



MINISTERIO  
DE MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL JÚCAR

# **PROTOCOLO DE ACTUACIÓN EN SITUACIÓN DE ALERTA Y EVENTUAL SEQUÍA**

**Valencia, diciembre 2005**



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1</b>	<b>Antecedentes y objetivos.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2</b>	<b>Generalidades.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3</b>	<b>Objeto del Protocolo de Sequías.....</b>	<b>8</b>
<b>1.4</b>	<b>Definiciones y conceptos.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Marcos de referencia.....</b>	<b>11</b>
2.1.1	Administrativo.....	11
2.1.2	Físico.....	11
2.1.3	Climático.....	19
2.1.4	Hídrico.....	21
2.1.5	Biótico.....	28
2.1.6	De gestión.....	29
<b>2.2</b>	<b>Caracterización meteorológica de las sequías.....</b>	<b>32</b>
2.2.1	Introducción.....	32
2.2.2	Caracterización regional global.....	32
2.2.3	Caracterización regional por sistemas de explotación.....	38
<b>2.3</b>	<b>Caracterización hidrológica de las sequías.....</b>	<b>39</b>
2.3.1	Caracterización regional global.....	40
2.3.2	Caracterización regional de las aportaciones por sistemas de explotación.....	42
2.3.3	Caracterización regional de los volúmenes embalsados.....	44
2.3.4	Comparación de ciclos de sequía meteorológicos e hidrológicos.....	46
<b>3</b>	<b>LAS SEQUÍAS HISTÓRICAS EN LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR.....</b>	<b>49</b>
<b>3.1</b>	<b>Análisis y auditoria de la sequía histórica 1983/84 – 1985/86.....</b>	<b>49</b>
<b>3.2</b>	<b>Análisis y auditoria de la sequía histórica 1992/93 – 1995/96.....</b>	<b>54</b>
<b>3.3</b>	<b>Análisis y auditoria de la sequía histórica 1997/98 – 2000/01.....</b>	<b>61</b>
<b>3.4</b>	<b>Análisis comparativo del impacto de las principales sequías históricas.....</b>	<b>64</b>
<b>4</b>	<b>LOS REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES Y LOS USOS DE AGUA EN LA CHJ.....</b>	<b>69</b>
<b>4.1</b>	<b>Los requerimientos medioambientales.....</b>	<b>69</b>

4.1.1	Tipologías de los espacios naturales .....	69
4.1.2	Vulnerabilidad de los espacios naturales .....	73
4.1.3	Las restricciones medioambientales .....	74
<b>4.2</b>	<b>Las demandas y usos del agua.....</b>	<b>76</b>
4.2.1	La demanda urbana .....	77
4.2.2	La demanda agrícola .....	82
4.2.3	La demanda industrial .....	86
4.2.4	La demanda hidroeléctrica .....	88
4.2.5	Los usos recreativos .....	90
4.2.6	Capacidad de forzamiento del sistema de recursos y demandas .....	90
4.2.7	Impactos económicos, sociales y medioambientales de la reducción del suministro .....	93
<b>5</b>	<b>INDICADORES DE SEQUÍA.....</b>	<b>97</b>
<b>5.1</b>	<b>Fundamentos metodológicos .....</b>	<b>97</b>
<b>5.2</b>	<b>Definición del índice de estado .....</b>	<b>101</b>
<b>5.3</b>	<b>Ponderación de los índices de estado por sistemas de explotación .....</b>	<b>102</b>
<b>5.4</b>	<b>Validación de los índices de Estado .....</b>	<b>106</b>
5.4.1	Validación de los indicadores a través del análisis descriptivo de su evolución histórica .....	106
5.4.2	Validación de los indicadores a través de la simulación de los déficit en los sistemas de explotación .....	113
<b>5.5</b>	<b>Relación entre estados de sequía y volúmenes de embalse .....</b>	<b>120</b>
<b>6</b>	<b>TIPOLOGÍA DE LAS MEDIDAS A ADOPTAR PARA PREVENIR Y REDUCIR EL IMPACTO DE LAS SEQUÍAS .....</b>	<b>128</b>
<b>6.1</b>	<b>Marco de actuación para la prevención y mitigación de las sequías .....</b>	<b>128</b>
<b>6.2</b>	<b>Clasificación y tipos de medidas .....</b>	<b>129</b>
6.2.1	Incremento de la oferta .....	131
6.2.2	Gestión de la demanda .....	135
6.2.3	Medio ambiente hídrico .....	138
6.2.4	Administrativas y de control .....	140
<b>7</b>	<b>MEDIDAS DE PREVENCIÓN, SEGUIMIENTO Y MITIGACIÓN DE LAS SEQUÍAS EN EL ÁMBITO DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR. ....</b>	<b>143</b>
<b>7.1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>143</b>
<b>7.2</b>	<b>Criterios generales.....</b>	<b>143</b>
<b>7.3</b>	<b>Medidas por sistemas de explotación .....</b>	<b>146</b>
7.3.1	Introducción .....	146

7.3.2	Sistema de explotación Cenia-Maestrazgo .....	147
7.3.3	Sistema de explotación Mijares – Plana de Castellón.....	152
7.3.4	Sistema de explotación Palancia – Los Valles .....	161
7.3.5	Sistema de explotación Turia .....	166
7.3.6	Sistema de explotación Júcar .....	174
7.3.7	Sistema de Explotación Serpis .....	182
7.3.8	Sistema de explotación Marina Alta .....	187
7.3.9	Sistema de explotación Marina Baja.....	191
7.3.10	Sistema de explotación Vinalopó - Alacantí.....	195

**8 BIBLIOGRAFÍA ..... 199**



# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes y objetivos

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:

- 1) Establecimiento para las cuencas 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 Organismo de Cuenca para la declaración formal de situaciones de alerta y de eventual sequía.
- 2) 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 serán aprobados por el Ministerio de Medio Ambiente, previo paso por el Consejo del Agua de la cuenca. El plazo exigido en la Ley para disponer de estos planes especiales se fija en dos años, con los que deberían haber estado operativos en julio del 2003.
- 3) 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 a que se refiere el punto anterior. Para su realización la Ley marca un plazo superior al anterior, de 4 años, con lo que deberían estar listos para julio del año 2005.

Ante la disminución de las aportaciones en el presente año hidrológico y al no estar aún aprobado el Plan Especial de Sequías de la Confederación Hidrográfica del Júcar, es imprescindible suplir transitoriamente el mismo con un protocolo de actuación de carácter temporal en el que se identifiquen los sistemas de explotación y unidades de demanda sensibles a situaciones de sequía, se determinen los umbrales de actuación y se acoten las medidas a adoptar a corto plazo para atender la solución de los problemas planteados.

El presente documento es provisional y parcial y pretende realizar el seguimiento de la sequía en tanto no se encuentre redactado el Plan Especial exigido por la ley del Plan Hidrológico Nacional.

## 1.2 Generalidades

La sequía es un fenómeno natural complejo, por lo que no existe una definición del mismo universalmente aceptada. Las definiciones pueden ser muy variadas (la literatura científica contempla más de 150 definiciones diferentes), pero de una manera genérica se considera que existe sequía cuando la precipitación en un determinado período de tiempo es inferior a la precipitación media de ese mismo período calculada para una serie de años de referencia.

La sequía suele caracterizarse en términos de precipitación o de aportación fluvial en determinados periodos de tiempo, o en función de las reservas almacenadas en embalses. También caben caracterizaciones no estrictamente hidrológicas, tales como la sequía

sociológica (percepción social de falta de agua difundida por los medios de comunicación) o económica.

La sequía puede convertirse en un desastre natural cuando no existe capacidad de gestión de los recursos hídricos, por lo que sus efectos en los países subdesarrollados o en vías de desarrollo revisten consecuencias dramáticas y son mayores en la actualidad que hace 30 años, puesto que la Tierra está mucho más poblada y en consecuencia es más vulnerable. En estos países las consecuencias de las sequías alcanzan una magnitud tal que, con frecuencia, las hacen merecedoras del calificativo de catástrofe, al ser causa de hambrunas, muerte y éxodos de población.

La Organización Meteorológica Mundial (OMM, 2000) ha estimado que desde 1967, 2.800 millones de personas han sufrido las consecuencias de los desastres meteorológicos, habiendo estado la mitad de ellas afectadas por las sequías. Por el contrario, en los países desarrollados, la existencia de infraestructuras y prácticas de gestión de los recursos hídricos, impide que las consecuencias de la sequía deriven en un desastre que suponga pérdida de vidas humanas, siendo éstas de índole exclusivamente social y económica (cultivos y cosechas perdidas, disminución del caudal de los ríos, restricciones temporales de abastecimiento, etc.) con efectos medioambientales aparejados.

En ocasiones el fenómeno de la sequía se sustituye y confunde con otros conceptos con los que presenta una cierta relación, como son la aridez o la escasez de agua. Si se considera la sequía simplemente como un fenómeno que produce una falta de agua, se estaría olvidando uno de sus aspectos más característicos, su anormalidad, es decir, su carácter de hecho no acostumbrado. En efecto, si esta falta de agua es considerada habitual en una región, se produce una situación de aridez y no de sequía.

### **1.3 Objeto del Protocolo de Sequías**

Las situaciones extremas y en particular las sequías se producen usualmente en un marco donde las predicciones tienen un alto grado de incertidumbre y consecuentemente la toma de decisiones comporta un riesgo evidente.

Una sequía puede finalizar de forma más o menos brusca, con la aparición de un periodo lluvioso, o continuar durante meses e incluso años.

La sequía es una típica situación extrema que provoca estrés hídrico. Durante estas situaciones se producen importantes reducciones en la disponibilidad de recursos que dan lugar a que los ríos se sequen, los acuíferos se agoten, los embalses se vacíen y la calidad del agua se vea deteriorada.

En las regiones más meridionales de la Europa mediterránea las sequías constituyen un serio problema ambiental, económico y social.

Como ejemplo de la importancia que tiene la consideración de las sequías en la gestión de las aguas, conviene mencionar como la Directiva Marco del Agua promueve un uso sostenible de las aguas, basado en la protección a largo plazo de los recursos disponibles, que sirva para paliar los efectos de las sequías.

La Guía para la elaboración de una estrategia de lucha contra los daños de las sequías de la CID (1998) dice que a pesar de la elevada incertidumbre actual en la evaluación de los factores causantes de la sequía y la dificultad de predecir los eventos de sequía, existen sin embargo medios y métodos para luchar contra los daños que ésta produce, entre los que cabe mencionar: el establecimiento de distintos tipos de indicadores que detecten niveles de sequía;

los métodos de prevención, orientados al suministro, a la demanda o a la minimización de los impactos; los instrumentos de reducción de daños, como la mejora de los suelos o los cambios en los cultivos buscando variedades más tolerantes a las sequías; la consciencia del riesgo, lo que conlleva la determinación de niveles tolerables y grados de pérdidas; la organización y coordinación de los agentes implicados; o la cooperación internacional.

En consecuencia, en línea con estos principios, el objetivo básico del Protocolo de Sequías es la articulación de las medidas de control, evaluación de riesgos e implantación de medidas mitigadoras necesarias para minimizar la frecuencia e intensidad de las situaciones de escasez de recursos. El Protocolo debe de resolver dos cuestiones fundamentales: ¿cuándo actuar? y ¿cómo actuar?.

La decisión de cuándo actuar es de gran importancia, pues si el objetivo del Protocolo es mitigar los efectos de las futuras sequías, no cabe duda que anticiparse a ellas es el modo más eficiente de amortiguarlas. Respecto al cómo actuar, el Protocolo indica la secuencia de activación de las medidas de mitigación, según el estado en el que se encuentre los recursos en la cuenca del Júcar.

#### **1.4 Definiciones y conceptos**

Con el fin de aclarar conceptos que se utilizarán a lo largo del documento, conviene efectuar las definiciones terminológicas siguientes:

**Sequía.** Fenómeno hidrológico extremo impredecible que supone una disminución coyuntural significativa de los recursos hídricos durante un periodo temporal suficientemente prolongado, que afecta a un área extensa, puede impedir cubrir las demandas al cien por cien y tiene consecuencias económicas adversas.

**Sequía meteorológica.** Disminución de la precipitación respecto al valor medio regional en un plazo de tiempo determinado. Es por tanto un dato de referencia regional que varía en función de las características climáticas de cada región y no se puede extrapolar de unas regiones a otras.

**Sequía agrícola.** Déficit de humedad en el suelo para satisfacer las necesidades de crecimiento de un cultivo determinado en cualquiera de sus fases de crecimiento. Dado que la cantidad de agua es diferente para cada cultivo, e incluso puede variar a lo largo del crecimiento de una misma planta, no es posible establecer umbrales de sequía agrícola válidos ni tan siquiera para un área geográfica. En zonas de cultivos de secano va ligada a la sequía meteorológica con un pequeño desfase temporal dependiente de la capacidad de retención de humedad del suelo edáfico. En zonas irrigadas la sequía agrícola está más vinculada a la sequía hidrológica.

**Sequía hidrológica.** Disminución en las disponibilidades de aguas superficiales y subterráneas en un sistema de gestión durante un plazo temporal dado respecto a los valores medios, que puede impedir cubrir las demandas de agua al cien por cien. A diferencia de la sequía agrícola, que tiene lugar poco tiempo después de la meteorológica, la sequía hidrológica puede demorarse durante meses o algún año desde el inicio de la escasez pluviométrica o si las lluvias retornan en poco tiempo, no llegar a manifestarse. Por lo tanto, la secuencia temporal es: sequía meteorológica, a continuación sequía agrícola y, en último lugar, sequía hidrológica. La capacidad de gestionar los recursos hídricos hace que la sequía hidrológica no dependa exclusivamente de los caudales fluyentes en ríos y manantiales, sino también del volumen de agua almacenado en los embalses y acuíferos, es decir, de la manera en que se gestionen estas reservas. De ahí su definición vinculada al sistema de gestión.

**Sequía socioeconómica.** Afección de la escasez de agua a las personas y a la actividad económica como consecuencia de la sequía. La ausencia de afección o su minimización constituye el éxito de gestión. 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 con consecuencias económicas desfavorables. La pujante presión antrópica sobre el recurso agua hace que cada vez sea mayor la incidencia de la sequía socioeconómica, con pérdidas económicas crecientes.

**Demanda básica.** La demanda en un momento dado para un uso o conjunto de usos que es capaz de ser satisfecha según los criterios del artículo 11 de la Orden Ministerial de 24/09/1992 y los del Plan Hidrológico de la cuenca del Júcar. Según la citada orden, la demanda es satisfecha cuando:

- a) El déficit de un año no supere el 5-10% de la demanda anual.
- b) En dos años consecutivos la suma del déficit no sea superior al 10-16 % de la demanda anual.
- c) En diez años consecutivos el déficit acumulado no alcance el 16-30% de la demanda anual.

En el Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Júcar (en los sucesivos PHCHJ) se establecen los siguientes porcentajes: a un año el 10%, a dos años el 16 % y a diez años el 30 %.

**Serie histórica pésima.** El menor volumen de agua registrado por un sistema de recursos en un trienio, durante los últimos 50 años. Se escoge el trienio por ser el periodo ininterrumpido más frecuente de ocurrencia de sequías moderadas a extremas.

**Indicadores.** Elementos de control de las series cronológicas representativas de un sistema de gestión, referidas tanto a pluviometría, como a caudales fluyentes, entradas a embalses, niveles en embalses y niveles piezométricos de acuíferos.

**Recursos disponibles mínimos.** Los volúmenes de agua que pueden ser captados, regulados y distribuidos para atender las demandas básicas en un momento dado. A los efectos del presente protocolo se entiende por recursos disponibles mínimos el conjunto de volúmenes de reservas existentes en un momento dado en los embalses y acuíferos, incrementados en las aportaciones correspondientes a la media de la serie histórica pésima.

## **2 CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS EN LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR**

### **2.1 Marcos de referencia**

#### **2.1.1 Administrativo**

La Demarcación Hidrográfica del Júcar, situada en la parte este de la Península Ibérica (figura adjunta), esta formada por la agregación de cuencas hidrográficas, cubriendo un área de 42.989 km<sup>2</sup> y las aguas de transición y costeras asociadas.

La población de la Demarcación es aproximadamente de 4.570.000 habitantes (año 2003), lo cual significa que uno de cada diez españoles vive en la Demarcación del Júcar. Además, a esta cifra se debe añadir el equivalente a 1.580.000 habitantes debido al turismo, con destino principal en la Comunidad Valenciana.

De las 17 Comunidades Autónomas españolas, la Demarcación del Júcar engloba parte de cuatro de ellas: la Comunidad Valenciana, cuya participación territorial en la Demarcación es del 49,6%, Castilla La Mancha, con un porcentaje del 36,6%, Aragón, con un porcentaje del 13,2%, y Cataluña, que tiene una representación territorial mucho menor que las anteriores, con un 0,6%.

Figura 1. Demarcación Hidrográfica del Júcar

La gestión de los recursos hídricos dentro de las cuencas y acuíferos que integran la Demarcación se lleva a cabo por la Confederación Hidrográfica del Júcar. Las principales actividades que realiza comprenden: la gestión de los recursos hídricos, la administración del dominio público hidráulico, la elaboración, seguimiento y actualización del plan hidrológico de cuenca, y la construcción y explotación de las estructuras hidráulicas.

#### **2.1.2 Físico**

La Demarcación del Júcar, debido a la vasta área que ocupa, está caracterizada por presentar diversos climas y paisajes. Las principales características geomorfológicas que se encuentran

son: sistemas montañosos, una meseta continental y una llanura costera. La orografía del área favorece la descarga de las aguas en el mar Mediterráneo, y la formación de cuencas hidrográficas. Todos los ríos de la demarcación del Júcar fluyen, por tanto, hacia ese mar, y entre ellos cabe destacar los siguientes: Cenia, Mijares, Palancia, Turia, Júcar, Serpis y Vinalopó.

La cadena montañosa que se encuentra en la demarcación es el llamado Sistema Ibérico, que se extiende más allá de los límites de la demarcación, abarcando zonas desde las demarcaciones vecinas del río Ebro y Tajo hasta la llanura costera de Valencia. El pico más alto de la demarcación del Júcar es el de Peñarroya, que se encuentra en el sistema Ibérico y tiene una altitud de 2.024 metros sobre el nivel del mar.

Figura 2. Modelo Digital de Elevación (MDE)

Fuente: Servicio Geográfico Español del Ejército

El Sistema Ibérico juega un importante papel en el ciclo de los recursos hídricos de la Demarcación del Júcar. Éste actúa como una barrera para los frentes marinos, forzando a las nubes cargadas de humedad a elevarse a capas atmosféricas más altas. Una vez el aire se eleva y enfría, se produce la condensación de las gotas, y posteriormente la precipitación. En este sistema montañoso no sólo se produce el nacimiento del río principal de la demarcación, que a su vez da nombre a ésta, el río Júcar, sino que en él también nacen los ríos Turia y Mijares. Los tres ríos proporcionan conjuntamente el 80% de la escorrentía media de la demarcación. La mayor parte del territorio de las provincias de Teruel y Cuenca en la demarcación, están localizadas en este sistema montañoso.

En la parte Sur y Suroeste de la demarcación se extiende la parte final de las montañas del sistema Bético, que en este punto, se dispersan parcialmente. En este área montañosa nacen los ríos Serpis y Vinalopó (figura adjunta).



Figura 3. Agrupación de cuencas en sistemas de explotación

La llanura costera es una plataforma aluvial que se extiende a lo largo de la franja costera, de más de 400 km de longitud y de 40 km en su zona más ancha. Esta llanura está delimitada por el Sistema Ibérico en la parte Noroeste, la llanura continental en el Oeste y el Sistema Bético en el Sur. La llanura costera proporciona un suelo rico en nutrientes que sostiene a la mayor parte de la producción agrícola de regadío de la demarcación, y está caracterizada por el hecho de que más del 80% de la población total de la demarcación vive en esta franja costera.

Finalmente, la llamada zona de la Mancha se caracteriza por presentar una superficie relativamente llana con una altura media de 650 m y estar localizada en la parte Oeste entre los sistemas montañosos previamente mencionados. Esta llanura alberga un acuífero de grandes dimensiones denominado acuífero de la Mancha Oriental, el cual está conectado al río Júcar cuando éste atraviesa la llanura. El acuífero y el río muestran claras interacciones de drenaje y recarga. La Comunidad Autónoma de Castilla La Mancha y más concretamente la provincia de Albacete, se encuentran, fundamentalmente sobre la llanura manchega.

Los cursos altos de los ríos de la Demarcación son tramos caracterizados por su gran valor ecológico. La orografía, la geomorfología, el clima, la hidrología, la vegetación, la fauna y el paisaje, hacen de éstas, unas zonas únicas. Normalmente, los ríos nacen en los picos más

altos, cerca de los límites de la demarcación, y actúan como corredores ecológicos conectando zonas altas montañosas con las llanuras en los tramos medio. De manera frecuente, los ríos atraviesan áreas escarpadas o valles montañosos donde apenas existen llanuras de inundación. El tramo alto del río Cenia, que atraviesa el límite entre la frontera administrativa entre Cataluña y la Comunidad Valenciana, es un claro ejemplo de una masa de agua prístina con un alto valor ecológico (ver figura adjunta).



Figura 4. El río Cenia en la Fuente de Sant Pere (Castellón)

Las zonas húmedas más destacadas en cantidad y extensión en la Demarcación del Júcar son los llamados marjales. En general, son extensas llanuras de inundación alimentadas por aguas subterráneas, y, en menor medida, por aguas superficiales. Actualmente, cuatro humedales están incluidos en la lista Ramsar (Convenio que contiene los humedales de importancia internacional, acordado en Ramsar, Irán en 1971). Al estar incluidos en esta lista, los humedales adquieren un nuevo estatus, no sólo en el ámbito regional, sino también en el nacional e internacional. Estos cuatro humedales se muestran en la figura adjunta.



Figura 5. Humedales Ramsar en la demarcación del Júcar

De entre estos humedales, el lago de La Albufera destaca por su singularidad. Es una laguna cuyos límites se encuentran dentro de un parque natural declarado por la legislación ambiental comunitaria (decreto 89/1986). Esta reserva natural consiste principalmente en un humedal de 21.120 ha que se encuentra a 10 km al Sur de la ciudad de Valencia, que incluye no sólo el lago, sino también las zonas circundantes (figura adjunta). El área alrededor del lago se compone de grandes extensiones de arrozales, y una hilera de dunas que la protege la costa del mar Mediterráneo. La característica más relevante de L'Albufera es una laguna de baja profundidad que cubre 2.443 ha de zona cubierta por agua con 0,88 m de profundidad media.



Figura 6. El Lago de la Albufera de Valencia

El papel que juega este humedal en la migración de aves de Europa a África ha sido ampliamente documentado y estudiado. Más de 250 especies de aves utilizan el parque para descansar, alimentarse y buscar cobijo, y más de 90 usan la zona para anidar. Además, el entorno de L'Albufera posee una gran variedad de hábitat, que soportan una biodiversidad extensa de flora y fauna adicional.

Un aspecto importante del marco físico de la demarcación del Júcar es la litología existente en la zona. Se identifican diferentes grupos litográficos tal y como se muestra en la figura adjunta. Las calcarenitas y las margas son los grupos predominantes, aunque también se tienen proporciones de calizas y material aluvial muy significativas. Este último grupo se encuentra principalmente en los tramos finales de los ríos principales (Mijares, Júcar y Turia).

Figura 7. Mapa litológico

Fuente: EUROSTAT

Los 481 km de costa pertenecientes a la demarcación del Júcar presentan numerosos elementos geo-morfológicos como playas, cordones dunares, acantilados y fondos de roca, que soportan un gran número de ricos ecosistemas repartidos a lo largo de la costa. Cabe mencionar que los sistemas terrestres alimentan los ambientes marinos cercanos a la costa con materiales sedimentarios como arena, arcilla, y gravillas. Este material sedimentario está constituido por los aportes sólidos de los ríos, que una vez alcanzan la costa son rápidamente dispersados por las corrientes marinas. En este sentido, la corriente marina predominante se mueve de Norte a Sur, siendo el río Ebro (fuera de los límites de la demarcación del Júcar) la fuente principal de materiales sedimentarios.

Los usos del suelo en la Demarcación del Júcar dependen principalmente del tipo de actividades humanas que se han ido desarrollando en cada zona y especialmente hasta que punto la tierra ha sido transformada para uso agrícola. Ambos factores han dado lugar a paisajes artificiales que son bastante diferentes a los paisajes naturales resultantes de los factores climáticos, geológicos y morfológicos específicos de cada zona. La figura adjunta muestra los usos del suelo según Corine Land Cover 2000, un mapa digital desarrollado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) para toda la Unión Europea, basado en datos obtenidos a través de satélites.

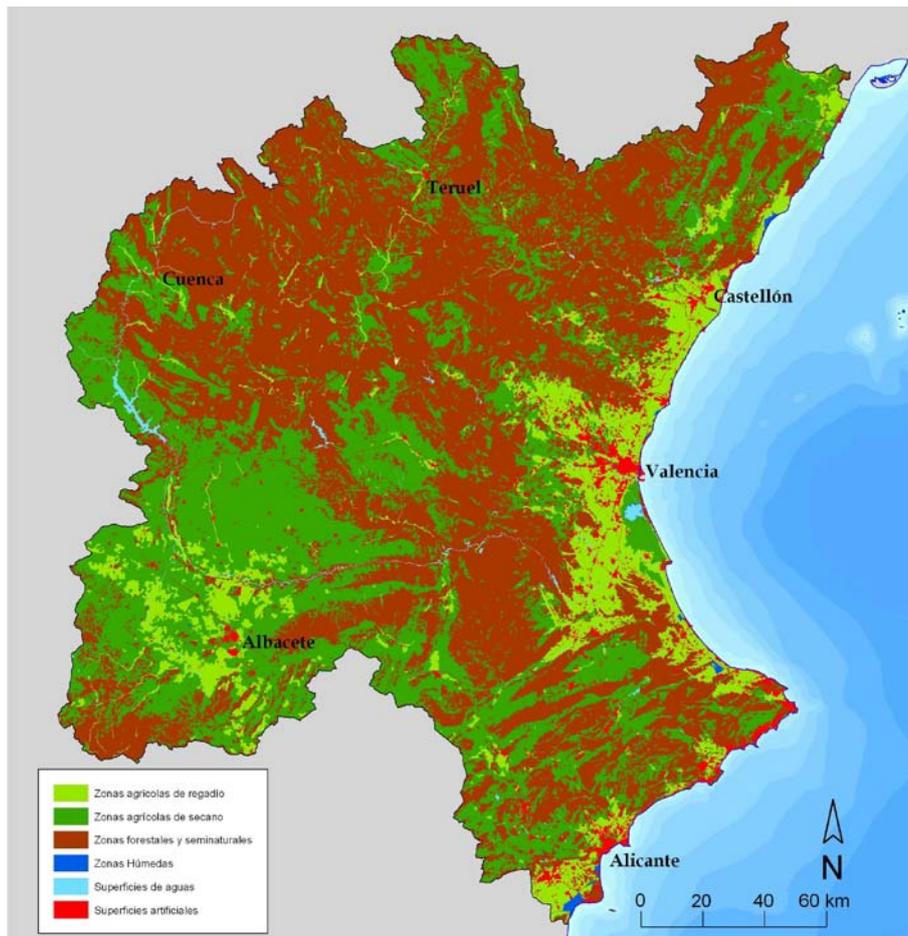


Figura 8. Mapa de usos del suelo.

Fuente: AEMA, Corine Land Cover 2000

El uso del suelo predominante dentro de la Demarcación es el *Bosque y zonas semi-naturales*, que ocupa algo más del 50% del territorio. Este elevado porcentaje muestra que todavía el patrimonio natural ocupa extensas áreas del territorio. A este uso le sigue el de *zonas agrícolas de secano*, cubriendo un 36% del territorio y el de *zonas agrícolas de regadío* con un 10%, siendo éstos los usos predominantes en áreas costeras y en la zona de la Mancha. Las zonas urbanas e industriales cubren un 3% del territorio, y finalmente, una pequeña porción, que apenas alcanza el 1% del área, esta cubierta por humedales y superficies acuáticas.

Las actividades humanas más relevantes en la cuenca son los servicios, la industria, la agricultura y la energía. Considerando los datos de las siete provincias que tienen territorio en la Demarcación del Júcar, el sector que aporta mayor Valor Añadido Bruto (VAB) al total (65%) es el sector servicios (hostelería, transporte, espectáculos, ...), siendo, además, su VAB el de mayor crecimiento anual. Una de las actividades a destacar en este sector es el turismo, que contribuyó en 2002 con más de 1.400 millones de euros sólo en la Comunidad Autónoma de Valencia. El VAB aportado por la industria, tanto en valor como en su crecimiento, es el segundo sector en importancia (28% del VAB total), quedando prácticamente igualados los sectores de la agricultura (3%) (agricultura, ganadería, silvicultura, caza, pesca y acuicultura) y la energía (4%) (extracción de productos energéticos, refinado de petróleo, producción y distribución de energía, ...) ,con crecimientos nulos. La actividad desarrollada en las siete provincias genera, en conjunto, más de 2.300.000 puestos de trabajo, y esta cantidad presenta una tendencia al alza en los últimos años.

### 2.1.3 Climático

La Demarcación del Júcar se encuentra entre las latitudes 38° y 40° Norte y disfruta de un clima mediterráneo con veranos cálidos y secos y con inviernos suaves. Este clima es el resultado de una masa de altas presiones que cubre la Península Ibérica proveniente de las Islas Azores en el Océano Atlántico. Una excepción a este patrón climático es la llamada gota fría, fenómeno que tiene una mayor probabilidad de ocurrencia durante los meses de octubre y noviembre. Este fenómeno se presenta cuando masas calientes de vapor de agua se elevan desde el mar Mediterráneo una vez acaba el verano, y chocan con corrientes de aire frío polar provenientes del Norte. El resultado es la formación de nubes espesas, que provocan precipitaciones repentinas y bruscas, causantes de inundaciones devastadoras.

Los largos períodos de luz solar, junto con la continua circulación de masas de aire caliente, origina altas temperaturas, variando los valores medios anuales (figura adjunta) desde 9° C en las zonas montañosas del noroeste, a 18° C en la costa sureste.

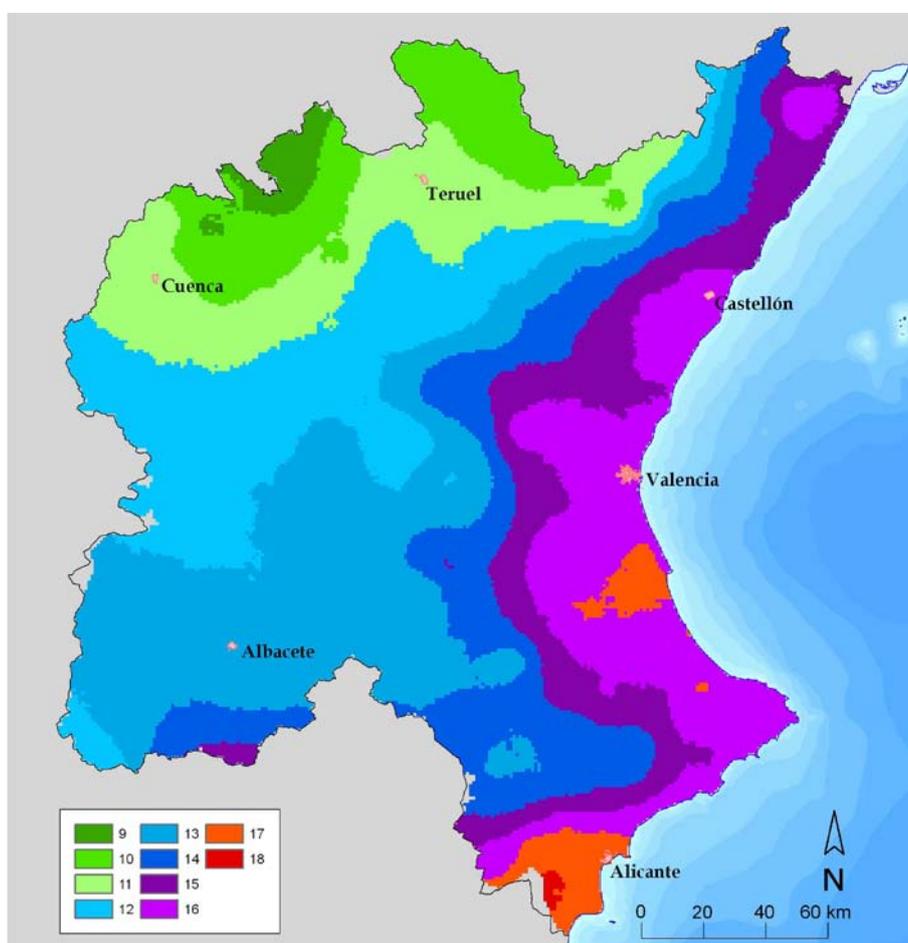


Figura 9. Temperatura media anual (°C)

La precipitación muestra una gran variabilidad temporal y espacial. El valor medio anual en la demarcación es de 500 mm aproximadamente, variando entre 320 mm en los años más secos, a los casi 800 mm en los más húmedos (ver figura adjunta). Los últimos años corresponden a un periodo esencialmente seco, siendo la media de los últimos 10 años de unos 460 mm.

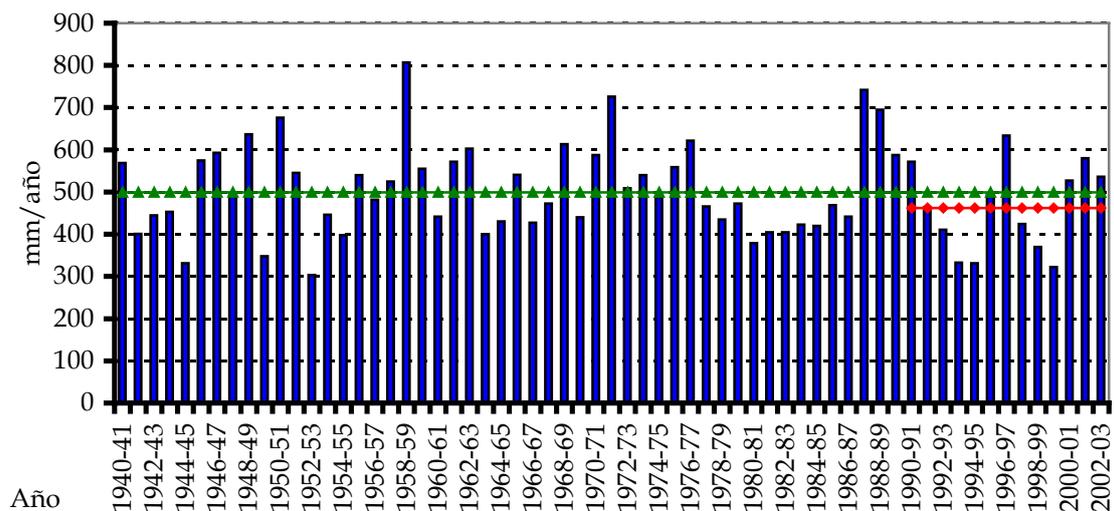


Figura 10. Serie de precipitaciones anuales en la demarcación del Júcar (mm/año)

Estos valores medios presentan también importantes diferencias espaciales, ya que en las regiones más meridionales la lluvia media anual se sitúa en valores inferiores a 300 mm, mientras que en otras zonas alcanza valores superiores a 800 mm, tal y como se muestra en la figura siguiente. Esta variación se debe a que la Demarcación del Júcar se encuentra entre dos zonas climáticas muy diferentes: la Europea y la Norte-Africana.

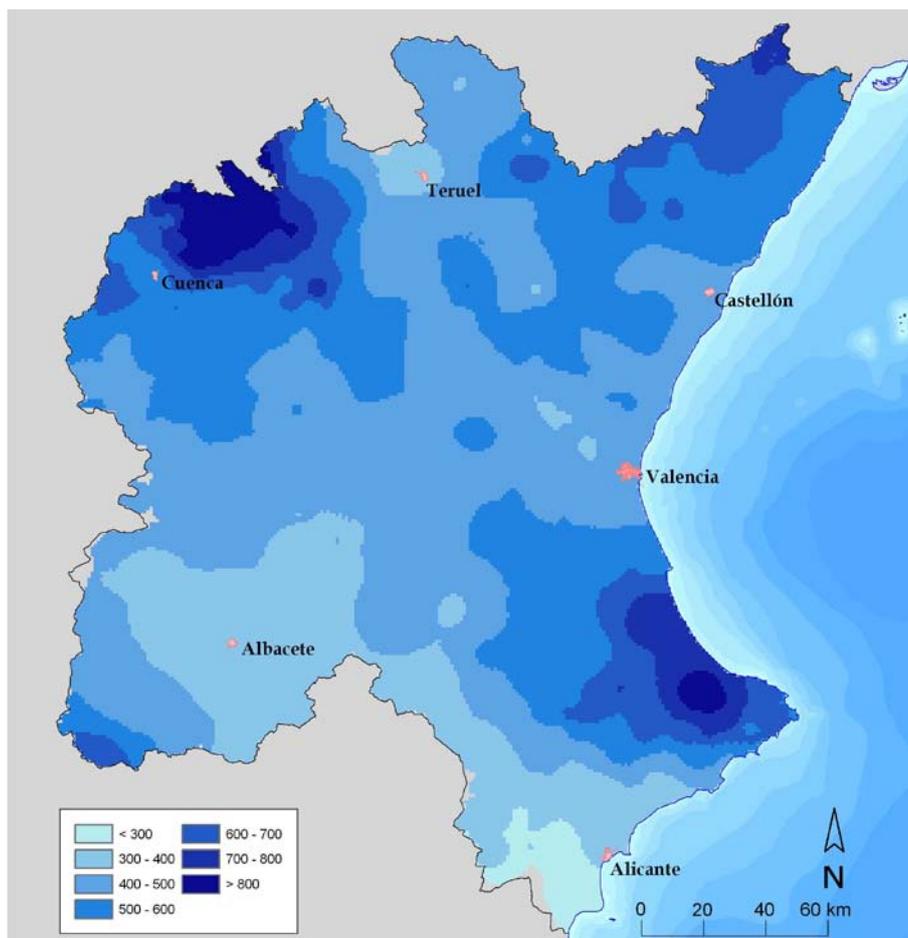


Figura 11. Precipitación media anual en la demarcación del Júcar (mm/año)

Otro aspecto importante de la Demarcación es la concentración temporal de las precipitaciones. En algunas zonas costeras, la precipitación máxima registrada en un solo día se aproxima al valor de precipitación media anual. Además, las tormentas intensas y de corta duración producen crecidas en los ríos, provocando inundaciones y la erosión de los suelos. La lluvia convectiva produce valores máximos en otoño, cuando es común sobrepasar los 300 mm en 24 horas en algunas zonas de la Demarcación.

De acuerdo con el índice climático de la UNESCO, hay tres tipos de regiones climáticas en la demarcación del Júcar: semiárido, sub-húmedo, y húmedo. Estas regiones se definen por medio de un índice que relaciona la precipitación y la evapotranspiración potencial. La figura adjunta muestra la importancia de la región semiárida que ocupa una importante extensión al Sur y al Suroeste de la Demarcación.

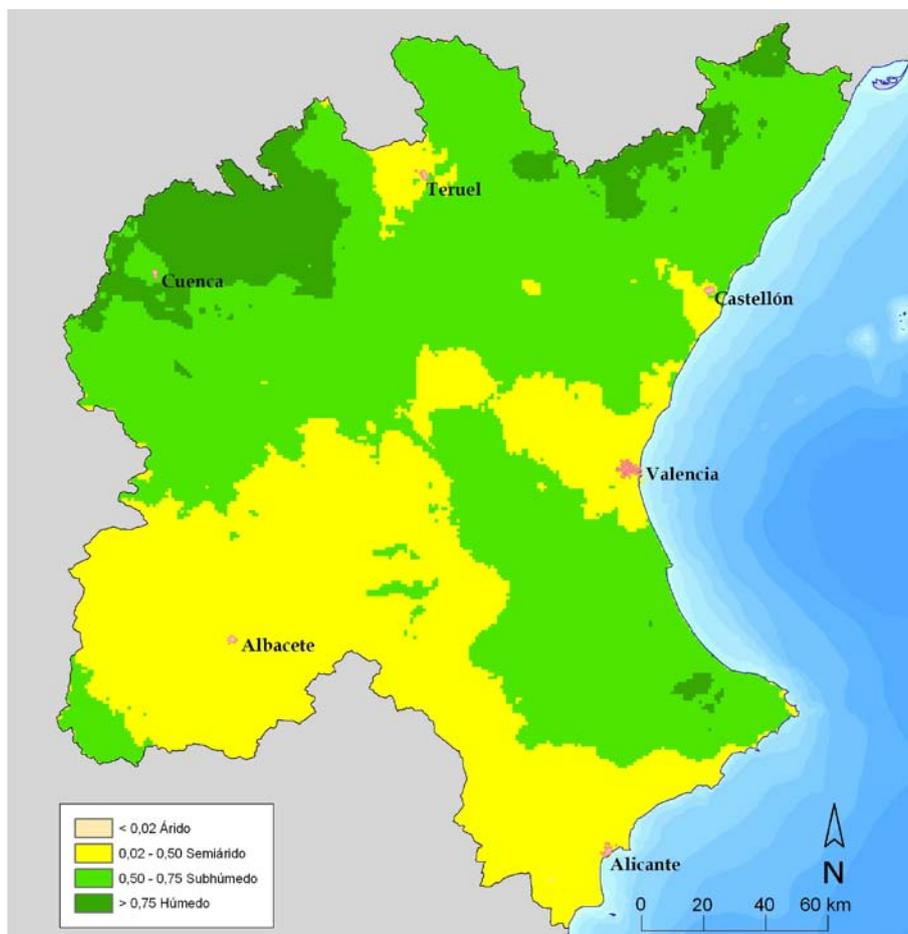


Figura 12. Mapa del índice de humedad de UNESCO

#### 2.1.4 Hídrico

En la siguiente figura adjunta -de elaboración propia a partir de los esquemas de Erhard-Cassegrain y Margat (1983) adaptados a los datos españoles- se muestran las cifras globales agregadas de los principales flujos en régimen natural para el territorio de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (en  $\text{hm}^3/\text{año}$ ), y, por tanto, los elementos fundamentales de su balance hídrico.

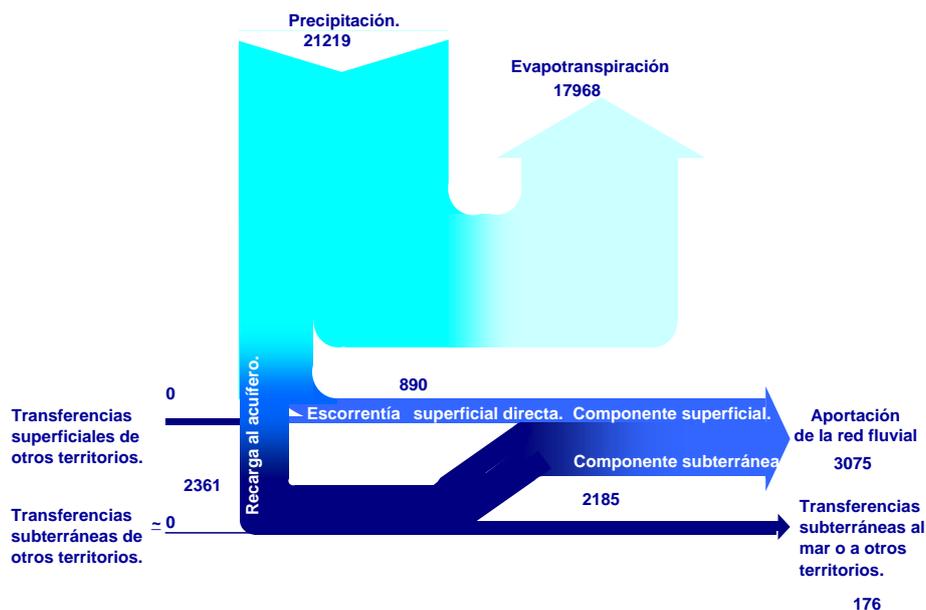


Figura 13. Diagrama del ciclo hídrico en régimen natural en  $\text{hm}^3/\text{año}$  (periodo 1940/2003)

La aportación total de la red fluvial de la Demarcación es de unos  $3.250 \text{ hm}^3/\text{año}$  (del orden de un 15 % de los  $21.220 \text{ hm}^3/\text{año}$  de precipitación total), de los que un 27 % ( $890 \text{ hm}^3/\text{año}$ ) proviene de la escorrentía superficial directa, y el restante 73% ( $2.360 \text{ km}^3/\text{año}$ ) de la escorrentía subterránea. Este reparto de la aportación total entre escorrentía superficial y subterránea contrasta con el reparto medio para todo el territorio español, que es casi exactamente el contrario (75% para la escorrentía superficial directa y 25% para escorrentía subterránea) y destaca por si solo la importancia que las aguas subterráneas tienen en la Demarcación del Júcar. Las importaciones externas globales, tanto superficiales como subterráneas, procedentes de otras Demarcaciones son despreciables. Las salidas al mar a través de los acuíferos costeros son de unos  $175 \text{ hm}^3/\text{año}$ , cifra que representa del orden de un 5% de los recursos renovables totales.

Aunque la media de recursos renovables anuales es de  $3.251 \text{ hm}^3/\text{año}$  este valor medio se ha visto reducido a  $2.700 \text{ hm}^3/\text{año}$  durante los últimos 10 años, lo cual ha producido dificultades para satisfacer las demandas de agua en la Demarcación.

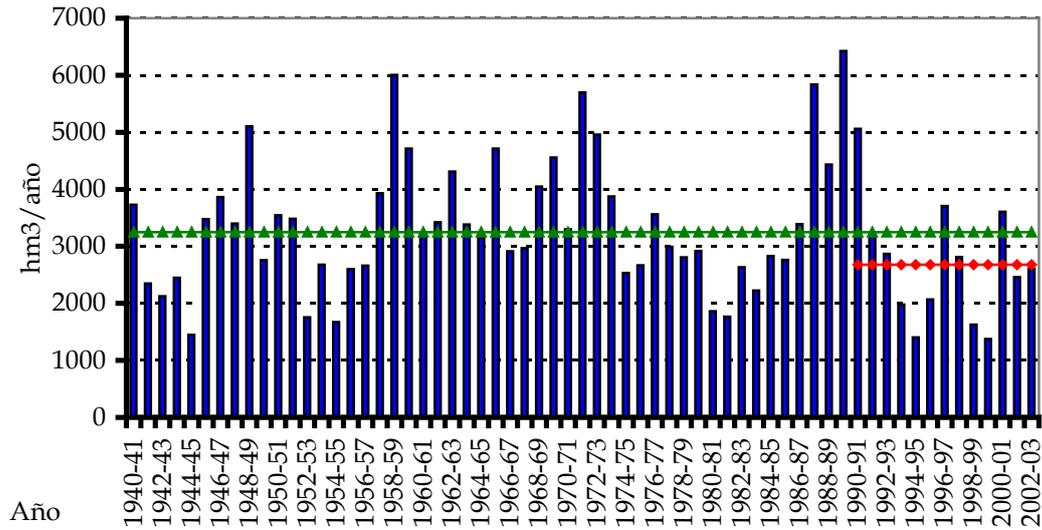


Figura 14. Aportaciones totales anuales en la demarcación del Júcar (hm<sup>3</sup>/año)

En la figura adjunta se muestra la distribución espacial de la escorrentía total en el territorio de la Demarcación, la cual sigue un patrón de comportamiento espacial similar al de las precipitaciones, aunque con una mayor variabilidad. Esta escorrentía total (recurso por unidad de superficie o aportación específica total) es la suma de la escorrentía superficial directa y la escorrentía subterránea. El valor medio anual de la escorrentía total en la Demarcación es de 80 mm (equivalentes a los 3.250 hm<sup>3</sup> de aportación total), aunque existen grandes diferencias territoriales, variando desde extensas áreas donde la escorrentía es de menos de 50 mm/año (sur de la Demarcación, acuífero de la Mancha Oriental, etc) hasta otras zonas donde la escorrentía es del orden de 300 mm/año (Marina alta, cabecera del Júcar, etc).

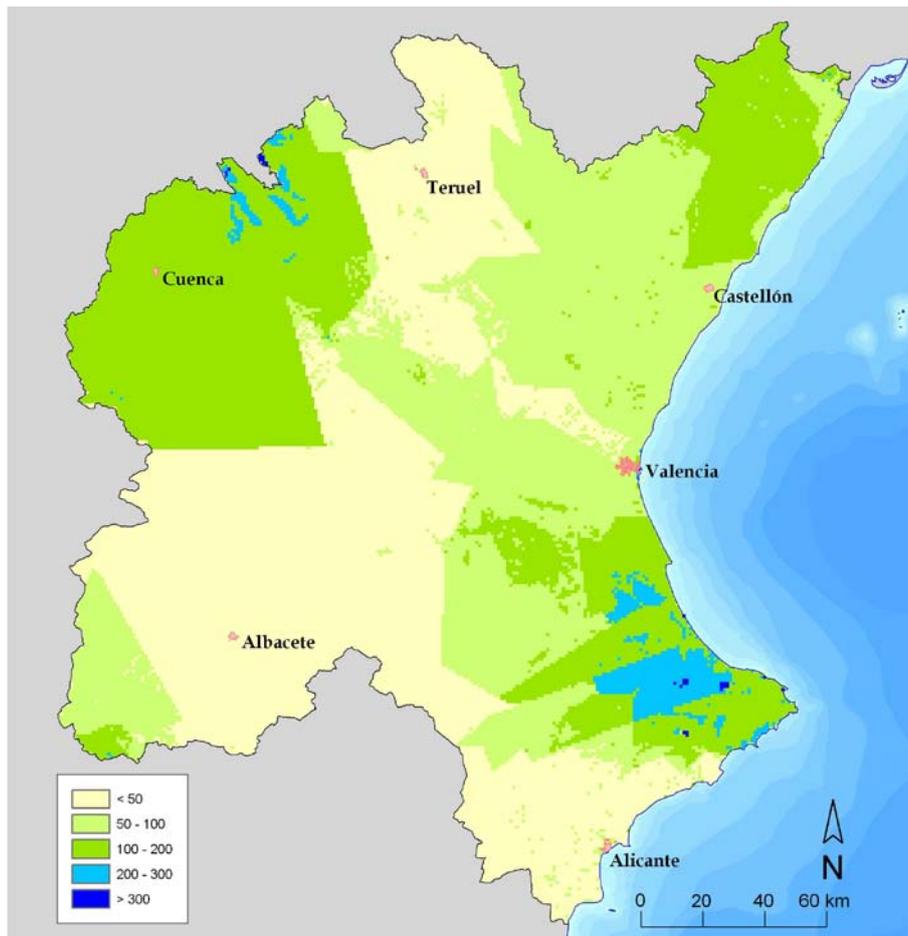


Figura 15. Mapa de escorrentía (mm/año)

Los recursos hídricos tienen, tal y como se ha mencionado con anterioridad, origen superficial y subterráneo. Las aguas superficiales han sido utilizadas históricamente, y su explotación se remonta a épocas Romanas y Árabes. Los principales canales que se encuentran a lo largo de la demarcación del Júcar se muestran en la figura adjunta. El Acueducto Tajo-Segura transporta agua desde la Demarcación del Tajo hasta la del Segura pasando por la del Júcar y tiene una capacidad del orden de  $30 \text{ m}^3/\text{s}$ . El canal Júcar-Turía conecta los ríos Júcar y Turía y se utiliza para el abastecimiento público y para el regadío. La Acequia Real del Júcar distribuye agua para el riego principalmente de campos de naranjos y de arroz en el tramo final del río Júcar. Otros canales y acequias significativos son el Canal Cota 220, el Canal Cota 100, el Canal Campo del Turia, el Canal Manises-Sagunto, el Canal de Forata, el Canal Júcar-Turía, el de abastecimiento para Albacete, el Canal Bajo del Algar, el Canal Rabasa-Amadorio y el Canal del Taibilla.



Figura 16. Principales canales en la Demarcación del Júcar

Actualmente, se encuentra en ejecución el proyecto de trasvase de agua entre el río Júcar y las zonas Vinalopó-Alacantí y Marina Baja. El motivo de trasvasar agua es mitigar la sobre-explotación de los acuíferos y el déficit de agua en las zonas de Vinalopó-Alacantí y Marina Baja.

Los recursos hídricos superficiales en la Demarcación del Júcar son regulados a través de grandes presas (figura adjunta). La capacidad total de embalse en la Demarcación es aproximadamente de 3.300 hm<sup>3</sup>, siendo Alarcón, Contreras y Tous en el río Júcar y Benagéber en el río Turia, los mayores embalses.



Figura 17. Embalses en la Demarcación del Júcar

Los recursos de aguas subterráneas,  $2.361 \text{ hm}^3/\text{año}$ , representan aproximadamente un 73% del total de recursos hídricos. Estas cifras reflejan la importancia de este tipo de recursos en la cuenca. El uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas es muy común, con claros ejemplos como los de *La Plana de Castellón*, *La Marina Baja* o *La Ribera del Júcar*. Por otra parte, el uso intensivo de aguas subterráneas ha provocado la sobre-explotación de distintos acuíferos, como los del sistema de explotación Vinalopó-Alacantí, los de las planas costeras de la provincia de Castellón o el acuífero de la *Mancha Oriental*.

Se entiende por recursos no convencionales las nuevas fuentes de recursos que se han venido empleando en las últimas décadas, como son: la reutilización de las aguas residuales depuradas y la desalación de aguas marianas y salobres. La puesta en juego de estas nuevas fuentes de recursos ha supuesto la resolución de problemas concretos de disponibilidad de agua en algunos casos y en general un aumento en la eficiencia en la utilización de los recursos hídricos, permitiendo elevar el nivel de garantía de muchos usuarios.

La reutilización directa de aguas residuales depuradas tiene ya una gran relevancia en el ámbito de la demarcación del Júcar, ya que supone en la actualidad, solo para la Comunidad Valenciana, una cifra del orden de  $100 \text{ hm}^3/\text{año}$ , según indica el segundo Plan de Saneamiento de esta Comunidad. A esta cifra debe sumarse la reutilización directa realizada en algunos municipios de Castilla la Mancha o Aragón, como por ejemplo la correspondiente a la depuradora de la ciudad de Albacete. Debe tenerse en cuenta que únicamente la reutilización directa de aguas residuales cerca de la línea costera supone realmente un incremento en los recursos disponibles, ya que se utilizan unas aguas que de otra forma no se aprovecharían. Las

aguas residuales depuradas en las áreas más interiores de la demarcación vierten a los cauces conformando junto con las aportaciones naturales los recursos disponibles para otros usuarios situados aguas abajo.

Las estaciones depuradoras que en la actualidad reutilizan directamente sus aguas se muestran en la figura siguiente, centrándose las mismas en la franja costera y en la zona sur del ámbito territorial

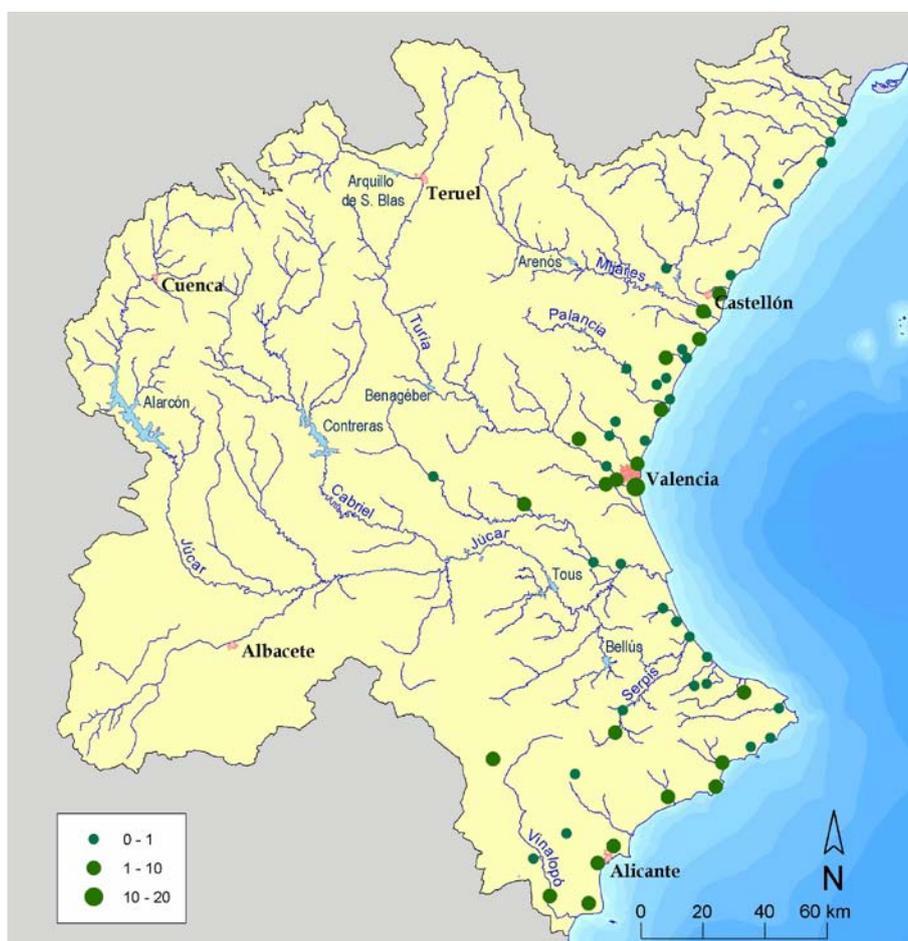


Figura 18. Reutilización directa de aguas residuales (datos en  $\text{hm}^3/\text{año}$ )

En la tabla adjunta se muestran los datos de reutilización correspondientes al año 2003 procedentes de la Entidad de Saneamiento de la Comunidad Valenciana (EPSAR, 2000).

Provincia	Vol. Depu	Reut. Directa	Destino Cauce	Destino Mar	Destino Infiltración
Alicante	107.79	37.33	25.17	44.62	0.67
Castellón	62.70	2.88	21.75	37.94	0.13
Valencia	268.16	85.99	79.36	102.80	0
Total	438.64	126.20	126.28	185.36	0.81

Tabla 1. Reutilización en  $\text{hm}^3/\text{año}$  en la Comunidad de Valenciana en el año 2003. Fuente: Entidad de Saneamiento de la Comunidad Valenciana.

El principal uso de la desalación de agua marina y salobre en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar ha sido hasta ahora el abastecimiento urbano y los usos industriales, mientras que una porción menor se ha destinado a usos agrícolas y recreativos.

Actualmente, en el ámbito territorial de la CHJ se está desalando un volumen del orden de 40 hm<sup>3</sup>/año, distribuido en 14 plantas desaladoras, tal y como se muestra en la figura y tabla adjuntas. Aunque el volumen de producción anual de agua desalada es muy pequeño en comparación con la demanda total de agua, esta producción juega un papel importante al cubrir parte de los requisitos municipales e industriales de numerosas unidades de demanda con escasez de agua a lo largo de la costa mediterránea.

Municipio	Uso	Situación de la planta	Vol. agua desalinizada [m3/año]
Alicante-MCT (MCT)	abastecimiento	en explotación	18.250.000
Javea	abastecimiento	en explotación	6.500.000
Denia	abastecimiento	en explotación	5.256.000
Teulada	abastecimiento	en explotación	2.190.000
Benitaxell	abastecimiento	en explotación	1.460.000
Vall D'Uixó	abastecimiento	en explotación	974.144
Moncofar	abastecimiento	en explotación	654.504
Alicante II	Recreativo	en explotación	400.000
San Vicente del Raspeig	Recreativo	en explotación	126.945
Unión Cervecera, S.A	Industrial	en explotación	525.600
Siderurgia del Mediterráneo	Industrial	en explotación	383.000
Sivesa	Industrial	en explotación	182.500
Central nuclear de Cofrentes	Industrial	en explotación	43.800
El Campello	Agrícola	-	1.439.400
Total			38.385.893

Tabla 2. Plantas desaladoras

La planta desaladora del *Canal de Alicante*, recientemente construida, trata cerca de 18 hm<sup>3</sup>/año de agua marina y produce agua dulce para cerca de 600.000 personas de las ciudades de Alicante, Elche, Santa Pola y San Vicente del Raspeig.

### 2.1.5 Biótico

El marco biótico de la Demarcación del Júcar está caracterizado por presentar una gran diversidad de ecosistemas. Cada ecosistema posee una vegetación característica asociada que varía dependiendo de la litología, geomorfología y clima. El contraste entre el norte de la Demarcación con un clima más húmedo, y del sur, más seco y con una litología variada, determina la gran riqueza de la flora presente. El bosque ripario es, en muchos cauces, la máxima expresión de diversidad biológica. Diferentes tipos de árboles se distribuyen por zonas riparias en series de diversas especies o formando grupos, de acuerdo con la hidrología, hidrogeología, altitud y tipo de suelo.

Los márgenes de ríos de cauce permanente están compuestos por sauces (*Salix fragilis*, *Salix alba*), fresnos (*Fraxinus angustifolia*), álamos (*Populus alba*, *Populus nigra*) y olmos (*Ulmus minor*), mientras que aquellos sin un régimen fluvial permanente, tienen una vegetación dominada por tamarindos (*Tamarix gallica*, *Tamarix canariensis*) y adelfas (*Nerium oleander*).

Los macrófitos más comunes son: enea o espadaña (*Typha domingensis*), cañas (*Phragmites sp.*), juncos (*Juncus sp.*, *Scirpus sp.*) y espiga de agua (*Potamogeton sp.*) También hay

vegetación sumergida (*Chara galioides*), un gran número de algas planctónicas (Chlorophyceas, Cyanophyceas, Bacillariophyceas, etc.), musgos y líquenes, que juegan un papel importante como bio indicadores de la calidad de las aguas continentales y de las aguas de transición y costeras.

Las comunidades zoológicas responden, de manera similar a las comunidades vegetales, a aquellos factores que forman y alteran su hábitat: medio-ambientales, climáticos, biológicos, etc. En el caso de organismos acuáticos otros factores importantes son la cantidad y la calidad del agua. Además, la evolución geológica y geomorfológica del territorio ha determinado la aparición de un gran número de especies autóctonas y endémicas, ya que muchas cuencas fluviales han permanecido aisladas durante un largo período de tiempo.

En los ríos de la Demarcación del Júcar existe una ictiofauna rica y diversa compuesta principalmente por ciprínidos del género *Barbus*, *Chondrostoma* y *Squalius*. En el caso de los salmónidos cabe destacar la presencia de una especie de trucha autóctona *Salmo trutta*, con poblaciones genéticamente diferenciadas del resto de poblaciones europeas. Otras especies sensibles y con requerimientos ambientales muy estrictos son las colmillejas (*Cobitis sp.*) y los blenidos (*Salaria fluviatilis*). Hay un número reducido de especies migratorias, siendo la más importante la anguila (*Anguilla anguilla*), aunque la cifra de individuos de esta especie ha disminuido en los últimos años debido a la degradación y contaminación de los tramos finales de los ríos. Cabe destacar la presencia de dos especies de Cyprinodóntidos características de hábitat de agua dulce del litoral: el fartet (*Aphanius iberus*) y el samaruc (*Valencia hispanica*), ambas endémicas y en peligro de extinción. Existen otros endemismos destacables, como la loina (*Chondrostoma toxostoma arrigonis*), un ciprínido exclusivo de la cuenca del Júcar. Debe mencionarse especialmente la presencia de especies de peces exóticas, de las que se encuentra una gran diversidad en la Demarcación del Júcar, tanto desde el punto de vista taxonómico como por su origen y la antigüedad de su introducción. La mayor parte de las especies fueron introducidas para la pesca deportiva y su mayor impacto ha resultado en el aumento de competitividad que tiene lugar con las especies autóctonas.

La Demarcación del Júcar juega un papel muy importante en la preservación de humedales europeos. Solo en el lago de L'Albufera, unas 250 especies de aves usan el ecosistema de manera regular, y más de 90 para la reproducción. Una de las especies más interesantes es el pato rojo (*Netta rufina*) con más de 10.000 individuos, lo que hace de L'Albufera uno de los sitios más importantes del Oeste de Europa para hibernar. Las poblaciones de gaviota reidora (*Larus ridibundus*) son también de gran importancia, alcanzando en algunos años los 60.000 individuos. En ríos con bosques riparios de relevancia, encontramos ánade real (*Anas platyrhynchos*), focha común (*Fulica atra*) o polla de agua (*Gallinula chloropus*). Pero quizá, las especies más características son el Martín pescador (*Alcedo atthis*), el avión zapador (*Riparia riparia*) y el mirlo acuático (*Cinclus cinclus*).

#### 2.1.6 De gestión

Las cuencas de los ríos que forman parte del ámbito territorial de la CHJ fueron agrupadas en el Plan de cuenca del Júcar en 9 sistemas de explotación. Estos sistemas son: 01 Cenia-Maestrazgo, 02 Mijares-Plan de Castellón, 03-Palancia-Los Valles, 04-Turía, 05-Júcar. 06-Serpis, 07-Marina Alta, 08-Marina Baja y 09-Vinalopó-Alacantí (ver figura siguiente).



Figura 19. Sistemas de Explotación de la Confederación Hidrográfica del Júcar

A continuación se describen los límites y cursos de agua incluidos en cada uno de estos sistemas.

- **CENIA-MAESTRAZGO:** Comprende la totalidad de las cuencas de los ríos Cenia, Valviquera, Cervol, Bco. de Agua Oliva, Cervera, Alcalá y San Miguel, así como todas las subcuencas litorales del territorio comprendido entre la margen izquierda del río Cenia y el límite de los términos municipales de Oropesa y Benicasim.
- **MIJARES-PLANA DE CASTELLÓN:** Comprende la totalidad de las cuencas de los ríos Mijares, Seco, Veo y Belcaire y la totalidad de las cuencas litorales comprendidas entre Benicasim, incluido su término municipal, y el límite provincial entre Castellón y Valencia.
- **PALANCIA Y LOS VALLES:** Comprende la cuenca del río Palancia en su totalidad y las subcuencas litorales comprendidas entre el límite provincial de Valencia y Castellón y el municipal entre Sagunto y Puzol.
- **TURIA:** Comprende la cuenca propia del río Turia en su totalidad, así como la de los barrancos de Carraixet y Poyo y las subcuencas litorales comprendidas entre el límite norte del término municipal de Puzol y la Gola del Saler.
- **JÚCAR:** Comprende la cuenca propia del río Júcar en su totalidad, incluyendo, además, el área y servicios efectivamente atendidos por el Canal Júcar.Turia y las subcuencas litorales comprendidas entre la Gola del Saler y el límite de los términos municipales de Cullera y Tabernes de Valldigna.

- SERPIS: Comprende la totalidad de las cuencas del río Serpis, Jaraco y Beniopa y las subcuencas litorales comprendidas entre el límite sur del término de Cullera y el límite norte del término de Oliva.
- MARINA ALTA: Comprende la totalidad de las cuencas de los ríos Girona y Gorgos y las subcuencas litorales comprendidas entre el límite norte del término municipal de Oliva y la margen izquierda del río Algar.
- MARINA BAJA: Comprende las cuencas propias de los ríos Algar y Amadorio y las subcuencas litorales comprendidas entre el río Algar y el límite sur del término municipal de Villajoyosa.
- VINALOPÓ-ALACANTÍ: Comprende las cuencas propias de los ríos Monegre, Rambla de Rambuchar y Vinalopó y las subcuencas litorales comprendidas entre el límite norte del término municipal de El Campello y la divisoria con la Confederación Hidrográfica del Segura.

Los acuíferos cubren prácticamente todo el ámbito territorial de la CHJ. En el Plan de cuenca del Júcar se definieron 52 unidades hidrogeológicas para gestionar racionalmente esos acuíferos (véase la figura siguiente).



Figura 20. Unidades Hidrogeológicas de la Confederación Hidrográfica del Júcar y unidades hidrogeológicas compartidas con otras Confederaciones.

## 2.2 Caracterización meteorológica de las sequías

### 2.2.1 Introducción

Se ha realizado una caracterización meteorológica de las sequías históricas ocurridas en la Confederación Hidrográfica del Júcar en el periodo comprendido entre el año hidrológico 1940/41 y el año hidrológico 2000/01. Este periodo incluye el año hidrológico 1999/2000 en el que se produjo la última sequía, si se exceptúa la que se está viviendo durante el presente año 2005 y que será incorporada en siguientes versiones de este documento.

### 2.2.2 Caracterización regional global

En la figura adjunta se muestra la evolución de la precipitación anual en mm en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar, para el período 1940/41 – 2000/01. De la observación del gráfico cabe sacar las siguientes conclusiones:

- La precipitación media para toda la cuenca, en el período considerado, se cifra en 498 mm, con una desviación típica de 190 mm y un coeficiente de variación del 22 %.
- La precipitación anual se sitúa en el periodo analizado por encima de la media en 27 años (45%) y están por debajo de dicha media 33 años (55%).
- También se observa la alta probabilidad de que se produzcan más de dos años seguidos con precipitación inferior a la media; así sucede en los períodos 1941 – 1944, 1952-1954, 1977 – 1986, 1991 –1995 y 1997 - 2000.

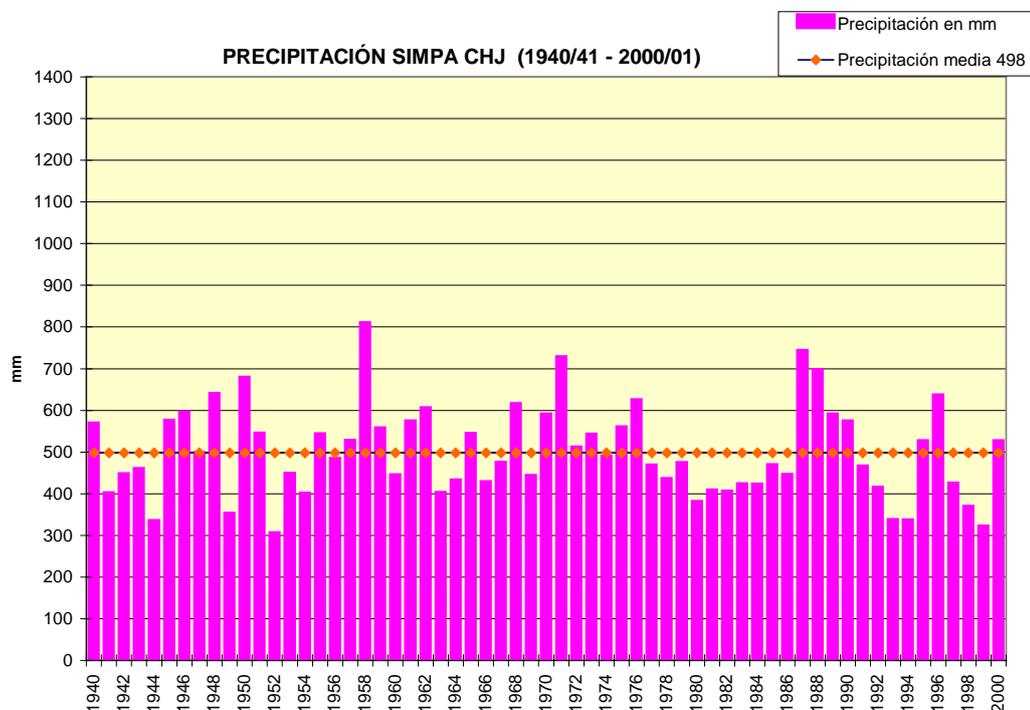


Figura 21. Evolución de la precipitación anual en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar

Resulta útil para la identificación de ciclos secos y húmedos analizar la curva de la desviación acumulada de la precipitación media anual para todo el ámbito de la CHJ (figura adjunta). En esta curva se observa la alternancia de ciclos húmedos (tramos ascendentes de la gráfica) y secos (tramos descendentes de la gráfica).

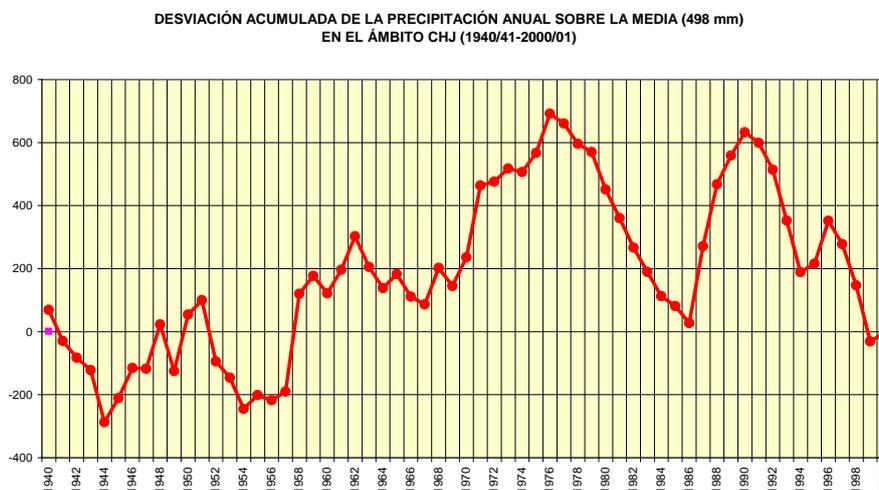


Figura 22. Evolución de la desviación acumulada de la precipitación anual respecto a la media en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Período	Duración (años)	Tipo de ciclo	P media(mm)
1940/41-44/45	5	Seco	463
1945/46-51/52	7	Húmedo	550
1952/53-54/55	3	Seco	383
1955/56-62/63	8	Húmedo	566
1963/64-67/68	5	Seco	455
1968/69-76/77	9	Húmedo	565
1977/78-86/87	10	Seco	432
1987/88-90/91	4	Húmedo	649
1991/92-94/95	4	Seco	387
1995/96-96/97	2	Húmedo	580
1997/98-99/00	3	Seco	370
2000/01	1	Húmedo	525

Tabla 3: Distribución de ciclos secos y húmedos en el ámbito de la CHJ (1940/41-2000/01)

Del análisis de la tabla anterior se puede concluir que:

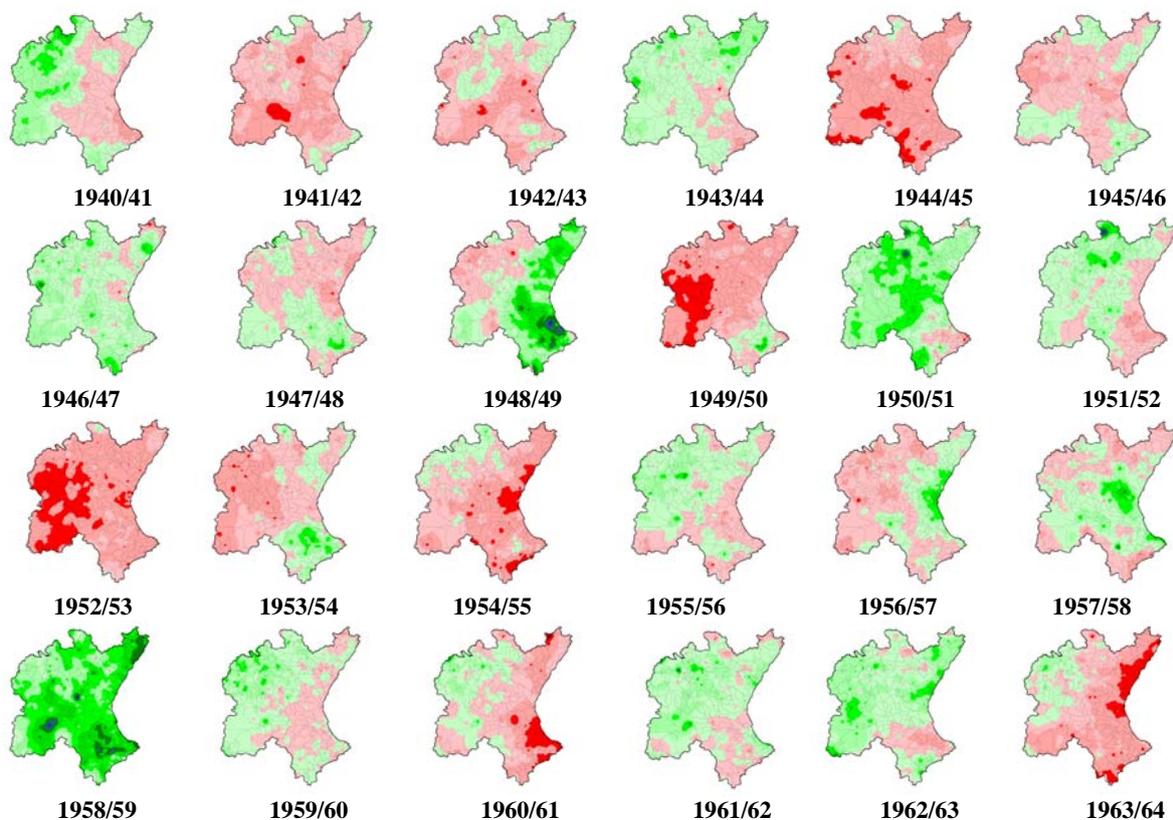
- Entre el año 1940/41 y el año 2000/01 se han alternado en la cuenca cinco periodos de precipitación anual por encima de la media y seis ciclos de precipitación anual inferior a la media, sin que se observe un patrón específico de duración temporal.
- El ciclo “seco”(valores de precipitación anual por debajo de la media) de mayor duración (10 años) es el comprendido entre los años 1977/78 –1986/87, con precipitación media de 432 mm y el de menor precipitación media (370 mm) y duración de tres años, el comprendido entre 1997/98 –1999/00.

- Desde el año el año 1990/91 se han producido siete años “secos” con precipitación media anual inferior a los 400 mm, separados sólo por dos años de precipitación superior a la media 1995/96-1996/97.

El análisis realizado pone de manifiesto, tal y como señala LLAMAS (1999) para el clima de España y el del resto de los países mediterráneos, los siguientes hechos en la Confederación Hidrográfica del Júcar:

- La precipitación presenta una gran variabilidad interanual (coeficiente de variación de la serie de precipitación alto, del 22 %).
- No es posible identificar fenómenos periódicos o cíclicos.
- Los períodos secos son más frecuentes que los húmedos, si bien estos últimos pueden ser más intensos, es decir, que se desvían más de la media.
- Se pueden producir períodos secos largos de duración superior a los siete años.

Con el fin de analizar, a escala de cuenca, el alcance espacial de los ciclos temporales de precipitación por debajo de la media, en la figura adjunta se muestra, para cada uno de los años del período analizado, la distribución espacial del porcentaje de desviación de la precipitación anual con respecto a la media (los ciclos de precipitación anual por debajo de la media se han representado en amarillo, así como el año más seco del ciclo aparece marcado en naranja).



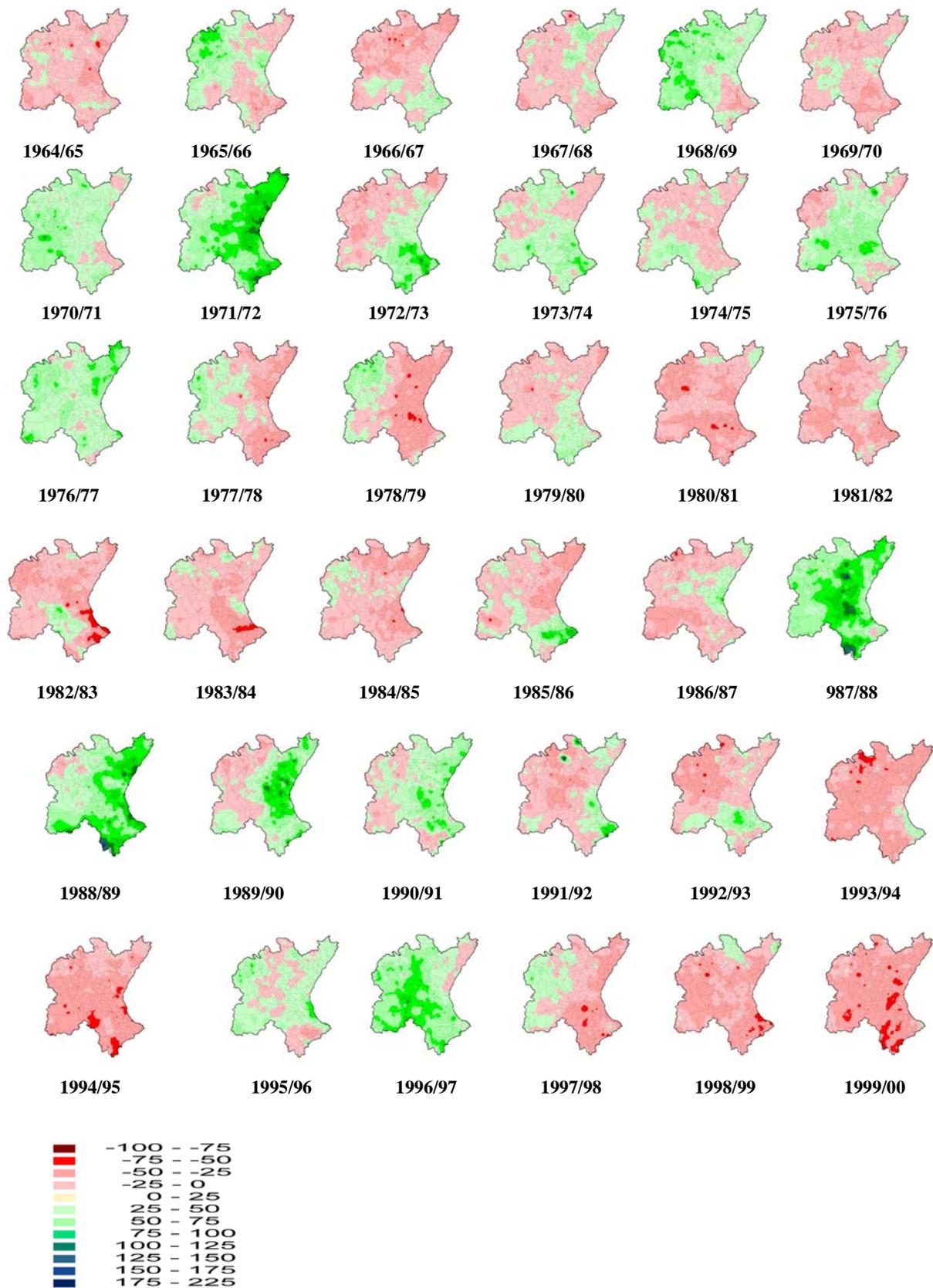


Figura 23. Distribución espacial del porcentaje de desviación de la precipitación anual con respecto a la media del período 1940/41 – 1999/00.

De la observación de la figura anterior pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- En los años más secos de cada ciclo los porcentajes de desviación con respecto de la media son negativos en toda la cuenca aunque con diferente grado; es decir, que la sequía meteorológica afecta a toda la cuenca aunque con grados de intensidad matizados (ver años 1944/45; 1952/53; 1963/64; 1980/81, 1999/00).
- En todos los años de los ciclos secos identificados, se observa que coexisten sectores con porcentajes de desviación positivos (precipitación por encima de la media en verde) con otros con porcentajes de desviación negativos ( precipitación por debajo de la media, rosas y rojos).
- En la distribución espacial del grado y signo de las desviaciones observadas se hace patente una marcada diferenciación entre el sector costero y las zonas de interior y el norte y el sur de la cuenca (ver años 1940/41,1952/53, 1953/54, 1963/64, 1978/79, 1991/92, 1992/93, 1997/98).
- Las zonas más lluviosas identificadas tienden a mantener precipitaciones por encima de la media aunque con reducción progresiva de superficie a lo largo del ciclo.

Se observa, por estimación visual, que en los años de mayor déficit aparecen unas zonas que sistemáticamente presentan porcentajes negativos de desviación elevados ( entre -50 % a -75 %): Mancha Oriental en el Júcar y comarcas del Vinalopó y Alacantí. La distribución de “rojos” en el resto de las zonas no muestra un patrón definido.

Con el objetivo de cuantificar la duración e intensidad de los ciclo “secos”, en el sentido de secuencias de años con precipitación inferior a la media, se ha calculado el Índice de Precipitación Estandarizado SPI (McKee et al., 1993) en el supuesto de que la serie de datos de precipitación anual se ajusta a una distribución normal de media 0 y desviación típica 1.

El índice SPI viene definido por la siguiente expresión:

$$SPI = (X_i - MX_i) / S$$

En donde:

- *SPI* : Es el índice de precipitación anual estandarizado.
- *X<sub>i</sub>* : Es la precipitación anual del año i, para i = 1940/41,.....,2000/01.
- *MX<sub>i</sub>* : Es la media de la precipitación anual en el período
- *S* : Es la desviación típica o estándar de la serie de precipitación anual del período 1940/41 – 2000/01

La intensidad o gravedad de la sequía meteorológica viene definida por los siguientes valores del SPI con las probabilidades de ocurrencia que se indican (según gradación establecida por Agnew, C.T.,1999):

Intensidad de sequía	Valor del SPI	Probabilidad de ocurrencia en 60 años
Extrema	< -1,65	< 5% de los años
Severa	< -1,28	< 10 % de los años
Moderada	< -0,84	< 20 % de los años
Leve a inexistente	-0,84 < SPI < 0,00	20% - 50 % de los años

Tabla 4. Intensidad y probabilidad de ocurrencia de sequías meteorológicas en función del valor del SPI (Agnew, C.T., 1999)

Para definir periodos secos y su magnitud, se han seguido los siguientes criterios:

- El período seco se inicia cuando el valor del SPI o el acumulado de varios años es negativo e inferior a  $-0,84$  y termina cuando retorna el valor positivo.
- La intensidad y gravedad de un período seco ó húmedo corresponde a la suma de los SPI de cada uno de los años que lo integran.

En la figura adjunta se muestra el SPI de la precipitación anual del período 1940/41 a 2000/01 identificándose los períodos secos de más de tres años seguidos que se muestran en la tabla adjunta, en base a los criterios anteriormente expuestos.

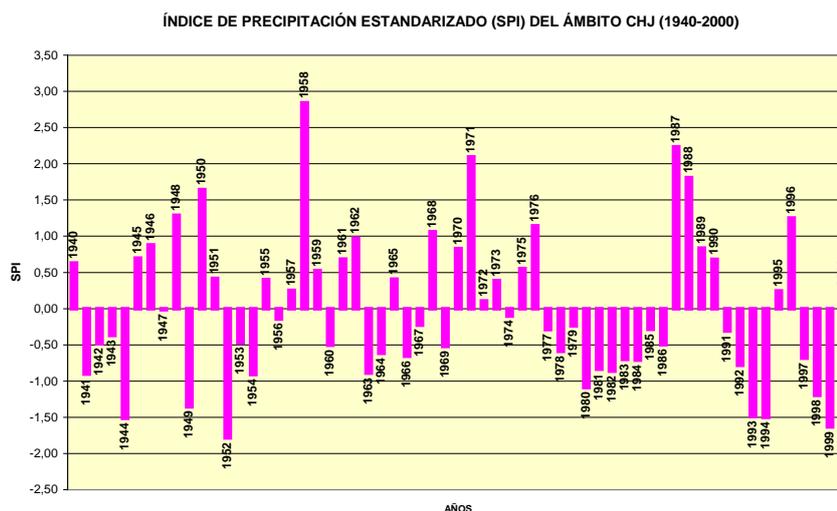


Figura 24. Evolución del Índice SPI de la precipitación anual en la CHJ

Período	SPI medio periodo	Clasificación media periodo	SPI acumulado	Clasificación SPI acumulado
1941/42 – 44/45 (4 años)	-0,82 (4°)	Leve	-3,27 (3°)	Extrema
1952/53 - 54/55 (3 años)	-1,06 (2°)	Moderada	-3,17 (4°)	Extrema
1977/78 - 86/87 (10 años)	-0,61 (5°)	Leve	-6,09 (1°)	Extrema
1991/92 - 94/95 (4 años)	-1,02 (3°)	Moderada	-4,88 (2°)	Extrema
1997/98 - 99/00 (3 años)	-1,13 (1°)	Moderada	-2,27 (5°)	Extrema

Tabla 5. Gradación de la intensidad de sequías meteorológicas en el ámbito de la CHJ a partir de los datos de precipitación anual (período 1940/41-2000/01).

### 2.2.3 Caracterización regional por sistemas de explotación

En la tabla adjunta se muestra la distribución de ciclos secos y húmedos para cada sistema de explotación según los valores de desviación acumulada de la precipitación anual.

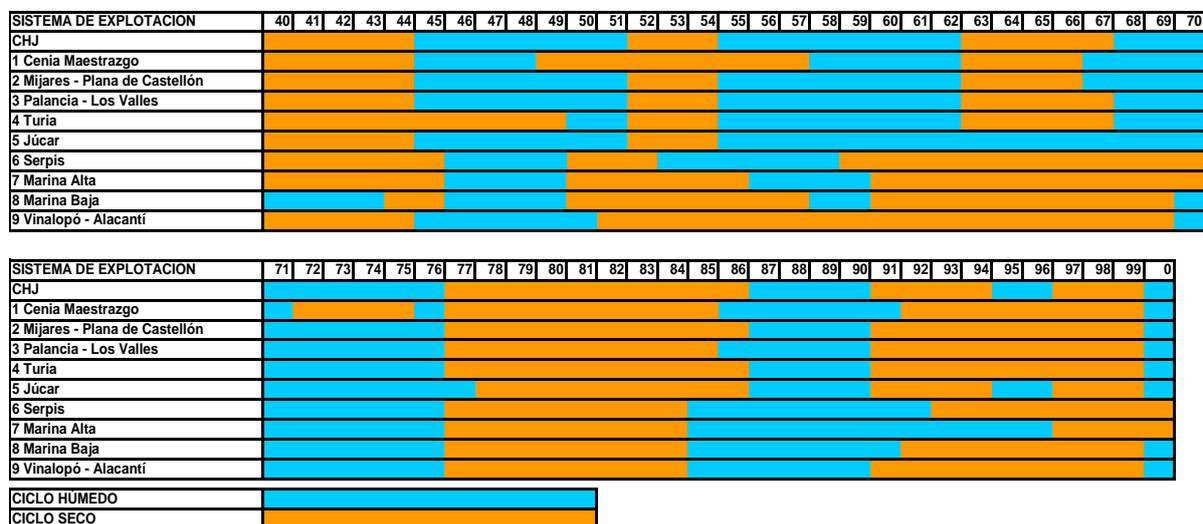


Tabla 6. Ciclos secos de precipitación en los sistemas de explotación de la CHJ

De la observación de la tabla cabe sacar las siguientes conclusiones: a) en la cuenca hidrográfica del Júcar la distribución y duración de ciclos secos y húmedos varía de un sistema de explotación a otro; b) no obstante, se distinguen algunos ciclos meteorológicos secos comunes que se distribuyen con las siguientes particularidades:

- *Periodo 1940/41 - 1945/46.* Este ciclo en el Turia se extiende hasta el año 1949/50 y en el sistema Marina Baja afecta sólo a los años 1944/45 y 1945/46.
- *Periodo 1952/53 – 1954/55.* En el sistema Cenia – Maestrazgo se extiende entre los años 1949/50 y 1957/58, en el Serpis abarca del 49/50 al 52/53, en Marina Alta va del año 49/50 al 55/56 y en la Marina Baja se extiende desde el año 1949/50 al 1957/58. En el sistema Vinalopó - Alacantí se inicia en 1949/50 y se extiende hasta 1968/69 (casi 20 años de precipitaciones decrecientes).
- *Periodo 1963/64 – 1967/68.* Este período no afecta al Júcar; en el Serpis se extiende entre los años 1959/60 a 1970/71, en la Marina Alta abarca toda la década de los 60
- *Período 1973/74 - 1975/76.* Sólo afecta al sistema Cenia – Maestrazgo.
- *Período 1977/78 – 1986/87.* Este ciclo seco, el de mayor duración, afecta de forma generalizada a todos los sistemas de explotación de la Cuenca. En los sistemas Serpis, Marina Alta, Marina Baja y Vinalopó – Alacantí finaliza en el año 1984/85; en el resto se extiende hasta los años 1985/86 y 1986/87.
- *Década de los 90.* En esta década se inicia en toda la cuenca un ciclo seco a partir de los años 1991/92 – 1992/93, con las siguientes particularidades:
  - En la Marina Alta no comienza hasta el año 1997/98.
  - En el Júcar se intercalan dos años húmedos seguidos 1995/96 y 1996/97.
  - En el Serpis y Marina Alta se extiende hasta el año 2000/01.

En la tabla adjunta se indica la duración de los ciclos secos según el cálculo del SPI realizado, considerando el inicio del ciclo en el momento en que es SPI acumulado alcanza un valor inferior a  $-1,28$  indicativo de sequía meteorológica severa a extrema.

SISTEMA DE EXPLOTACION	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
CHJ																																
1 Cenia Maestrazgo																																
2 Mijares - Plana de Castellón																																
3 Palancia - Los Valles																																
4: Turia																																
5: Júcar																																
6: Serpis																																
7:Marina Alta																																
8:Marina Baja																																
9: Vinalopó - Alacantí																																

SISTEMA DE EXPLOTACION	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	
CHJ																															
1 Cenia Maestrazgo																															
2 Mijares - Plana de Castellón																															
3 Palancia - Los Valles																															
4: Turia																															
5: Júcar																															
6: Serpis																															
7:Marina Alta																															
8:Marina Baja																															
9: Vinalopó - Alacantí																															
CICLO SECO SEVERO-EXTREMO																															

Tabla 7. Duración de los ciclos secos severos-extremos en los sistemas de explotación de la CHJ según el índice de precipitación estandarizado (año de inicio acumulado  $< -1,28$ ).

Los ciclos identificados, en los que uno o varios sistemas de explotación sufren un período de sequía meteorológica extrema en las condiciones establecidas, son los siguientes:

- 1940/41 - 1944/45. Este ciclo seco no afecta a los sistemas Mijares – Plana de Castellón ni a la Marina Baja.
- 1951/52 – 195/58. Este ciclo no afecta al Serpis y el más afectado resulta ser el Vinalopó – Alacantí.
- 1963/64 - 1970/71. Este ciclo sólo afecta a los sistemas Serpis y Marina Baja.
- 1973/74 - 1975/76. Este ciclo sólo afecta al sistema de explotación Cenia – Maestrazgo.
- 1977/78 - 1986/87. Este ciclo seco es el de mayor duración con sequía de grado severo a extremo como consecuencia de su mayor duración, resultan como más afectados los sistemas de explotación Palancia – Los Valles, Júcar y Turia y los menos: Marinas Alta y Baja y Vinalopó – Alacantí.
- 1991/92 - 2000/01. En este ciclo el sistema de explotación más afectado resulta ser el nº 3: Palancia – Los Valles y los que menos el nº 6: Serpis y nº 7: la Marina Alta.

### 2.3 Caracterización hidrológica de las sequías

Para la caracterización hidrológica de sequías se han utilizado los siguientes datos:

- Aportaciones totales anuales restituidas a régimen natural generadas por el modelo SIMPA para el período 1940/41 –2000/01.
- Volúmenes medios anuales embalsados en las principales infraestructuras de regulación, excepto en el caso de los sistemas de explotación: Marina Alta y Vinalopó – Alacantí, que carecen de regulación significativa.

Para la determinación de ciclos secos de aportación y de volumen medio anual embalsado se ha utiliza un índice estandarizado con procedimiento de obtención idéntico al SPI y definido por la siguiente expresión:  $I.E. = (X_i - MX_i) / S$ , bajo la hipótesis estadística de que ambas series de datos se ajustan a una distribución normal de media cero y desviación típica 1.

En donde:

- I.E. : Es el índice de aportación o volumen medio anual embalsado estandarizado.
- $X_i$  : Es la aportación total anual o el volumen medio anual embalsado del año  $i$ , para  $i = 1940/41, \dots, 2000/01$ .
- $MX_i$  : Es la media de la aportación total anual o volumen medio anual embalsado en el período 1940/41 a 2000/01.
- $S$  : Es la desviación típica o estándar de la serie de aportación total anual o volumen medio anual embalsado del período 1940/41 – 2000/01 .

### 2.3.1 Caracterización regional global

En la figura adjunta se muestra la aportación total anual, según datos obtenidos del modelo SIMPA, para el período 1940/41 – 2000/01, en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

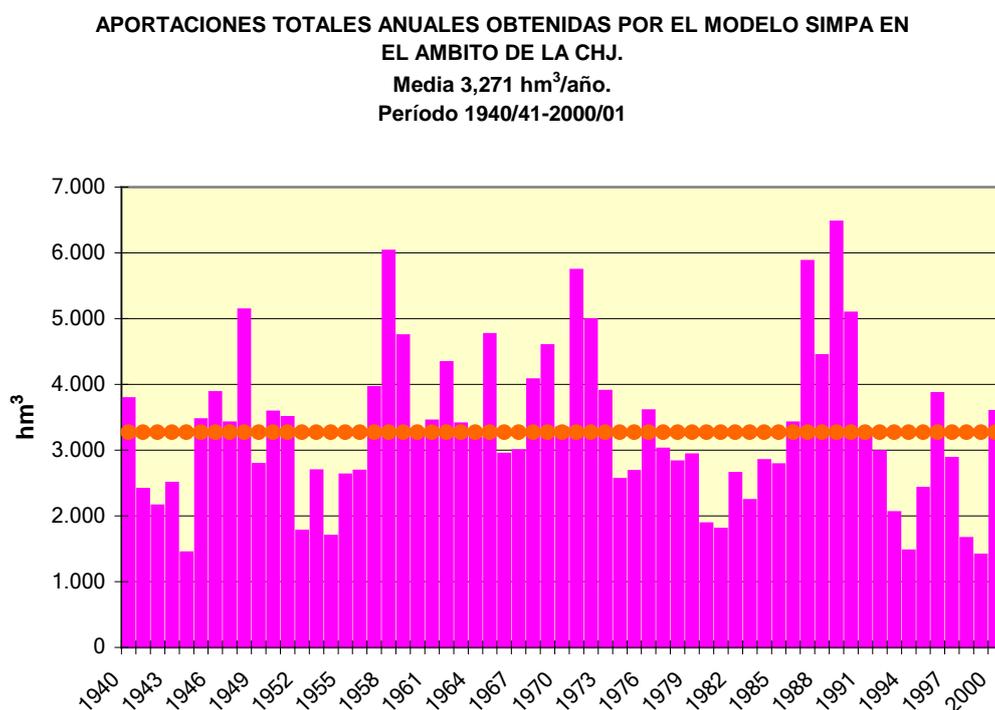


Figura 25. Aportaciones totales en la CHJ

El análisis de la distribución temporal de aportaciones pone de relieve los siguientes hechos:

- La aportación media anual del período se cifra en 3.271 hm<sup>3</sup> con un máximo de 6.431 hm<sup>3</sup> en el año 1989/90 y un mínimo de 1.368 hm<sup>3</sup> en el año 1999/00. La desviación típica se cifra en 1.167 hm<sup>3</sup> y el coeficiente de variación es elevado y alcanza el 36 %, lo que da idea de la irregularidad de las aportaciones.
- Del período de 60 años abarcado, 27 años tienen una aportación superior al valor medio y 33 años lo tienen por debajo de la media. Estos años se agrupan en los siguientes ciclos de duración igual o superior a los dos años (ver tabla adjunta)

Ciclo	Duración (años)	Aportación media (hm <sup>3</sup> )	Gradación de ciclos pésimos
1941/42-1944/45	4	2.087	1º 1997/98 – 1999/00
1952/53-1956/57	5	2.254	2º 1941/42 – 1944/45
1966/67-1967/68	2	2.930	3º 1952/53 – 1956/57
1974/75-1975/76	2	2.579	4º 1991/92 – 1995/96
1977/78-1985/86	9	2.524	5º 1977/78 – 1986/87
1991/92-1995/96	5	2.396	6º 1974/75 – 1975/76
1997/98-1999/00	3	1.948	7º 1966/67 – 1967/68

Tabla 8: Ciclos de mínima aportación en la Confederación Hidrográfica del Júcar y su duración (período 1940/41 – 2000/01)

Teniendo en cuenta la aportación media de cada ciclo, se obtiene una clasificación relativa de los ciclos según su severidad. Esta clasificación se refleja en la columna derecha de la tabla. El ciclo de menor aportación por año resulta ser el 1997/98-1999/00.

Para la determinación de la intensidad y duración precisa de los ciclos de aportación mínima y su comparación con los de precipitación y volumen medio anual embalsado, se ha utilizado un índice de aportación estandarizado mediante un procedimiento de cálculo idéntico al utilizado con el SPI. Los resultados obtenidos a escala de toda la cuenca se muestran en la figura adjunta.

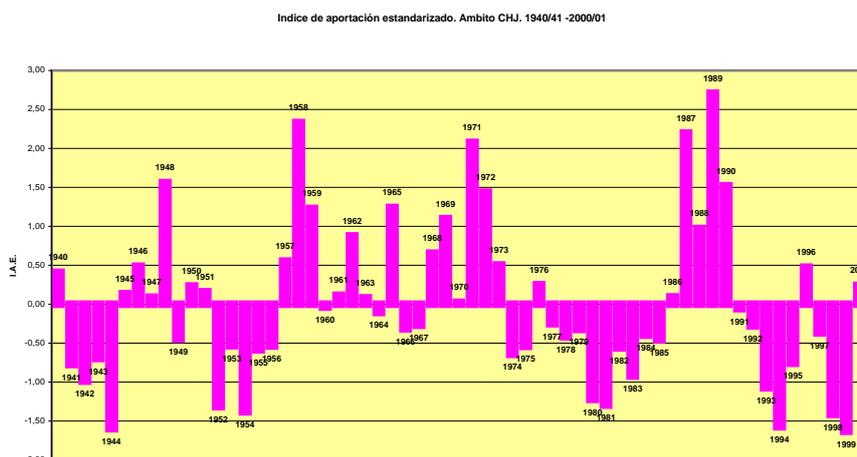


Figura 26. Índice de precipitación standarizado en la CHJ

Sobre la base de la figura se identifican en la tabla adjunta los siguientes ciclos de aportación con índice estandarizado negativo con las características que se indican:

Período	Duración (años)	Aportación media anual (hm <sup>3</sup> /año)	% con respecto a la media	Índice estandarizado medio anual
1941/42 – 1944/45	4	2.087	36	-1,01
1952/53 – 1956/57	5	2.234	40	-0,87
1977/78 – 1985/86	9	2.314	38	-0,65
1991/92 – 1995/96	5	2.397	36	-0,75
1997/98 – 1999/00	3	1.943	48	-1,14

Tabla 9: Ciclos con índice estandarizado de aportación negativo en el ámbito de la C.H.J. durante el período 1940/41 – 2000/01

El ciclo de mayor intensidad y menor duración es el 1997/98 – 1999/00 y el ciclo de mayor duración aunque de menor intensidad es 1977/78 – 1985/86.

### 2.3.2 Caracterización regional de las aportaciones por sistemas de explotación

La aportación media anual del período 1940/41 – 2000/01, el valor máximo y mínimo, la desviación típica y el coeficiente de variación se muestran en la tabla adjunta.

Período 1940/41 – 2000/01	CHJ	Cenia - Maestrazgo	Mijares – Plana Castellón	Palancia – Los Valles	Turia	Júcar	Serpis	Marina Alta	Marina Baja	Vinalopó - Alacantí
Medias	3.271	240	358	71	437	1.686	165	177	55	82
Desviación típica	1.167	134	151	53	179	575	122	112	46	64
Coefficiente Variación (%)	36	56	42	75	41	34	74	63	83	78

Tabla 10: . Aportaciones en los sistemas de explotación de la Confederación Hidrográfica del Júcar y sus estadísticos básicos (período 1940/41 – 2000/01)

El coeficiente de variación medio de los datos analizados en los nueve sistemas de explotación es del 58 %, lo que da idea de la gran irregularidad en la distribución anual de las aportaciones.

La distribución de años en torno a la media y la aportación por unidad de superficie en cada sistema es la siguiente.

Sistema de Explotación	Aportación media 1940/41- 2000/01 (hm <sup>3</sup> /año)	Nº años por encima de la media	Nº años por debajo de la media	Superficie km <sup>2</sup>	Aportación específica (hm <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> )
1 Cenia – Maestrazgo	240	24	36	1.875	0,128
2 Mijares – Plana de Castellón	358	22	38	5.466	0,065
3 Palancia – Los Valles	71	21	39	1.159	0,061
4 Turia	437	26	34	6.913	0,063
5 Júcar	1.686	32	28	22.379	0,075
6 Serpis	165	21	39	990	0,166
7 Marina Alta	177	23	37	839	0,211
8 Marina Baja	55	20	40	583	0,094
9 Vinalopó - Alacantí	82	24	36	2.786	0,029

Tabla 11: Aportación media y aportación específica en los sistemas de explotación de la Confederación Hidrográfica del Júcar y su distribución en torno a la media (período 1940/41-2000/01).

En general se han registrado más años con aportación por debajo de la media. La máxima aportación específica se ha registrado en la Marina Alta y la mínima en el Vinalopó – Alacantí.

Para cada sistema de explotación también se ha evaluado el índice de aportación estandarizado en el período 1940 –2000. En la tabla adjunta se muestra la distribución de ciclos de aportación por debajo de la media en cada sistema de explotación comparándolos con los identificados para toda la CHJ.

Sistema Explotación	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
CHJ																																
Cenia																																
Maestrazgo																																
Mijares - Plana de Castellón																																
Palancia Los Valles																																
Turia																																
Júcar																																
Serpis																																
Marina Alta																																
Marina Baja																																
Vinalopó - Alacantí																																

Sistema Explotación	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0	
CHJ																															
Cenia																															
Maestrazgo																															
Mijares - Plana de Castellón																															
Palancia Los Valles																															
Turia																															
Júcar																															
Serpis																															
Marina Alta																															
Marina Baja																															
Vinalopó - Alacantí																															

Tabla 12: Ciclos secos de aportación en la CHJ /1940/41 – 2000/01 (Índice de aportación estandarizado negativo)

La afección espacial y temporal de los ciclos identificados a escala de cuenca en cada sistema de explotación ha sido el siguiente:

Ciclo 1941/42 – 1944/45:

En los sistemas de explotación Mijares – Plana de Castellón, Palancia – Los Valles, Serpis y Marina Alta se inicia en el año 1940; en Júcar, Serpis, y las Marinas se extiende al año 1945/46.

Sobre la base de la duración observada con déficit de aportación, el sistema Palancia – Los Valles es el más afectado en este ciclo (el déficit se extiende entre 1940/41 a 1947/48).

Ciclo 1952/53 – 1956/57

Afecta a todos los sistemas de explotación septentrionales y tiene escasa incidencia en los sistemas Serpis, Marinas y Vinalopó – Alacantí; si bien en estos últimos sistemas se observa un período de aportaciones deficitarias que va de 1950/51 a 1952/53.

### Ciclo 1959/60 – 1970/71

Este ciclo a escala de cuenca no aparece definido, pero si se observa en los sistemas Serpis, Marinas y Vinalopó –Alacantí.; afecta escasamente a los sistemas Júcar y Turia y en el resto se manifiesta en secuencias de 2 a 3 años con déficit de aportaciones que intercalan uno o dos años de aportación por encima de la media

### Ciclo 1977/78 – 1985/86

Es el de mayor duración y afecta a todos los sistemas. Va precedido de un ciclo con algunos años con déficit de aportación ubicados, según el sistema, entre 1973/74 y 1976/77.

Por duración y años con aportación superior a la media intercalados, el sistema menos afectado es el Júcar y los más afectados son Mijares – Plana de Castellón, Palancia – Los Valles y Turia.

### Ciclo 1991/92 –2000/01

Engloba los períodos 1991/92 a 1995/96 y 1997/98 –1999/00 identificados a escala de cuenca; afecta a todos los sistemas de explotación; en el Turia se extiende entre el 92 y el 95 y en Serpis, Marinas y Vinalopó – Alacantí se extiende hasta el año 2.000.

De la descripción realizada se deduce que los ciclos secos de aportaciones identificados a escala de toda la CHJ no se manifiestan con la misma intensidad, duración y cronología en los diferentes sistemas de explotación.

### 2.3.3 Caracterización regional de los volúmenes embalsados

Como factor caracterizador de la sequía hidrológica también se han utilizado los datos de los volúmenes medios almacenados en los principales embalses de la Confederación Hidrográfica del Júcar, excepto en los sistemas de explotación Marina Alta, que carece de regulación artificial y Vinalopó – Alacantí, cuya regulación es poco significativa.

Los datos disponibles de cada embalse abarcan el período 1959/60 –2000/01. En la figura adjunta se muestra la distribución de estos volúmenes en el período analizado a escala de toda la CHJ.

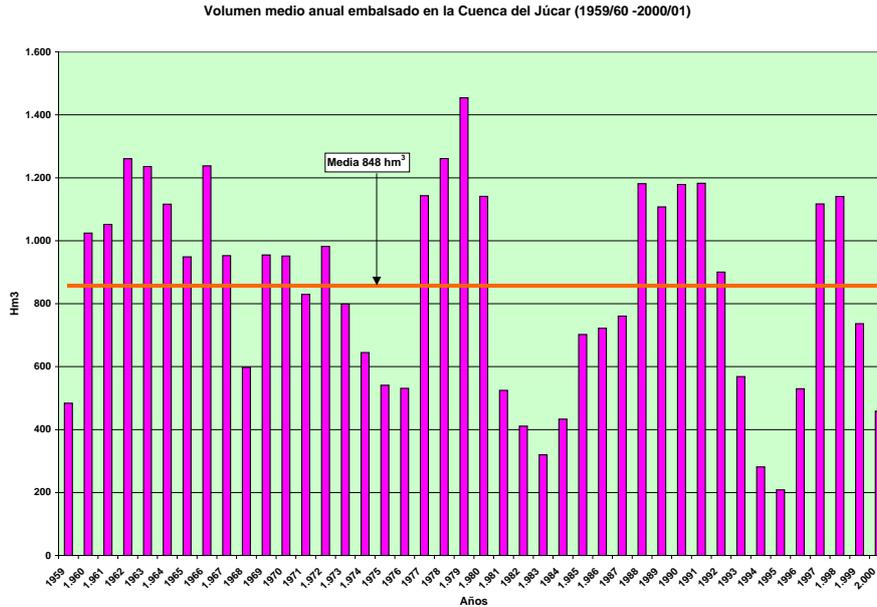


Figura 27. Evolución del volumen medio anual embalsado en la CHJ

La capacidad de regulación de la Confederación Hidrográfica del Júcar se cifra actualmente en unos 3.000 hm<sup>3</sup> (Tous no estuvo operativa hasta marzo del 94); en el período analizado el volumen medio anual embalsado ha sido de 848 hm<sup>3</sup>, un 29 % de la capacidad total de regulación actual. La distribución de estos valores es lógicamente similar a la de las precipitaciones totales anuales y a la de las aportaciones con un predominio de años por debajo de la media e irregularidad en la distribución temporal.

Los ciclos de volumen medio anual embalsado mínimo se han determinado mediante la elaboración de un índice de volumen medio anual embalsado estandarizado de procedimiento de cálculo y significación estadística idéntica al del SPI.

A escala de la CHJ se diferencian los siguientes períodos de volumen medio anual embalsado mínimo (índice estandarizado negativo).

Período	Volumen medio almacenado/año (hm <sup>3</sup> )	% respecto capacidad de regulación en la época
1973/74 – 1976/77	629	25 (sobre 2.511 hm <sup>3</sup> )
1981/82 – 1987/88	553-	21 (sobre 2.643 hm <sup>3</sup> )
1993/94 – 1996/97	397	13 (sobre 2.983 hm <sup>3</sup> )
1999/00 – 2000/01	598	20 (idem anterior)

Tabla 13: Período de volumen medio anual embalsado mínimo en la C.H.J. (1959 –2001)

Para el mismo período se ha calculado la distribución temporal del índice en cada sistema de explotación con los resultados que se muestran en la tabla adjunta.

Sistema Explotación	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0									
CHJ																																																			
Cenia - Maestrazgo																																																			
Mijares - Plana de Castellón																																																			
Palancia - Los Valles																																																			
Turia																																																			
Júcar																																																			
Serpis																																																			
Marina Baja																																																			

Tabla 14. Ciclos de volumen medio anual mínimo embalsado en la Confederación Hidrográfica del Júcar y en sus sistemas de explotación (período 1959/60 – 2000/01)

Como se observa en la tabla los períodos de mínimo volumen medio anual embalsado identificados a escala de la CHJ no son plenamente extrapolables en su aplicación a cada sistema de explotación. La explicación es que la regulación de las reservas superficiales no sólo depende del régimen de precipitaciones y aportaciones si no también de las reglas de gestión de los embalses , de la demanda que soportan y de su capacidad de regulación.

#### 2.3.4 Comparación de ciclos de sequía meteorológicos e hidrológicos

En la tabla adjunta se comparan los ciclos secos identificados en la Confederación Hidrográfica del Júcar y en cada uno de sus sistemas de explotación a partir del SPI (sequía meteorológica) y de los índices estandarizados de aportación ( sequía hidrológica, verde) y de volumen medio anual embalsado.(amarillo) para los años en que se dispone de datos de embalse (1959/60 –2000/01). Para el SPI se marcan los años en que es negativo (rojo) y aquellos en que su valor acumulado es inferior a -1,28, que como se ha comentado, se considera el inicio de la sequía meteorológica severa a extrema.

Sistema Explotación	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93			
CHJ (SPI)																																						
CHJ (SPI acumulado < -1,28)																																						
CHJ (Índice aportación estandarizado)																																						
CHJ (Índice estandarizado de VMAE)																																						
Cenia - Maestrazgo (SPI)																																						
Cenia - Maestrazgo (SPI acumulado < -1,25)																																						
Cenia - Maestrazgo (Índice de aportación estandarizado)																																						
Cenia - Maestrazgo (Índice estandarizado de VMAE)																																						
Mijares - Plano de Castellón (SPI)																																						
Mijares - Plano de Castellón (SPI acumulado < -1,28)																																						
Mijares - Plano de Castellón (Índice de aportación estandarizado)																																						
Mijares - Plano de Castellón (Índice estandarizado de VMAE)																																						
Palencia - Los Valles (SPI)																																						
Palencia - Los Valles (SPI acumulado < -1,28)																																						
Palencia Los Valles (Índice de aportación estandarizado)																																						

Tabla 15: Comparación entre los ciclos de sequía meteorológica, hidrológica y volumen medio – anual embalsado mínimo (1959/60 – 2000/01)

Se identifican como ciclos de sequía (meteorológica e hidrológica) aquellos que se inician con un SPI acumulado inferior a  $-1,28$ , e índice estandarizado de aportaciones negativo. Se considera que el ciclo termina cuando se recuperan las aportaciones.

El índice de volumen medio anual embalsado negativo no es indicativo de sequía. En la tabla se observa que los ciclos de sequía meteorológica e hidrológica coinciden con períodos de volumen medio anual embalsado mínimo. Sin embargo, aparecen secuencias de años meteorológicamente e hidrológicamente húmedos que registran volúmenes medios anuales de reservas por debajo de la media. La razón estriba en que las reservas almacenadas en un momento dado pueden obedecer, además de a la sequía, a los siguientes condicionantes:

- Regla de gestión del embalse y volumen y tipo demanda que soporta
- Que se trate de años muy húmedos y se vacíen las reservas almacenadas con vistas a que las presas actúen como defensa estructural frente al riesgo de posibles avenidas extraordinarias e inundaciones.

En las condiciones establecidas se identifican los siguientes ciclos secos en la CHJ con las características que se indican en la tabla adjunta.

Período	Duración	PM (mm)	Pm (mm)	%DPM	AM (hm <sup>3</sup> )	Am (hm <sup>3</sup> )	%DAM	VM (hm <sup>3</sup> )	Vm (hm <sup>3</sup> )	%DVMAE
1942-44	3	412	333	- 17	1.994	1.405	- 39	S.D	S.D	S.D
1952-56	5	435	304	- 13	2.254	1.657	- 31	S.D	S.D	S.D
1963-64	2	416	401	- 16	3.258	3.149	- 0,3	1.176	1.116	32
1966-67	2	455	426	- 9	2.930	2.904	- 10	1.095	1.095	12
1980-86	6	420	379	- 16	2.478	1.762	- 46	608	320	- 28
1992-95	4	402	334	- 19	2.195	1.433	- 56	490	208	- 75
1998-99	2	344	320	- -31	1.495	1.368	- 54	939	737	- 13

**PM:** precipitación media anual del período en mm; **Pm:** Precipitación del año más seco del ciclo; **%DPM:** Porcentaje de desviación de PM sobre la media del período 1940-2000 (498 mm); **AM:** aportación media anual del período; **Am:** aportación en el año mas seco del ciclo; **%DAM:** Porcentaje de desviación de AM sobre la media del período 1940-2000 (3.271 hm<sup>3</sup>); **VM:** Media del volumen medio anual embalsada en el período; **Vm:** Volumen medio anual embalsado en el año más seco; **% DVMAE:** Porcentaje de desviación de VM sobre la media del período 1940-2000 (848 hm<sup>3</sup>); S.D.: Sin datos.

Tabla 16: Características de las sequías identificadas en la Confederación Hidrográfica del Júcar (período 1940/41 – 2000/01).

De los datos de la tabla anterior se deduce que por su duración e intensidad, cabe calificar como sequías, a escala de la CHJ, los períodos 1942 – 1944; 1952 – 1956, 1980 – 1986, y 1992 –1995. De estos períodos las sequías más severas fueron la 80-86, por su duración y la 92 –95 por su intensidad.

Sobre la base de una duración de sólo dos años los ciclos 63-64; 66 –67; y 98 –99 son rachas secas, si bien en la última (año 1999/00) se registraron los mínimos históricos de precipitaciones y aportaciones del período 1940-2000.

El alcance de las sequías y rachas secas en cada uno de los sistemas de explotación fue el siguiente:

- Sequía 1942 –1944: Alcanzó el grado de severa a extrema en los sistemas Palancia – Los Valles, Turia, Júcar y Vinalopó – Alacantí.
- Sequía 1952 –1956: Afecto a todos los sistemas excepto al Palancia – Los Valles; en Cenia –Maestrazgo, Mijares – Plana de Castellón, Turia y Júcar tuvo una duración de sólo 3 años y en el resto se extendió a 4 años.
- Rachas secas 1963 –64 y 1966 –67: Afectó a los sistemas Cenia – Maestrazgo, Serpis, Marina Alta y Marina baja.
- Sequía 1980 – 1986: Afectó a todos los sistemas con grado severo a extremo; aunque en Serpis, Marina Alta y Baja y Vinalopó – Alacantí tuvo una duración temporal menor.
- Sequía 1992-1995: Con grado extremo afectó a todos los sistemas excepto a Serpis y Marina Alta
- Racha seca 1998 – 1999: Afectó a todos los sistemas de explotación. En el Turia no aparecen en este ciclo aportaciones por debajo de la media.

### 3 LAS SEQUÍAS HISTÓRICAS EN LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

#### 3.1 Análisis y auditoria de la sequía histórica 1983/84 – 1985/86

Esta sequía histórica se inscribe en el ciclo seco de precipitaciones y aportaciones 1977/78-1986/87, alcanzando especial gravedad en los años hidrológicos 1983/84 a 1985/86. En las figuras adjuntas se muestra la distribución espacial de la precipitación en el ámbito de la CHJ para estos años, así como los porcentajes de desviación de la precipitación del año hidrológico con respecto a la media del período de análisis: 1940/41 a 2000/01 (498 mm).

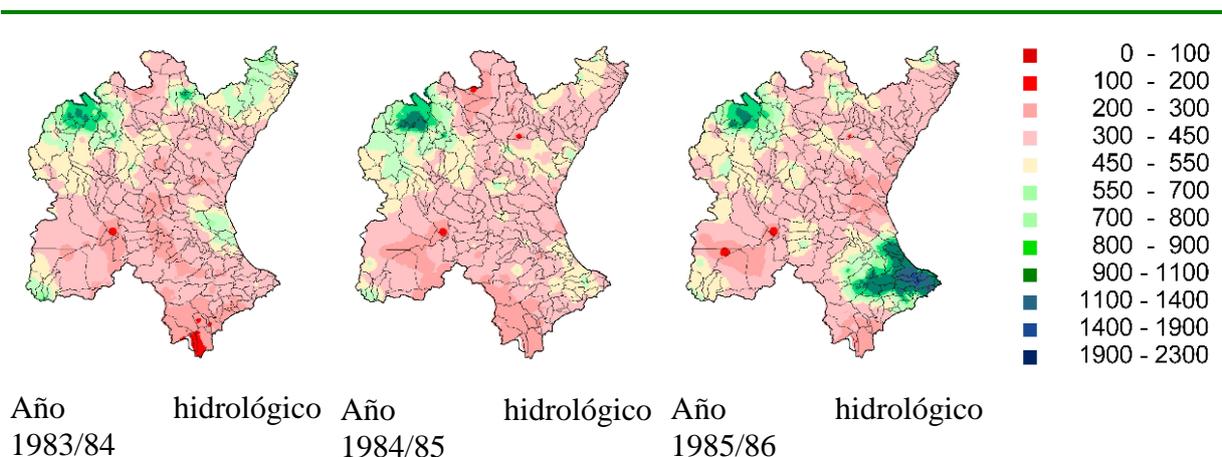


Figura 28. Distribución espacial de la precipitación anual en la Confederación Hidrográfica del Júcar durante la sequía 1983/84 a 1985/86

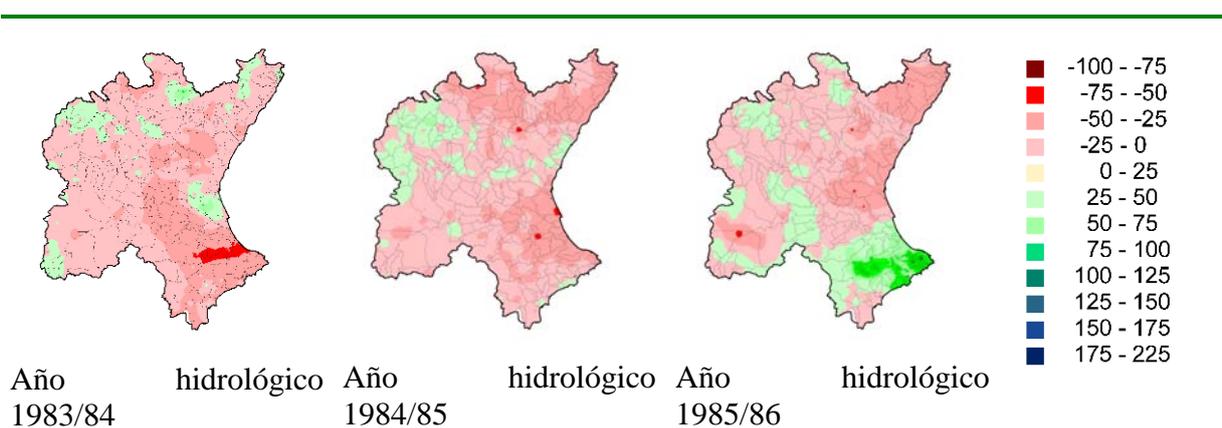


Figura 29 Distribución espacial del porcentaje de desviación de la precipitación del año hidrológico con respecto a la precipitación media anual del período 1940/41 a 2000/01, durante la sequía de los años 1983/84 a 1985/86.:

La precipitación sobre la CHJ en esos años se situó por debajo de los 450 mm y el porcentaje de desviación con respecto a la media entre el 25 y el 50 % inferior (en el año 1983/84 en el Bajo Júcar y el Serpis llegó a ser hasta un 75% inferior). Los volúmenes medios anuales embalsados se cifraron en 485 hm<sup>3</sup> (mínimo en el año 1983/84 con 320 hm<sup>3</sup>).

La excepción se localiza en la cabecera del Júcar, durante todo el ciclo, y en la Marina Alta y Bajo Júcar, en el año 1985/86 en que se produjeron precipitaciones por encima de los 900 mm (entre un 50 y 75 % superiores a la media).

El análisis de esta sequía queda recogido en el estudio D.G.O.H – C.H.J (1989), en el que se recoge un exhaustivo análisis de las “*Actas de las reuniones de la Comisión de Vigilancia de los Recursos Escasos, entre noviembre de 1983 y abril de 1985*” y que se considera de verdadero interés para los objetivos de este trabajo debido a al exhaustivo análisis que se realiza en el mismo, ya que se refiere a una época de sequía intensa, en la que la escasez de recursos sometió a la cuenca a una presión considerable y genera conclusiones de interés.

Los objetivos perseguidos con el trabajo referido fueron los siguientes:

- La identificación de posibles señales de alarma, fundamentalmente asociadas con el estado de llenado de los embalses.
- La estimación de la posibilidad real de establecer restricciones del consumo que permitieran reducir la demanda durante períodos críticos.
- La determinación de la entidad de las restricciones anteriores y la localización de los centros de consumo sobre los que se podrían aplicar con menores efectos socioeconómicos.

En primer lugar se llevó a cabo un estudio específico del período considerado, comparándolo con otros de mayor extensión, con el fin de clasificar la sequía y justificar con ello la validez de las conclusiones indicadas. Para ello, se comenzó estableciendo una clasificación de todos los años para los que se disponía de datos de aportaciones completas para el conjunto de la Confederación. Los resultados más significativos se obtuvieron por la comparación de las dos décadas de mínima aportación detectadas que se muestran en la tabla adjunta.

DÉCADA	50 / 60		75 / 85	
	PERÍODO	APORTACIÓN (hm <sup>3</sup> )	PERÍODO	APORTACIÓN (hm <sup>3</sup> )
Año más seco	1952/53	1871	1980/81	1350
Serie pésima de 2 años	1952/54	2076	1980/82	1416
Serie pésima de 3 años	1952/55	2009	1979/82	1706
Serie pésima de 4 años	1952/56	2209	1980/84	1650
Serie pésima de 5 años	1952/57	2198	1980/85	1701
Serie pésima de 6 años	1952/58	2284	1980/87	1745

Tabla 17: Aportaciones acumuladas en la Confederación Hidrográfica del Júcar en las dos décadas más secas del período 1940/41-1987/88 (DGOH –CHJ, 1989).

A la luz de estos resultados puede afirmarse, que el período de vigencia de la Comisión de sequía (noviembre de 1983 a abril de 1985), no fue el más seco dentro de la serie básica. Sin embargo se situó al final de la década pésima y, por tanto, es el que había generado un mayor número de conflictos.

La situación de la demandas en la CHJ en la década de los 80 se sintetiza en los siguientes valores (según D.G.O.H. – C.H.J.,1989):

Capacidad de regulación	2.715 hm <sup>3</sup> /año
Población	3.869.883 habitantes (según censo de 1980)
Hectáreas de riego	358.983
Demanda Urbana	369 hm <sup>3</sup>
Demanda Agrícola	2.492 hm <sup>3</sup>
Demanda Industrial	104 hm <sup>3</sup>
Demanda población turística	29 hm <sup>3</sup>
Demanda piscifactorías	310 hm <sup>3</sup>
DEMANDA TOTAL	2.950 hm <sup>3</sup>

Tabla 18: La situación de la demandas en la CHJ en la década de los 80 (según D.G.O.H. – C.H.J.,1989)

En la figura 63 se muestran las aportaciones en la Confederación Hidrográfica del Júcar para el período 1978/79 –1985/86.

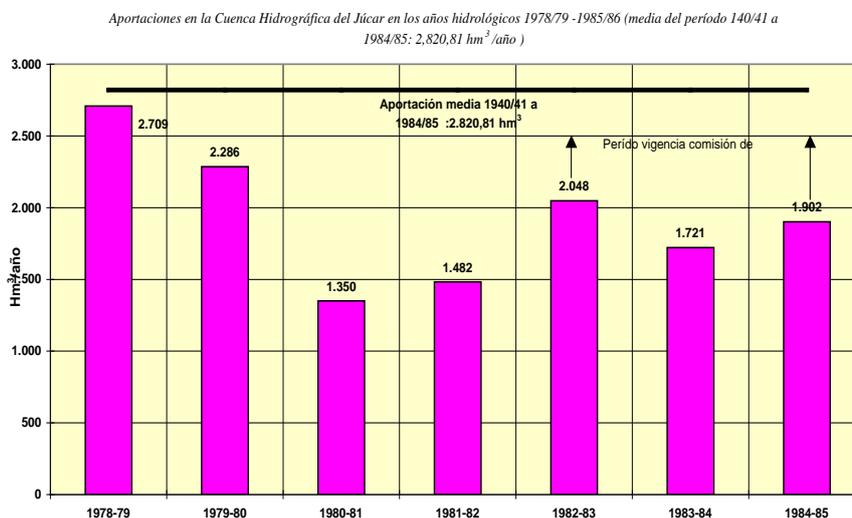


Figura 30. Aportaciones en la Cuenca Hidrográfica del Júcar en los años hidrológicos 1978/79 -1985/86 (media del período 140/41 a 1984/85: 2,820,81 hm<sup>3</sup>/año )

Con una demanda establecida en toda la Cuenca de 2.905 hm<sup>3</sup>/año, se observa que en todo el período seco documentado el balance aportaciones – demandas es deficitario.

Las reuniones de la Comisión de sequía cuya creación se apoyó en la Ley 6/1983, de 29 de Junio, sobre “medidas excepcionales para el aprovechamiento de los recursos hidráulicos, escasos a consecuencia de la prolongada sequía” se celebraron en las siguientes fechas: 25 de noviembre de 1983; 13 de febrero de 1984; 3 de abril de 1984; 25 de abril de 1984; 26 de junio de 1984; 31 de agosto de 1984; 3 de diciembre de 1984 y 17 de abril de 1985.

Los temas tratados en ellas pueden clasificarse en los siguientes grupos: a) cuestiones de orden y procedimiento, b) propuesta de obras específicas, c) propuestas de uso del recurso y d) informes sobre estados de embalses y recursos. De ellos, los dos últimos son los únicos de interés a los efectos de este estudio. En lo que se refiere a los informes sobre estado de los embalses, los contenidos en las actas se refieren a la fecha de cada una de las reuniones y, en consecuencia, no recogían el período de sequía anterior a noviembre de 1983.

Se agregan estos datos en el gráfico que se muestra en la figura adjunta en el que se recoge el volumen almacenado en los embalses para el conjunto de la CHJ entre los meses de octubre de 1978 y 1985, las aportaciones totales mensuales a los embalses de la cuenca, los hitos cronológicos de actuación en el periodo de vigencia de la Comisión de sequía y los estados de sequía, según el sistema de indicadores de la CHJ descrito en el capítulo 5.

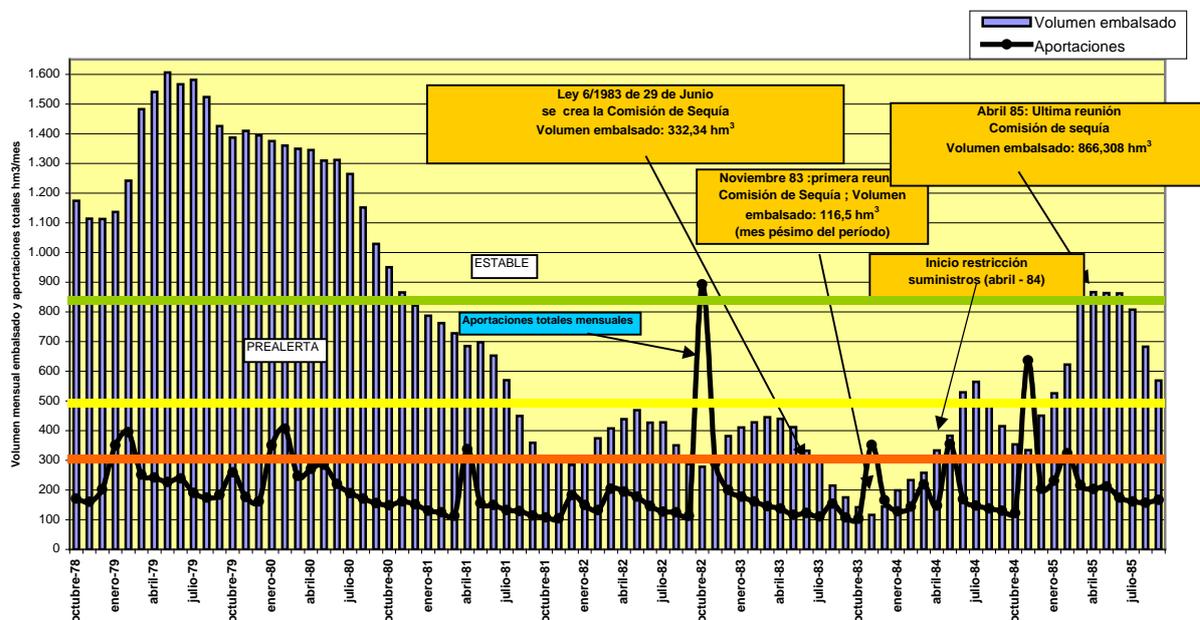


Figura 31. Evolución del volumen mensual embalsado y aportaciones totales en la Confederación Hidrográfica del Júcar en el período seco 1978/79 - 1984/85

El descenso de las precipitaciones y aportaciones se inició en el año 1977/78. En el gráfico adjunto se reflejan los siguientes hechos:

- Entre octubre del 78 y mayo del 79 se observa un incremento de las reservas reguladas producto del incremento de las aportaciones habido en los meses de enero y febrero de 1979: Se pasa de 1.174 hm<sup>3</sup> regulados (43 % de la capacidad total) a 1.606 hm<sup>3</sup> (59% de la capacidad total).
- Entre mayo del 79 y noviembre de 1983 (primera reunión de la comisión de sequía) las reservas superficiales almacenadas se reducen a 116,5 hm<sup>3</sup> (4% de la capacidad total de regulación) debido al mantenimiento del suministro de las demandas a pesar de que las aportaciones sufren una progresiva reducción, más acusada a partir de junio de 1980.
- La comisión de sequía, en la reunión del 25 abril de 1984 adoptó las siguientes medidas de restricción de dotaciones cuando el volumen de reservas disponibles ascendía a 333 hm<sup>3</sup> (12% de la capacidad total de regulación):

Para el uso agrícola se establecieron las siguientes dotaciones de riego:

- Abril, Mayo, Junio, Septiembre y Octubre de 1984:

- Huerta = 2 riegos mensuales de 600 m<sup>3</sup>/ha
- Frutales = 1 riego mensual de 720 m<sup>3</sup>/ha
- Julio y Agosto de 1984:
  - Huerta = 3 riegos mensuales de 600 m<sup>3</sup>/ha
  - Frutales = 2 riegos mensuales de 720 m<sup>3</sup>/ha
- Para el arroz se fijaron las siguientes dotaciones unitarias mínimas:
  - Llenado: 3000 m<sup>3</sup>/ha
  - Riego entre Mayo y Septiembre = 1 l/seg/ha

Las cifras anteriores pueden tomarse como guía de lo que supondría el consumo limitado aplicándolas en cada momento al número de hectáreas cultivadas.

En lo que se refiere al consumo urbano, las únicas cifras a las que se hace mención corresponden a la ciudad de Valencia y responden a la siguiente distribución.

Mayo 2,8 m <sup>3</sup> /seg	=	7,3 hm <sup>3</sup>
Junio 2,9 m <sup>3</sup> /seg	=	7,5 hm <sup>3</sup>
Julio 2,7 m <sup>3</sup> /seg	=	7,0 hm <sup>3</sup>
Agosto 2,3 m <sup>3</sup> /seg	=	6,0 hm <sup>3</sup>
Septiembre 2,9 m <sup>3</sup> /seg	=	7,5 hm <sup>3</sup>
Octubre 2,7 m <sup>3</sup> /seg	=	7,0 hm <sup>3</sup>

Desde la primera reunión de la comisión de sequía se observa un incremento progresivo de las reservas reguladas debido a la ligera recuperación de las aportaciones (noviembre 83, mayo 1984 y noviembre 1985) y también, en parte debido a las medidas de restricción de suministros que se adoptan a partir de abril de 1984. En la última reunión de la comisión de sequía en abril del 85 las reservas reguladas alcanzaban 886,5 hm<sup>3</sup> (33 % de la capacidad de regulación total)

Aplicando la definición de estados de sequía a los volúmenes totales almacenados en los embalses de la cuenca, se observan los siguientes hechos:

- Entre octubre de 1978 y noviembre de 1980 la situación se mantiene estable.
- En noviembre de 1980 se entra en situación de prealerta que se mantiene hasta agosto de 1981
- En agosto de 1981 se entra en situación de alerta
- En agosto de 1983 se entra en situación de emergencia,
- La actuación administrativa se inicia con la promulgación de la ley 6/1983 de 29 de junio, en situación de alerta y dos meses antes de la emergencia.

- La primera reunión de la comisión de sequía tiene lugar 5 meses después y las medidas restrictivas de suministro y dotaciones se asumen a los 5 meses (abril del 84), cuando ya ha pasado la emergencia por el ligero incremento de las aportaciones.

### 3.2 Análisis y auditoria de la sequía histórica 1992/93 – 1995/96

La sequía que tuvo lugar entre los años hidrológicos 1992/93 a 1995/96 se enmarca dentro del período seco de aportaciones y precipitaciones de los años hidrológicos 1991/92 a 2000/01. En las figuras adjuntas se muestra la distribución espacial de las precipitaciones en los años del ciclo y la del porcentaje de desviación de la precipitación del año hidrológico seco con respecto a la precipitación media del período 1940/41 a 2000/01.

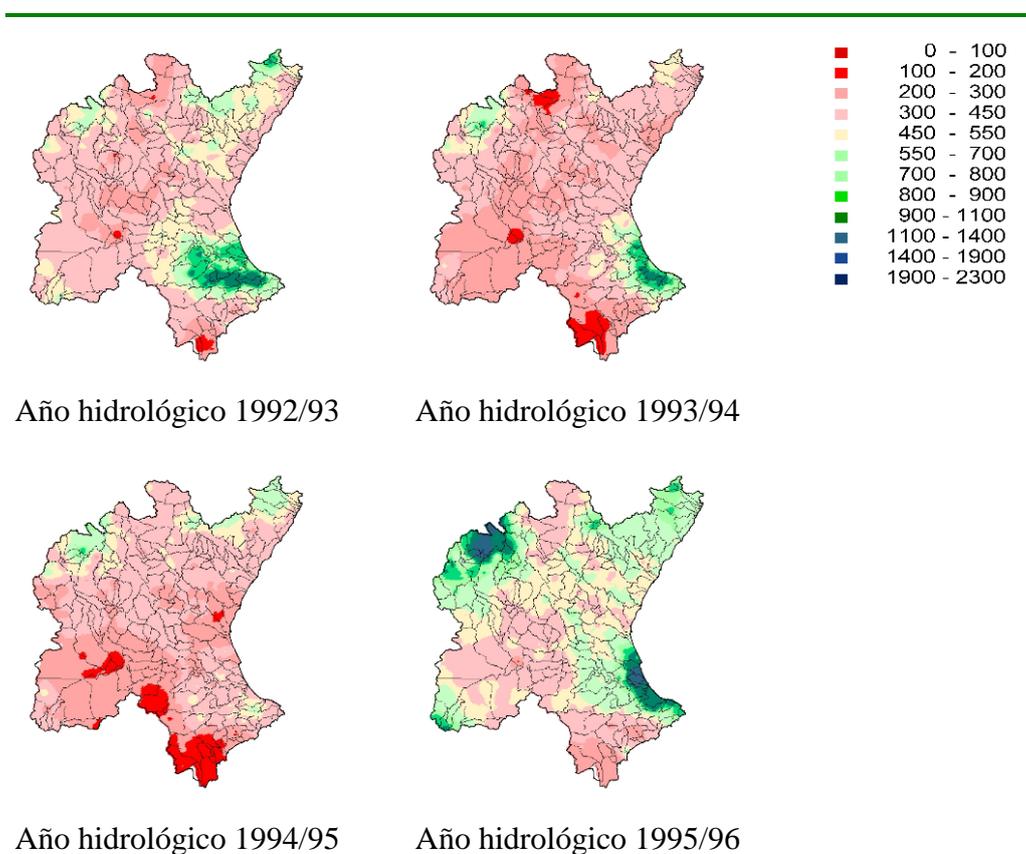


Figura 32. Porcentaje de desviación de la precipitación del año hidrológico seco con respecto a la media del período 1940/41 – 2000/01 en el ámbito de la C.H.J., durante la sequía 1992/93 a 1995/96:

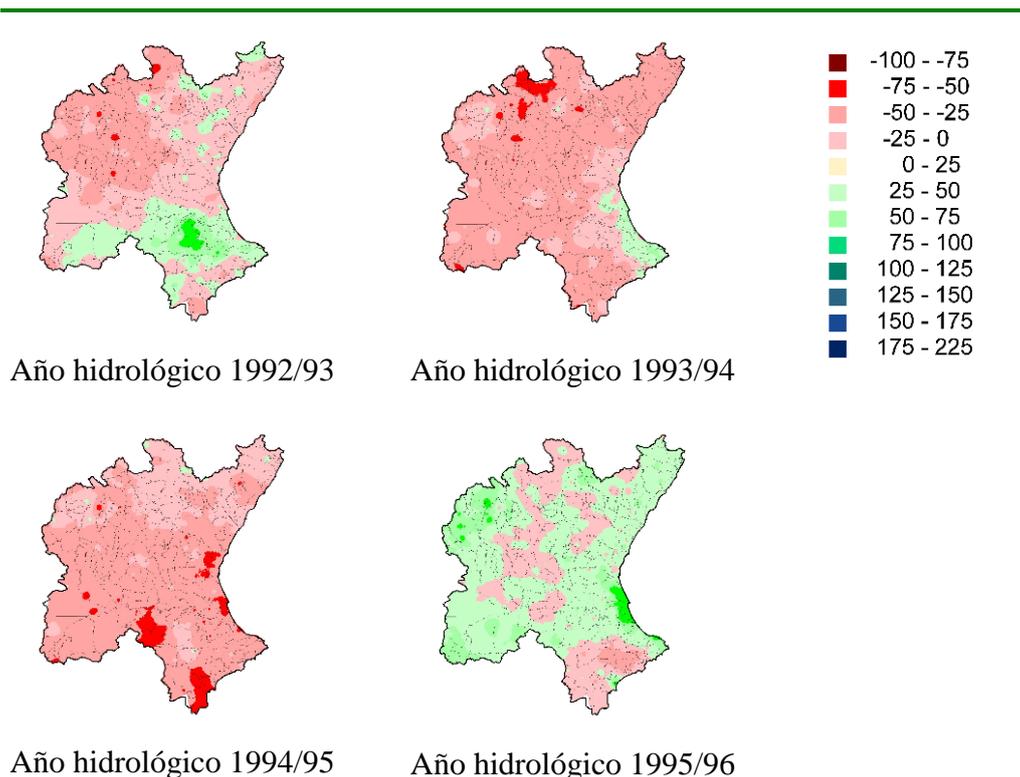


Figura 33. Porcentaje de desviación de la precipitación del año hidrológico seco con respecto a la media del período 1940/41 – 2000/01 en el ámbito de la C.H.J., durante la sequía 1992/93 a 1995/96:

Con carácter general, la precipitación en la CHJ fue inferior a los 450 mm con desviaciones con respecto a la media comprendidas entre el - 25% y el - 75 %. El año más seco fue el 1994/95 con pluviometría inferior a los 300 mm. Las zonas menos afectadas, con precipitaciones superiores a los 900 mm, fueron el bajo Júcar y el Serpis y las más afectadas abarcaron la Mancha Oriental (Júcar) y el Vinalopó con precipitación también inferior a los 300 mm. Las aportaciones caídas en la CHJ y en sus sistemas de explotación se muestran en la tabla adjunta.

Año Hidrológico	CHJ	Cenia – Maestrazgo	Mijares – Plana De Castellón	Palancia – Los Valles	Turia	Júcar	Serpis	Marina Alta	Marina Baja	Vinalopó - Alacantí
1992/93	2.944	190	325	58	301	1.354	288	265	57	106
1993/94	2.016	89	235	32	213	981	152	238	49	27
1994/95	1.433	204	288	36	194	593	36	69	5	9
1995/96	2.385	171	256	31	294	1.410	105	104	5	10
Aportación media período (1)	2.195	163	276	39	251	1.084	145	169	29	38
Aportación media 1940/2000 (2)	3.271	240	358	71	437	1.686	165	177	55	82
Diferencia (2)-(1)	1.076	76	82	32	186	602	20	8	26	44

Tabla 19: Aportaciones totales anuales (en hm<sup>3</sup>) en la Confederación Hidrográfica del Júcar y en sus sistemas de explotación durante el ciclo seco 1992/93 a 1995/96 (elaborada según datos obtenidos con modelo SIMPA).

La aportación media del ciclo a escala de toda la cuenca fue de 2.195 hm<sup>3</sup>/año, un 33 % inferior a la media del período 1940/41 a 2000/01 (3.721 hm<sup>3</sup>/año). El año hidrológico de menor aportación fue el 94/95 con 1.433 hm<sup>3</sup> (un 56 % inferior a la media del período analizado).

En los sistemas de explotación Cenia – Maestrazgo, Mijares – Plana de Castellón y Palancia y Los Valles el año hidrológico de mínima aportación fue el 1993/94 y en el resto de los sistemas el 1994/95. Los sistemas de explotación más afectados por la disminución relativa de las aportaciones fueron el Turia y el Júcar, respectivamente con un 44 y un 35 % inferior a la media.

La demanda total en la CHJ en el ciclo seco analizado se muestra en la tabla adjunta. Según los datos utilizados en la elaboración del Plan Hidrológico de la CHJ el volumen total demandado ascendía a 3.722 hm<sup>3</sup>/año con la siguiente distribución: a) urbano e industrial conectada a la red, 553 hm<sup>3</sup>/año (15%), b) uso agrícola, 3.050 hm<sup>3</sup>/año (82 %) y c) uso industrial a partir de recursos propios, 120 hm<sup>3</sup>/año (3%).

Sistema de explotación (Datos en hm <sup>3</sup> /año)	Urbana e industrial	Agrícola	Demanda industrial	Demanda Total	Aportación en el año más seco del período	Demanda - Aportación Total	Relación aportación demanda (%)
Cenia - Maestrazgo	12	122	1	135	89 <sup>(1)</sup>	-45,54	66
Mijares - Plana de Castellón	48	279	11	338	235	-103,36	69
Palancia y los Valles	12	119	6	136	32	-104,16	24
Turia	179	461	21	661	194 <sup>(2)</sup>	-466,84	29
Júcar	119	1.646	74	1.838	593	-1.244,99	32
Serpis	26	113	3	142	36	-105,88	25
Marina Alta	18	67	0	84	69	-15,44	82
Marina Baja	26	46	0	72	5	-67,40	7
Vinalopó - Alacantí	114	198	4	316	9	-306,58	3
TOTALES y MEDIAS	553	3.050	120	3.722	1.173		

Nota: la demanda urbana es la bruta teórica y la industrial es la conectada a la red (1); la demanda agrícola es también la bruta teórica (2) y la industrial de la tercera columna se refiere a la abastecida con recursos propios

Tabla 20. Demanda total en la CHJ en el ciclo seco 1992/93 a 1995/96

Según puede observarse, el balance demanda teórica – aportación total en el año más seco del ciclo es deficitario en todos los sistemas de explotación. La relación aportación total/demanda permite graduar de manera cualitativa la importancia del déficit de suministro alcanzado en cada sistema resultando de menor relación y mayor déficit los sistemas Vinalopó – Alacantí y Marina Baja y el de menor déficit la Marina Alta. En los sistemas Júcar y Turia la aportación total no superó el 29 % de la demanda existente.

Las actuaciones administrativas desarrolladas durante la sequía fueron las siguientes:

- Con fecha 4 de febrero de 1994 se promulga el Real Decreto 134/1994 por el que se adoptaron a nivel de todas las Cuencas Hidrográficas de España afectadas, medidas administrativas especiales para la gestión de los recursos hidráulicos, al amparo del artículo 56 de la Ley de Aguas.
- Con fecha 10 de febrero de 1994 se promulga el Real Decreto – Ley/1995, de 10 de febrero, por el que se arbitraron medidas urgentes en materia de abastecimientos hidráulicos.
- Con fecha 23 de febrero de 1994 se reúne la Comisión Permanente de Sequía de la Junta de Gobierno de la Confederación Hidrográfica del Júcar y el Presidente propone las normas de explotación para la gestión y reparto de recursos hídricos existentes; esta comisión se reuniría en 8 ocasiones hasta el 25 de junio de 1996 y sus funciones básicas fueron las siguientes:
  - Establecimiento de las normas de explotación de los recursos disponibles y vigilancia de su cumplimiento.

- Coordinación y seguimiento de las captaciones de sequía realizadas por la propia Confederación Hidrográfica del Júcar y la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación.
  - Recepción, tramitación, aprobación y seguimiento de las captaciones de sequía solicitadas por las comunidades de regantes y núcleos urbanos desabastecidos.
- Con fecha 12 de abril de 1995 la Comisión Permanente de Sequía aprueba las siguientes normas de explotación para el ahorro y reparto de los recursos embalsados disponibles, evaluados inicialmente en 290 hm<sup>3</sup>.
    1. Se reserva un caudal continuo de 3,2 m<sup>3</sup>/s por el Canal del Júcar – Turia para abastecimiento y riegos.
    2. Se distribuye el resto de los recursos disponibles proporcionalmente a las superficies de las Comunidades de Regantes de acuerdo con los datos de la tabla adjunta:

Comunidad de Regantes	Superficie (ha)	Volumen asignado (hm <sup>3</sup> )
Acequia Real del Júcar	22.000	156
Acequia Escalona	2.700	19
Acequia de Carcagente	1.800	13
Ribera Baja (para 123 días)	14.300	102
TOTALES	40.800	290

Tabla 21. Distribución de los recursos en las Comunidades de Regantes

3. Cada Comunidad de Regantes ajustará con el Servicio de Explotación, la distribución temporal, que deberá ser compatible con la gestión integral del sistema
4. Se considerarán como recursos disponibles del sistema, para su evaluación y distribución, además de los caudales fluyentes y volúmenes embalsados, el agua procedente de los pozos de sequía y bombeos.
5. Del volumen total almacenado en los embalses se consideraron utilizables 145 hm<sup>3</sup> con la siguiente distribución: Alarcón, 50 hm<sup>3</sup>; Contreras, 30 hm<sup>3</sup>; Tous, 25 hm<sup>3</sup> y Cortes, 40 hm<sup>3</sup>.
6. El resto de los recursos almacenados, 165 hm<sup>3</sup>, no se consideraban utilizables por consideraciones de tipo ambiental o funcional y tenían la siguiente distribución: Alarcón, 30 hm<sup>3</sup>; Contreras, 15 hm<sup>3</sup>; Tous, 10 hm<sup>3</sup> y Cortes, 10 hm<sup>3</sup>.

La gestión de los embalses se ajustó a los siguientes criterios:

- a) Utilización inicial de unos 10 hm<sup>3</sup> en Cortes y 20 hm<sup>3</sup> en Contreras que se complementaría, a partir de primeros de mayo, con un caudal comprendido entre 12 y 15 m<sup>3</sup>/s procedente de Alarcón.
- b) Cuando en Alarcón se alcanzarán los 30 hm<sup>3</sup> se mantendrían las entradas por salidas para protección ambiental.
- c) Finalmente, y de acuerdo con las sucesivas Comisiones de Desembalses se distribuirían los volúmenes restantes.
- d) Todas la Comunidades de Regantes asumirían expresamente el riesgo de desarrollar una campaña de riegos con las dotaciones consignadas, a pesar de la reducción global del 40 % con respecto al año hidrológico 1993/94, y que incluso podrían reducirse si se producía una agudización de la sequía. La comisión mostraba su voluntad unánime de no excluir a ningún regante y repartir los escasos recursos existentes proporcionalmente a la superficie de cada comunidad de regantes. Así mismo cada comunidad debería ajustar los recursos asignados para garantizar el mantenimiento del arbolado.

Por último con fecha 27 de diciembre de 1995, se promulga el R.D. 2029/1995 que prorroga la vigencia del RD. 134/1994, de 4 de febrero hasta el 31 de diciembre de 1996. La ultima acta de la Comisión Permanente de Sequía registrada es del día 25 de junio de 1996.

Durante el período seco que nos ocupa se pusieron en funcionamiento 30 captaciones de sequía (de las 104 que se realizaron en total). Las extracciones se efectuaron entre los meses de mayo a octubre de 1995, y se extrajo un volumen total de 8.977.815 m<sup>3</sup>/año. La distribución de estos volúmenes por sistema de explotación y unidad hidrogeológica se muestra en la tabla adjunta.

Sistema de Explotación	Unidad Hidrogeológica	Número de captaciones	Volumen extraído entre mayo – octubre 1995 (m <sup>3</sup> ).
Mijares – Plana de Castellón	12: Plana de Castellón	1	486.287
Turia	22: Liria - Casinos	4	3.226.054
	25: Plana de Valencia Norte	3	1.250.037
Júcar	26: Plana de Valencia Sur	16	2.723.245
	27: Caroch Norte	4	1.292.192
TOTAL EXTRAIDO			8.977.815

Tabla 22: Extracciones de agua subterránea en captaciones de sequía en el período mayo – octubre de 1995

En la figura adjunta se representa la evolución de los volúmenes totales mensuales embalsados en la cuenca y las aportaciones totales mensuales habidas entre octubre de 1992 y septiembre de 1996. Se representan también los principales hitos de actuación administrativa durante la sequía; sobre la base de la definición de estados de sequía realizada en el capítulo 5.

- El descenso de las precipitaciones y de las aportaciones se inició en el año hidrológico 1992/93 .
- En ningún momento del ciclo seco analizado se alcanza la situación de estabilidad y se pasa por dos fases casi sucesivas de emergencia (julio 94 – enero 95 y mayo 95 diciembre 95).

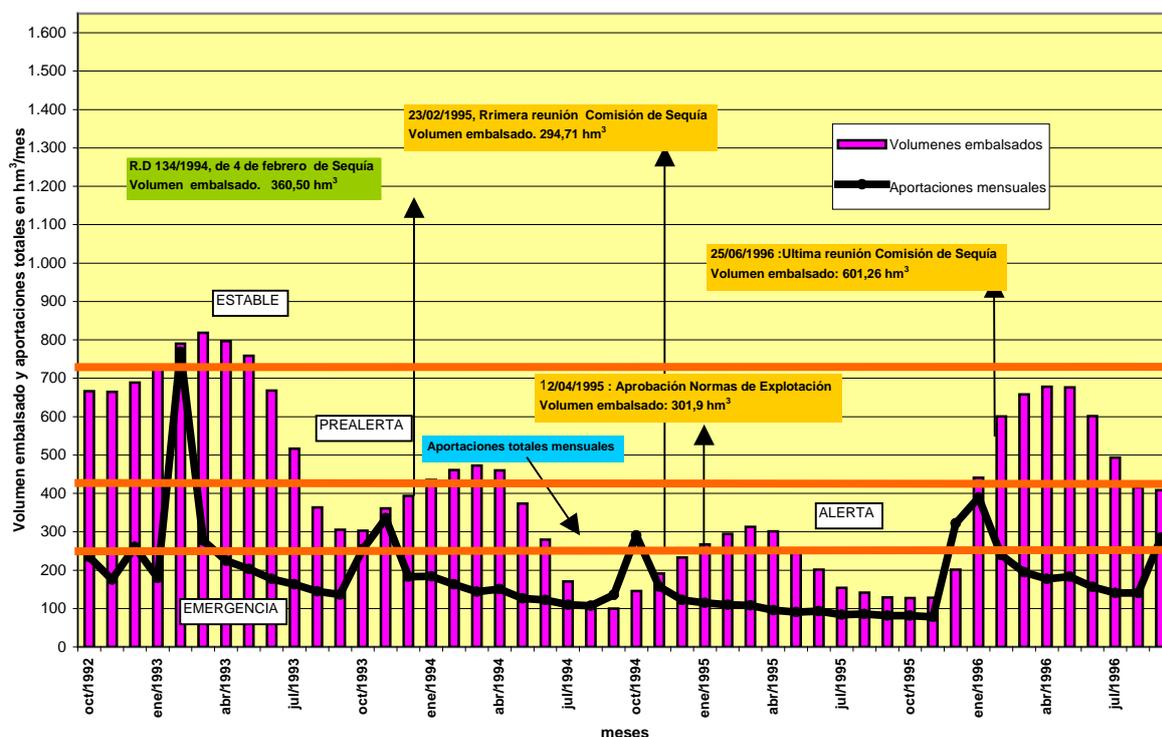


Figura 34. Evolución del Volumen embalsado y aportaciones totales mensuales en la Confederación Hidrográfica del Júcar durante las sequía del período 1992/93 a 1995/96

La actuación contra la sequía a escala nacional se inicia mediante el R.D. 134/1994, de 4 de febrero cuando la CHJ se encuentra en situación de alerta con 360,5 hm<sup>3</sup> embalsados, si bien la CHJ ya había previsto la ejecución de captaciones de sequía para la Acequia Real del Júcar, a Vega de Valencia y Acequia Escalona en enero de 1994.

La propuesta de normas de explotación de los recursos existentes se realiza por el Presidente de la CHJ en la reunión de la Comisión Permanente de Sequía del 23 de febrero de 1995, cuando ya se había pasado por una situación de emergencia entre junio de 1994 y febrero de 1995 y con un volumen almacenado de 294,71 hm<sup>3</sup>; las normas de explotación para la distribución de los recursos disponibles se aprueban en la reunión de la Comisión del 12 de abril de 1995, dos meses después de la primera reunión de la Comisión y con 301,9 hm<sup>3</sup> almacenados, aún así en mayo del 95 se entra de nuevo en situación de emergencia, la cual dura hasta diciembre; a nivel nacional el mantenimiento de la situación lleva a la promulgación del R.D. 2029/1995, de 27 de diciembre por el que se prorroga el R.D. 134/1994, de 4 de febrero de Sequía hasta finales de 1996.

La aplicación estricta de las normas de explotación y la recuperación de las aportaciones a partir de diciembre del 95 hace que en febrero del 96 se pase a una situación de alerta; la

ultima reunión de la comisión de sequía tiene lugar el 25 de junio de 1996 con un estado de reservas almacenadas de 601,26 hm<sup>3</sup>.

### 3.3 Análisis y auditoria de la sequía histórica 1997/98 – 2000/01

Este ciclo se inscribe, como el anterior, en el período seco de aportaciones y precipitaciones de los años hidrológicos 1991/92 a 2000/01. En las figuras adjuntas se muestra la distribución espacial de la precipitación total anual en los años del ciclo y su desviación con respecto a la media del período 1940/41 a 2000/01(498mm).

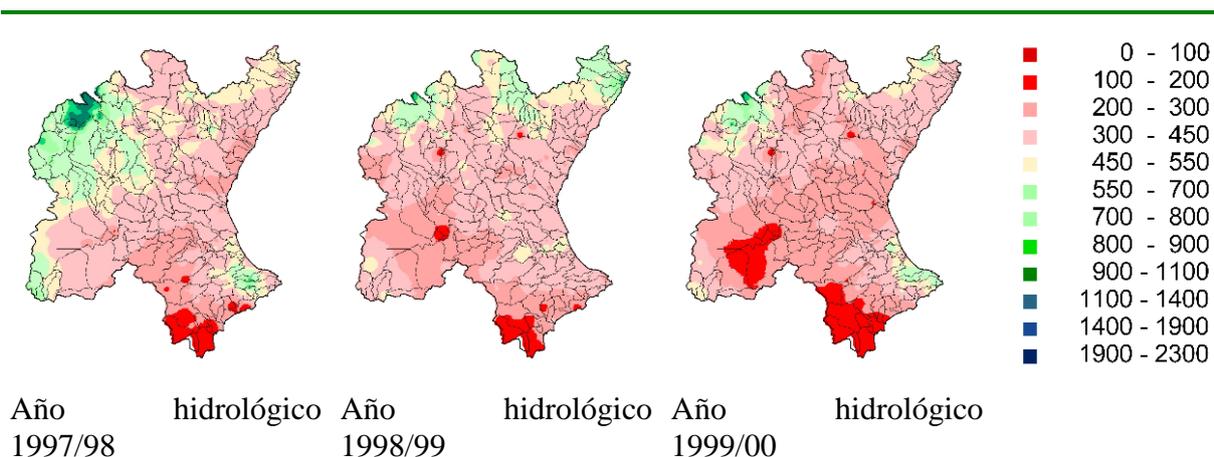


Figura 35. Distribución espacial de la precipitación anual en la Confederación Hidrográfica del Júcar durante la sequía 1997/98 a 1999/00

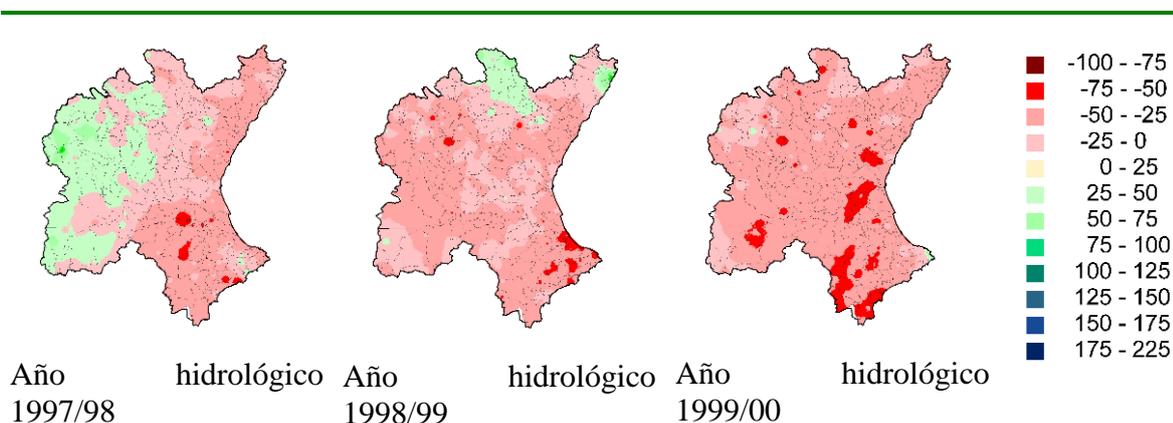


Figura 36. Distribución espacial del porcentaje de desviación de la precipitación del año hidrológico con respecto a la precipitación media anual del período 1940/41 a 2000/01, durante la sequía de los años 1997/98 a 1999/00

Con carácter general la precipitación total se sitúa en el rango 300 – 450 mm; las zonas más afectadas, con precipitaciones totales inferiores a 200 mm son la Mancha Oriental y el Vinalopó – Alacantí. El porcentaje de desviación de la precipitación con respecto a la media se sitúa en el rango – 25% a –50 %. En el alto y medio Palancia, medio y bajo Júcar; alto Serpis, Vinalopó y Marina Baja se producen precipitaciones totales con porcentajes de desviación con respecto a la media superiores al 50 % e incluso al 75 % en el año más seco.

Las aportaciones totales registradas en la CHJ y en cada uno de sus sistemas de explotación se muestran en la tabla adjunta.

Año Hidrológico	CHJ	Cenia – Maestrazgo	Mijares – Plana de Castellón	Palancia – Los Valles	Turia	Júcar	Serpis	Marina Alta	Marina Baja	Vinalopó – Alacantí
1997/98	2.838	102	222	31	351	1.765	117	162	49	40
1998/99	1.621	100	201	19	244	951	37	54	4	11
1999/00	1.368	61	178	11	217	723	52	109	14	2
Aportación media período (1)	1.943	88	200	21	271	1.146	69	108	22	18
Aportación media 1940/2000 (2)	3.271	240	358	71	437	1.686	165	177	55	82
Diferencia (2)-(1)	1.328	152	158	50	166	540	96	69	33	64
% desviación respecto a media	-42 %	-63 %	-44 %	-70%	-38%	-32%	-58%	-39 %	-60%	-78 %

Tabla 23. Aportaciones totales anuales en la Confederación Hidrográfica del Júcar y en sus sistemas de explotación durante el ciclo seco 1997/98 a 1999/00 (datos en hm<sup>3</sup>)

La aportación media en el ciclo en la CHJ fue de 1.943 hm<sup>3</sup> /año, un 42 % inferior a la media del período 1940/41 a 2000/01 (3.271 hm<sup>3</sup>/año). El año hidrológico más seco fue el 1999/00 y también el de todo el ciclo de precipitaciones y aportaciones analizado (1940/41 a 2000/01).

La situación de las demandas en la CHJ se sintetiza en la tabla adjunta

Sistema de explotación (Datos en hm <sup>3</sup> )	Demanda urbana e industrial (1)	Demanda agrícola (2)	Demanda industrial (3)	Demanda Total	Aportación en el año más seco	Aportación Total - Demanda	Relación aportación demanda (%)
Cenia - Maestrazgo	19,20	706,50	1,0	726,7	61	-665,7	8
Mijares - Plana de Castellón	55,42	253,70	18,0	327,12	178	-149,12	54
Palancia y los Valles	13,61	111,82	15,0	140,43	11	-129,43	8
Turia	187,00	465,14	30,0	682,14	217	-465,14	32
Júcar	121,33	1.751,98	43,0	1916,31	723	-1.193,31	38
Serpis	26,76	111,13	5,0	142,89	37 (4)	-105,89	26
Marina Alta	32,50	68,75	1,0	102,25	54 (4)	-48,25	53
Marina Baja	37,10	26,82	1,5	65,42	4 (4)	-61,42	6
Vinalopó - Alacantí	123,70	134,97	12,0	270,67	2	-268,67	1
TOTALES y MEDIAS	616,97	3.030,80	126,50	3.775,27	1.287	-3.086,93	

(1) Demanda bruta teórica urbana e industrial conectada a la red referida al año 1999

(2) Demanda bruta teórica referida al año 1999

(3) Demanda industrial satisfecha con recursos propios referida al año 2002

(4) Aportación referida al año 1998/99 que en estos sistemas es el más seco, en el resto de los sistemas la aportación se refiere al año hidrológico 1999/2000.

Tabla 24. Demandas urbana, agrícola e industrial en la CHJ durante la sequía 1997/98 a 1999/00. Relación aportación año más seco/demanda.

De la observación de la tabla se deduce que en el año más seco del ciclo (1998/99 ó 1999/00, según el sistema de explotación), todos los sistemas resultaron deficitarios.

La relación aportación/demanda muestra que los sistemas más afectados fueron, por orden de afección, Vinalopó – Alacantí, Marina Baja, Palancia – Los Valles y Cenia Maestrazgo. El menos afectado resultó ser el Mijares – Plana de Castellón mientras que en los sistemas Júcar y Turia la aportación no superó el 38% de la demanda.

Debe señalarse que en la Marina Alta, a pesar de que la aportación supuso el 53 % de la demanda, la ausencia de regulación superficial, el descenso de los niveles piezométricos y el agotamiento de los manantiales (Manantial de la Cava) produjo déficit importantes en el abastecimiento agrícola y en el urbano de los municipios turísticos de Denia y Javea y de su área de influencia, lo que llevó a la Consellería de Obras Publiques Urbanisme y Transports de la Generalitat Valenciana a plantear la elaboración de un Plan Director de Abastecimiento a los Municipios de la Comarca de la Marina Alta

En la figura adjunta se recoge la evolución de los volúmenes embalsados, aportaciones mensuales y la definición de los estados de sequía sobre la base del volumen total embalsado en la CHJ. Se observa que la verdadera situación de emergencia en el ciclo analizado, sólo se alcanza en le mes de octubre del 2000.

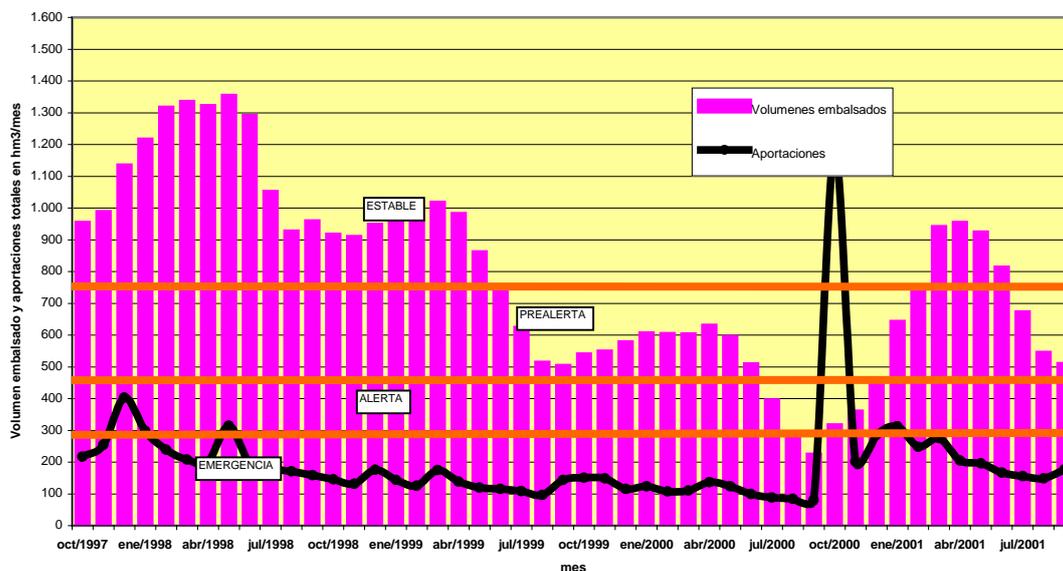


Figura 37. Evolución del volumen embalsado y aportaciones totales mensuales en la CHJ durante las sequía del período 1997/98 a 2000/01

Las precipitaciones y aportaciones habidas durante los años hidrológicos 1995/96 y 1996/97. tras el ciclo seco 1992-1995 permitieron recuperar el nivel de reservas embalsadas hasta 1348 hm<sup>3</sup> (mayo 1998), alcanzándose la situación de estabilidad o normalidad.

El nuevo descenso de las precipitaciones y aportaciones iniciado a partir del año hidrológico 1997/98 llevó hasta una situación de prealerta a partir de junio de 1999. La recuperación de la

situación se produjo en octubre del 2000, en el que se ha calculado una aportación total media de 1.200 hm<sup>3</sup> en un solo mes. Finalmente, la situación de estabilidad se volvió a alcanzar en marzo del año 2001.

El ciclo analizado, más que una sequía constituye una racha seca que afecto fundamentalmente al año hidrológico 1999/2000 que fue el de menor aportación registrada en el período 1940-2000.

### **3.4 Análisis comparativo del impacto de las principales sequías históricas**

La evaluación del impacto de las sequías analizadas en la Confederación Hidrográfica del Júcar exige hacer una discriminación territorial entre las comarcas centrales y meridionales de la provincia de Alicante y el resto de la CHJ.

De conformidad con Carles Genovés et al. (2000) salvo casos muy puntuales y de ámbito local, los años o períodos secos definidos climática y legalmente como sequías durante los ochenta y los noventa, han pasado sin restricciones en los abastecimientos urbanos, y sin menoscabo en las producciones agrícolas de los territorios de las provincias de Valencia, Castellón y Norte de Alicante

Concretamente, en las provincias de Valencia y Castellón no se ha dejado de regar toda la superficie en ninguna campaña, ni siquiera el arrozal que es el cultivo con mayores exigencias cuantitativas de agua. Tampoco ningún núcleo de población mediano o grande estuvo sometido a restricciones significativas en su abastecimiento.

Los factores que controlan esta escasa incidencia de las sequías analizadas en la CHJ son de tipo técnico y administrativo. Entre los factores de tipo técnico cabe destacar los siguientes( Genóves et al, 2000):

- Elevado grado de regulación de las aguas superficiales.
- Existencia de infraestructuras de interconexión entre cuencas, como el Canal Júcar – Turia.
- Posibilidad de uso de importantes volúmenes de agua subterránea en lugares que tradicionalmente se abastecen con aguas superficiales, con espectacular desarrollo de la infraestructura de captación a partir de los años 60.

Los factores técnicos, que son condición necesaria para la mitigación de las sequías, han favorecido que la Administración, a través de los decretos de sequía y de las comisiones de sequía haya podido establecer una serie de medidas de redistribución de derechos y de disciplina de usos que han permitido el abastecimiento de todos los usos sin graves repercusiones, aún teniendo que afrontar algunos costes económicos y conflictos sociales.

Entre las principales normas impuestas por las sucesivas comisiones de sequía, ya esbozadas en los epígrafes anteriores, destacan las siguientes:

- Priorización de los abastecimientos urbanos, que se llevó a cabo por encima de los derechos concesionales de cada momento
- Limitación de los caudales a derivar de los ríos en las tomas de las Comunidades de Regantes por debajo de sus derechos concesionales.

- Establecimiento de un calendario estricto para los desembalses y para las derivaciones en las tomas, con especial incidencia en las restricciones impuestas a los usos hidroeléctricos de las cuencas altas y medias sin posibilidad de regulación posterior.
- Redistribución de los recursos entre las comunidades de regantes en función de las superficies efectivamente regadas, los tipos de cultivos, las características de sus redes de distribución y las posibilidades de utilización de aguas subterráneas en la zona regada.
- Implantación de disciplinas como tandeos, turnos, horarios, entre las tomas de las Comunidades de regantes que, en general, se hicieron extensivas a las derivaciones de orden menor.
- Promoción de campañas de concienciación y difusión pública de medidas sociales e individuales para el ahorro doméstico y agrario.
- Construcción de pozos de sequía y depósitos para algunos abastecimientos.

La situación expuesta hasta ahora es muy diferente en las comarcas centrales y meridionales de la provincia de Alicante como consecuencia de que la demanda que soportan los sistemas hidrológicos (Marina Baja y Vinalopó – Alacantí) es muy superior a la oferta de recursos renovables, hecho que se ha agravado considerablemente en los ciclos secos analizados.

El hecho de que exista una escasez estructural en esta zona se debe al espectacular crecimiento de las actividades urbana, turística y agraria durante los últimos 40 años, fruto del tipo de clima y de la presencia de costa, de gran atractivo turístico, y que en el caso del clima también permite la disponibilidad en el mercado nacional e internacional de productos agrarios tempranos (frutas y hortalizas tempranas).

Desde el punto de vista técnico cabe señalar que en esta zona la infraestructura de regulación superficial es la máxima posible y que la infraestructura de captación de aguas subterráneas, desarrollada en su mayor parte por la iniciativa privada, tiene una capacidad de extracción, en la mayoría de los casos, muy por encima de la tasa de renovación de los recursos hídricos subterráneos, habiendo llegado a algunas situaciones graves de sobreexplotación y de degradación de la calidad de los acuíferos.

Los impactos a escala mas detallada de las sequías analizadas son los siguientes:

#### Sequía 1983 –85

En el caso de la sequía 1983-1985 no se alcanzó en ningún momento situaciones de desabastecimiento extremas, con la excepción de algunas comarcas (Marina Baja o Vinalopó) o poblaciones (Denia), que ya estaban anteriormente infradotadas.

Esta afirmación se apoya en el hecho de que, en términos generales, el conjunto de los usuarios no vio afectado su servicio de modo tan sustancial que hiciera reducir el rendimiento de las explotaciones agrarias o la habitabilidad de los núcleos urbanos. Puede citarse como demostración de ello la afirmación del Presidente de la Comisión en la reunión del 17 de Abril de 1985, en el sentido de que poseía informes de los regantes de las zonas finales que señalaban haber regado en 1984 mejor que en años en los que no había habido sequía.

El año 1984 fue desde el punto de vista hidrológico, mejor de lo que se había previsto al elaborar el plan de reducción de dotaciones y, como consecuencia de ello, en la reunión del 26

de Junio de 1984 se facultó a la CHJ para aumentar en un 25% las previsiones de servicio. A pesar de ello, los valores de desembalse total, que se consignan en el informe presentado por la CHJ en la reunión del 3 de diciembre del mismo año, son sensiblemente iguales a los previstos en Abril del mismo año.

#### Sequía 92 – 95

Esta sequía presentó mayor intensidad que la anterior, aunque menor duración y partió de una situación más desfavorable de reservas embalsadas, ya que el ciclo húmedo que la separa de la anterior sequía (1987 – 1990) no fue suficiente para recuperar dichas reservas (en octubre del 78 el volumen de reservas almacenado en la Cuenca ascendía a 1.200 hm<sup>3</sup>, mientras que en octubre del 92 no superaba los 650 hm<sup>3</sup>).

Se establecieron restricciones en el suministro agrícola en el año 94 y una reducción global del 40 % con respecto a ésta en el año 95 (normas de explotación aprobadas por la Comisión de Sequía reunida el 12 de abril de 1995).

Según ya se ha comentado se inició la ejecución de 104 captaciones de sequía para atender a los regadíos tradicionales y algunos mixtos del Júcar y del Turia, de los cuales funcionaron 30 con una extracción total de 8.977.815 m<sup>3</sup>.

El control y coordinación de estas extracciones y su incidencia en el volumen de reservas y calidad de las aguas en las unidades hidrogeológicas implicadas se llevó a cabo por el Instituto Geológico y Minero de España, recogiendo las actividades realizadas y las conclusiones en varios informes de los años 95 y 96. En ellos se recoge el estado inicial de los acuíferos, su evolución quincenal y mensual, así como el estado al final de la campaña de bombeo y su posterior recuperación. Estos informes se realizaban en coordinación con la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana y la Confederación Hidrográfica del Júcar, entidades que gestionaban los pozos de sequía.

En los resultados que se muestran en la tabla adjunta (IGME, CAPA, CHJ, 1995) puede observarse que la variación piezométrica y la salinidad a nivel global en las unidades hidrogeológicas fue poco significativa. El descenso máximo de niveles controlados se produjo en la unidad Liria – Casinos (08.22) con 3,05 metros; en la Plana de Valencia Sur (08.26) y Caroch norte (08.27) el nivel subió, probablemente por el efecto de recarga del retorno de los regadíos. La conductividad bajó en la Plana de Valencia Sur y en Liria – Casinos, permaneció igual en el Caroch Norte y subió un 3 % en la Plana de Castellón y un 1% en la Plana de Valencia Norte.

UNIDAD HIDROGEOLÓGICA	Piezometría			Salinización (microS/cm)		
	NP inicial (msnm)	NP final (msnm)	Diferencia (m)	Inicial	Final	Diferencia
Plana de Castellón (12)	51,63	51,14	-0,49	1.475	1.519	44
Plana de Valencia Norte (25)	12,09	10,96	-1,13	1.648	1.661	13
Plana de Valencia Sur (26)	12,62	13,15	0,53	1.390	1.323	-67
Liría - Casinos (22)	124,78	121,73	-3,05	1.385	1.323	-62
Caroch Norte (27)	21,59	23,55	1,96	800	800	0

Tabla 25. Impacto de las extracciones de los pozos de sequía en los acuíferos explotados entre mayo y octubre de 1995 (C.H.J., C.A.P.A., I.G.M.E. 1995)

La situación en las comarcas centrales y meridionales de la provincia de Alicante fue distinta a la expuesta hasta el momento para el resto de la CHJ. De conformidad con Sanz Bellver, J.(1995) el impacto de las sequías en los cultivos se ha traducido en los siguientes efectos:

- Pérdida de superficie cultivada en los de carácter herbáceo, incremento de la superficie de barbecho en regadío.
- Deficiencias fisiológicas en el arbolado, con aumento de problemas fitosanitarios y débiles e insuficientes brotaciones, que conducirán a dos posibles situaciones: en caso extremos sequedad y arranque del arbolado; y en el caso más frecuente, cosechas deficitarias en rendimientos y calibres no comerciales.
- Control de acuíferos ante las actuaciones de sequía para satisfacer la demanda agrícola
- Salinización de suelos
- Salinización de pozos de abastecimiento
- Efectos comerciales : La reducción de la producción supuso en algunos casos una renuncia no voluntaria a cuotas de mercado difíciles de recuperar en los posicionamientos que rigen hoy día el mercado agroalimentario.
- Efectos sociales y económicos: Se produjeron reducción de rentas, mayores gastos en infraestructuras, mayor conflictividad social por la pérdida de puestos de trabajo, desincentivación de la inversión agraria e incremento del nivel de endeudamiento del sector.
- Efectos medioambientales: Repercusiones en los ecosistemas de la zona, de difícil evaluación económica, aunque fácilmente perceptibles por el notable aumento de la erosión y del proceso de desertificación en las comarcas afectadas. La sequía dejó sentir sus efectos en los tres parajes naturales del sur de Alicante, especialmente en la Laguna del Hondo, uno de los enclaves de mayor valor ecológico dentro de los humedales continentales europeos; su carencia absoluta de agua, con fuertes concentraciones salinas en los terrenos del fondo del vaso, produjo elevada mortandad de especies piscícolas, ausencia de las aves que anidan en este hábitat natural, y la no presencia de aves migratorias propias de las zonas húmedas.

Desde el punto de vista cuantitativo el efecto de esta sequía al sur de Alicante fue el siguiente (Sanz Bellver, J. 1995):

- Reducción de la superficie de cultivos herbáceos en 55 % (12.000 ha de las que 6.300 eran de hortalizas)
- Reducción de la superficie de cultivos leñosos (cítricos fundamentalmente) en un 8 %
- Reducción de la producción de cultivos herbáceos en 351.000 Tm (el 50 % correspondiente a hortalizas)
- Reducción de la producción de cultivos leñosos en 275.000 Tm (el 90 % correspondieron a cítricos)

El coste económico de los efectos de la sequía se estimó en 302 millones de euros, con la siguiente distribución:

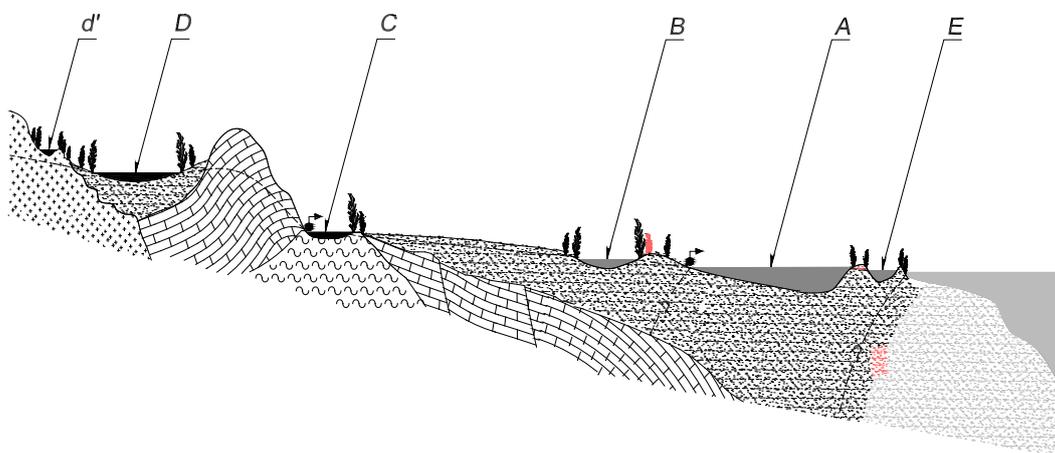
- Por reducción de producción : *160 millones de euros*
- Por salarios no devengados (pérdidas en puestos de trabajo): *70 millones de euros*
- Por pérdidas en arbolado: *24 millones de euros*
- Otras pérdidas (afección a otros cultivos y gastos de infraestructura): *48 millones de euros*

## 4 LOS REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES Y LOS USOS DE AGUA EN LA CHJ

### 4.1 Los requerimientos medioambientales

#### 4.1.1 Tipologías de los espacios naturales

El Plan Hidrológico de la CHJ contempla una serie de espacios naturales los cuales pueden ser clasificados (ver figura adjunta) en los siguientes grupos (Nieto Salvatierra, M, 2000):



#### Situación de los humedales en relación con el nivel del agua subterránea

- A. Albuferas y marjales litorales.
- B. Ambientes fluviales y litorales asociados.
- C. Pequeñas depresiones asociadas a manantiales
- D. Lagunas y humedales de interior relacionados con el nivel piezométrico
- d' Lagunas y humedales situados por encima del nivel piezométrico.
- E. Saladares litorales

Figura 38: Situación de los humedales en relación con el nivel del agua subterránea

#### A) Albuferas y marjales litorales asociadas

En este grupo se incluyen las zonas húmedas más importantes de la CHJ, tanto por su extensión como por la permanencia en el tiempo del encharcamiento. Se trata de depresiones costeras en las que la emersión de una barra litoral las separó del mar. El agua, inicialmente salada, fue sustituida por agua dulce, aunque los materiales sedimentarios pueden seguir saturados de agua del mar. La posición de la interfase (contacto agua dulce con el agua

salada) varía de unos espacios a otros. En los más importantes este contacto se sitúa al oeste de la marjal. Esta circunstancia ocasiona que los acuíferos costeros sean drenados aguas arriba de estas zonas húmedas y que la inundación sea prácticamente permanente cuando el acuífero drenado es de considerables dimensiones.

En esta categoría pueden diferenciarse dos grupos según sea el funcionamiento hidrogeológico.

### 1. Albuferas y marjales

Denominación	Superficie (ha)	Comunidad Autónoma
Parque Natural de la Albufera	21.120,02	Valencia
Parque Natural de la Marjal de Pego – Oliva	1.290,50	Valencia
Parque Natural del Prat de Cabanes - Torreblanca	811,79	Valencia
Marjal de Almenara	1.487,68	Valencia
Marjal de La Safor	1.228,83	Valencia
Marjal Sur del Júcar	3.373,95	Valencia
Marjal de Aigua Amarga	207,87	Valencia
Marjal de “El Moro”	618,85	Valencia
Prat de Peñíscola	104,91	Valencia
Marjal de Rafalell y Vistabella	103,08	Valencia
Estany de Nules	531,18	Valencia

Tabla 26. Albuferas y marjales

2. **Cuencas endorreicas** situadas en la llanura costera y sin relación con el mar. El nivel piezométrico se ubica sobre la superficie del terreno o muy próximo a ella. Están fuertemente antropizadas, en régimen natural la aportación de aguas superficiales tiene mayor peso que la aportación subterránea; se incluye en esta categoría las siguientes.

Denominación	Superficie (ha)	Comunidad Autónoma
Lagunas de Mata y Torrevieja	3.700	Valencia
Balsares – Carabassí	177.11	Valencia

Tabla 27. Cuencas endorreicas

### B) Ambientes fluviales y litorales

Se trata de encharcamientos permanentes que se producen en las desembocaduras de los ríos, en donde son alimentados por los acuíferos costeros, con dificultades de drenaje motivadas por la presencia de barras litorales. Son frecuentes las filtraciones de agua del mar a través de la barra y la invasión del agua marina con motivo de los temporales de levante. e considera en este grupo los siguientes espacios naturales.

Denominación	Superficie (ha)	Comunidad Autónoma
Desembocadura del río Mijares	321,95	Valencia
El Clot de la Mare de Deu	7,50	Valencia

Tabla 28. Ambientes fluviales y litorales

### C) Pequeñas depresiones asociadas a manantiales

Son depresiones morfológicas ubicadas aguas abajo de surgencias puntuales de aguas subterráneas procedentes de acuíferos calizos. Son de reducida extensión aunque los acuíferos que los alimentan pueden ser de gran entidad. En este grupo se incluye el Nacimiento del “Riu Verd” con una extensión de 3,48 ha.

Denominación	Superficie (ha)	Comunidad Autónoma
Nacimiento del “Riu Verd”	3,48	Valencia
Laguna del Marquesado	5,06	Castilla – La Mancha

Tabla 29. Pequeñas depresiones asociadas a manantiales

### D) Lagunas y humedales de interior

En esta categoría se incluyen dos grupos según su relación con las aguas subterráneas y el nivel piezométrico regional.

1. Cuencas endorreicas por encima del nivel piezométrico regional con flujo vertical descendente y cuya alimentación procede de la escorrentía superficial y del agua de lluvia. En este grupo se catalogan en la CHJ los siguientes espacios naturales:

Denominación	Superficie (ha)	Comunidad Autónoma
Balsa del Pinar o de Rubiales	3,60	Aragón
Laguna de Bezas	9,04	Aragón
Laguna del Carpillo	0,31	Aragón
Laguna del Tortajada	1,61	Aragón
Laguna del Acequión	24,76	Castilla – La Mancha
Laguna del Arquillo	522,34	Castilla – La Mancha
Laguna de Ontalafia	41,68	Castilla – La Mancha
Laguna de Riachuelos	2,32	Castilla – La Mancha
Laguna de Sugel	11,66	Castilla – La Mancha
Laguna de Pozo Airón	0,44	Castilla – La Mancha
Laguna de Cedazos	84,35	Castilla – La Mancha
Navajos de Sinarcas	24,43	Valencia
Dehesa de Soneja	2,48	Valencia
Laguna de San Mateo	11,15	Valencia

Tabla 30. Lagunas y humedales del interior. Cuencas endorreicas

2. Depresiones cársticas en las que aflora el nivel piezométrico regional y que reciben aportes superficiales

Se trata de cuencas endorreicas originadas por disolución y colapso de formaciones carbonatadas de disposición tabular o subtabular alimentadas por aguas superficiales y en las que puede aflorar el nivel piezométrico regional, en esta categoría se incluyen los siguientes espacios naturales:

Denominación	Superficie (ha)	Comunidad Autónoma
Sistema el Bonillo – Lezuza-El Balletero	7.885,49	Castilla – La Mancha
Laguna Ojos de Villaverde	339,74	Castilla – La Mancha
Laguna de Uña	21,42	Castilla – La Mancha
Complejo lagunar Torcas de Cañada del Hoyo	181,68	Castilla – La Mancha
Complejo lagunar de Arcas/Ballesteros	275,03	Castilla – La Mancha
Laguna de Navarramiro	0,90	Castilla – La Mancha
Torcas de Cuenca	576,29	Castilla – La Mancha
Complejo lagunar de Fuentes	43,19	Castilla – La Mancha
Laguna de las Zomas	1,42	Castilla – La Mancha
Torcas de la Maya del Chorro	56,57	Castilla – La Mancha
Surgencia del río Ojos de Moya	50,70	Castilla – La Mancha
Cuevas del tío Manolo y el Boquerón	9,60	Castilla – La Mancha

Tabla 31. Lagunas y humedales del interior. Depresiones cársticas

### E) Saladares litorales y continentales

Los saladares litorales son cuencas endorreicas que se utilizan como salinas, están catalogadas en este grupo las siguientes:

Denominación	Superficie (ha)	Comunidad Autónoma
Parque Natural de las Salinas de Santa Pola	2.496,50	Valencia
Salinas de Calpe	40,86	Valencia

Tabla 32. Saladares litorales

Los saladares de interior se asocian a cuencas endorreicas generadas por el colapso producido por la disolución de materiales yesíferos del triás keuper y que el aporte de aguas superficiales o subterráneas a través de manantiales ha permitido su explotación y aprovechamiento como salinas; en este grupo se catalogan los siguientes espacios:

Denominación	Superficie (ha)	Comunidad Autónoma
Salinas de Arcos de Salinas	4,88	Aragón
Laguna y salinas de Villena	717,98	Valencia
Laguna de Salinas	284,07	Valencia
Salinas de Cofrentes	2,67	Valencia

Tabla 33. Saladares de interior

### E) Embalses de fluctuación escasa (no incluidos en el esquema de la figura)

Se trata de embalses de regulación aterrados con escasa fluctuación de la lámina de agua, lo que permite el desarrollo de la vegetación y de comunidades animales ligadas al agua, se incluyen los siguientes:

Denominación	Superficie (ha)	Comunidad Autónoma
Pantano de Fuente Albilla	7,03	Castilla – La Mancha
Embalse de embarcaderos	393,34	Valencia
Embalse de Elda	24.17	Valencia

Tabla 34. Embalses de fluctuación escasa

#### 4.1.2 Vulnerabilidad de los espacios naturales

Los espacios naturales ligados al medio hídrico presentan una vulnerabilidad muy alta a las situaciones de sequía. Dicha circunstancia deriva de sus peculiares características morfológicas e hidrológicas, entre las que destacan las siguientes:

- Son zonas de relieve muy llano que facilitan la evapotranspiración en ausencia de aportaciones.
- En conjunto, constituyen una zona deprimida topográficamente en relación con la morfología del entorno, que por su proximidad a la costa, en algunos casos, pueden ser fácilmente invadidas por aguas saladas marinas durante temporales de Levante lo que puede alterar el equilibrio de sus ecosistemas.
- Las formaciones geológicas en las que se ubican, en el caso de Albuferas, marjales y depresiones asociadas a descargas de manantiales, tienen permeabilidad suficiente para permitir un flujo significativo del agua subterránea por lo que su mantenimiento exige un equilibrio hídrico muy ajustado.
- Sobre estas zonas discurren cursos de agua, en general divagantes, con carácter permanente o efímero, que durante las avenidas cubren una amplia porción de la zona, o bien se trata de cuencas endorreicas; lo que indica en algunos casos que su mantenimiento dependa de la existencia de aportaciones superficiales.
- Son áreas en las que el límite superior de la zona saturada se encuentra en la propia superficie o muy próximo a ellas, por lo que son muy sensibles a las fluctuaciones del nivel piezométrico del acuífero que las alimenta.

Las interacciones de los componentes físicos, biológicos y químicos de estos espacios naturales ligados al medio hídrico (suelos, agua, plantas y animales) hacen posible que desempeñen importantes funciones como las siguientes:

- Alta producción de biomasa.
- Gran diversidad de especies vegetales y animales.
- Efectos beneficiosos en los ciclos del agua: almacenamiento de agua, mitigación de inundaciones, retención de nutrientes, purificación de las aguas y estabilización de las condiciones climáticas locales, particularmente la precipitación y la temperatura.
- Elevado interés económico para los habitantes locales y creciente fuente de ingresos por turismo.

#### 4.1.3 Las restricciones medioambientales

Para conseguir el buen estado ecológico de las masas de agua y lograr que los ecosistemas asociados a los cursos fluviales dispongan de una estructura y funcionamiento hidromorfológico adecuado, es necesaria la circulación de caudales suficientes por los cauces fluviales en unas condiciones determinadas de calidad y cantidad. Debido a la explotación humana de los recursos hídricos es imprescindible la compatibilización de los usos del agua y los regímenes de caudales ambientales, con objeto de proporcionar el equilibrio mínimo que permita la conservación y mantenimiento de la vida piscícola, de la flora, vegetación de ribera, etc.

Desde el punto de vista normativo la Ley 46/1999 de Aguas en su redacción de 13 de diciembre establece en su artículo 57.7 que los caudales ecológicos o demandas ambientales no tendrán el carácter de uso, debiendo considerarse como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación. Pero no obstante se aplica a los caudales medioambientales la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento. Dicta también que los caudales ecológicos se fijarán en los planes hidrológicos de cuenca. Para su establecimiento, los Organismos de cuenca realizarán estudios específicos para cada tramo de río.

Aunque le precede la anterior Ley, la orden de 13 de agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones del contenido normativo del Plan Hidrológico del Júcar (CHJ, 1999), aprobado por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio establece una reserva de caudales aplicables a cursos de agua, zonas húmedas y acuíferos que permiten la protección y recuperación de los ecosistemas naturales, estableciendo los siguientes tipos de restricciones:

- Caudales mínimos que deben circular aguas abajo de los nueve embalses de regulación más importantes.
- Un flujo mínimo genérico que debe mantenerse en el resto de la red hidrográfica. En el caso de que no se cuente con estudios específicos basados en criterios hidrológicos y biológicos que tengan en cuenta las características específicas de los sistemas hidrológicos y la flora y fauna asociados, el caudal medioambiental mínimo no superará el caudal natural del río con un límite superior de 1 m<sup>3</sup>/s.
- Un flujo mínimo anual para las zonas húmedas, que se corresponde con 12.500 m<sup>3</sup>/ha hasta que estudios más detallados determinen otros valores, con el objetivo de mantener y proteger sus singulares valores medioambientales.
- Descarga de agua subterránea requerida para la prevención de la intrusión marina en el sistema de acuíferos costeros.

El Plan de cuenca considera prioritario el mantenimiento del caudal medioambiental en los siguientes casos:

- a) Especies o hábitat protegidos por la legislación nacional o las de las Comunidades Autónomas.
- b) Hábitat o especies incluidas en los anexos I o II de la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitat, flora y fauna silvestres.
- c) Especies cuyo aprovechamiento tenga un interés preferente o sean objeto de pesca.
- d) Espacios naturales valiosos determinados por la Administración medioambiental, con especial atención a casos singulares de bosque de ribera.
- e) Afección a zonas húmedas o a tramos fluviales de interés ambiental.

Como ya se ha mencionado el Plan introduce el criterio de establecer como puntos singulares de la cuenca, al menos los embalses, sea cual sea su capacidad, y las tomas de aprovechamientos capaces de derivar más de 0,5 veces el módulo del río, los cuales deberán mantener unos flujos mínimos, que garanticen, al menos, el mantenimiento del ecosistema existente en el tramo. La tabla adjunta resume los caudales mínimos establecidos por el Plan aguas abajo de los embalses. Es necesario indicar que estos caudales son valores constantes para todo el año y no están modulados estacionalmente.

Caudal ambiental mínimo	
Embalse	(m <sup>3</sup> /s)
Uldecona	0,150
Sichar	0,200
Benageber	0,700
Loriguilla	0,500
Alarcón	2,000
Contreras	0,400
Forata	0,200
Tous	0,600
Guadalest	0,100

Tabla 35. Cauces mínimos establecidos aguas abajo de los embalses por el PHJ.

SISTEMA	Destino del agua	Destino	Volumen
Cenia	salidas al mar	Planta de Vinaroz-Peñíscola	40 hm <sup>3</sup>
		Plana de Oropesa-Torreblanca	8 hm <sup>3</sup>
Mijares	salidas al mar		74 hm <sup>3</sup>
	zona húmeda		10 hm <sup>3</sup>
Palancia	reserva caudales		5 hm <sup>3</sup>
Turia	salidas al mar	Puzol-El Puig	15 hm <sup>3</sup>
	reserva caudales		10 hm <sup>3</sup>
Júcar	salidas al mar	Plan Valencia Norte y Sur	55 hm <sup>3</sup>
	reserva albufera		100 hm <sup>3</sup>
Serpis	salidas al mar	Plan Gandía Denia	21 hm <sup>3</sup>
	reserva caudales		12 hm <sup>3</sup>
Marina Alta	reserva	Marjal de Oliva Pego	26 hm <sup>3</sup>
	salidas al mar	Plan Gandía Denia	8 hm <sup>3</sup>
	salidas al mar	Peñón-Montgó-Bernia-Benisa	4 hm <sup>3</sup>
Marina Baja	reserva	ambiental	7 hm <sup>3</sup>
Vinalopó	reserva	ambiental	5 hm <sup>3</sup>
<b>TOTAL</b>			<b>400 hm<sup>3</sup></b>

Tabla 36. Volúmenes de reserva medioambiental contemplados por el Plan de cuenca del Júcar

Sin embargo, debe destacarse que los estudios que sirvieron de base para la evaluación de los volúmenes establecidos en el vigente Plan Hidrológico de cuenca datan de más de una década

y desde entonces se ha avanzado mucho en este campo, no sólo en las bases científicas de dichos métodos sino en su aplicabilidad y conocimiento de las especies que pueblan los ecosistemas fluviales de la Demarcación Hidrográfica. La experiencia ganada en este tiempo y la existencia de los nuevos criterios aportados por la Directiva Marco del Agua, aconseja hacer una revisión técnica de los flujos mínimos que sirva para realizar una propuesta de régimen de caudales medioambientales en el ámbito territorial de la CHJ y más concretamente aplicada a las masas de aguas superficial de la categoría ríos.

No obstante, conviene indicar la dificultad de asignar caudales medioambientales en los ríos mediterráneos, especialmente en sus tramos bajos. Estos ríos se encuentran, en muchos casos fuertemente alterados cuando alcanzan las llanuras costeras donde se concentran las poblaciones y una parte importante de los usos de agua. Un ejemplo lo constituye el régimen hidrológico de los tramos del río Júcar aguas abajo del embalse de Tous. En este tramo el río se encuentra altamente afectado por azudes, derivaciones, retornos, etc. En la actualidad se están realizando estudios para establecer caudales medioambientales en ese tramo basados en la determinación del régimen de velocidades y calados, los tiempos de renovación en los azudes, las características del sustrato, la calidad físico-química y biológica de las aguas, las curvas de preferencia de los peces, etc. Por otra parte está previsto que durante el año 2005 se inicien los trabajos de determinación del régimen de caudales medioambientales en todas las masas de agua superficial de la Demarcación.

#### 4.2 Las demandas y usos del agua

Los demandas de agua en el ámbito de la Demarcación del Júcar alcanzan una cifra global de 3.657 hm<sup>3</sup> en el año 2003, siendo el uso principal el agrícola, con 2.789 hm<sup>3</sup>/año, lo que representa aproximadamente el 76,3% de la demanda total. Le siguen en importancia el uso urbano, 721 hm<sup>3</sup>/año (19,7%) y el uso industrial no dependiente de las redes de abastecimiento urbano, con sólo un 147 hm<sup>3</sup>/año (4%).

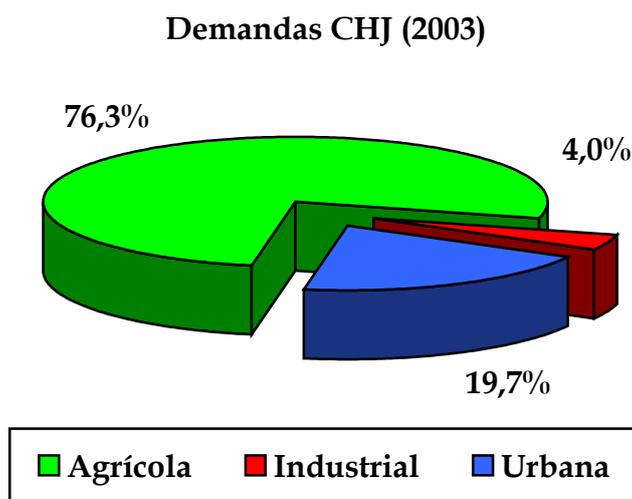


Figura 39. Demandas hídricas en la demarcación del Júcar (estimación año 2003)

En la tabla siguiente se muestran las cifras globales y las dotaciones medias de las distintas demandas de agua para el año 2003.

Tipo de demanda sectorial				Demanda hm <sup>3</sup> /año
	Población permanente	Población Total (permanente más estacional equivalente)	Dotación	
Urbana	4.587.960	6.168.107	320 l/hab/día	721
	Superficie regada		Dotación	
Agrícola	350.515		7957 m <sup>3</sup> /ha/año	2.789
	Personas ocupadas		Dotación	
Industrial	356.555		11,22 m <sup>3</sup> /empleado/día	147
TOTAL				3.657

Tabla 37. Usos de agua en el ámbito territorial de la CHJ (cifras globales para el año 2003).

Se adjunta a continuación el desglose de las distintas demandas sectoriales por sistemas de explotación.

Sistemas de explotación	URBANA	AGRÍCOLA	INDUSTRIAL	TOTAL
Cenia-Maestrazgo	27	104	1	132
Mijares-Plana de Castellón	68	216	21	305
Palancia y Los Valles	16	102	18	136
Turia	225	380	34	639
Júcar	126	1.663	47	1836
Serpis	30	102	6	138
Marina Alta	40	56	1	97
Marina Baja	47	26	2	75
Vinalopó	142	140	17	299
TOTAL	721	2.789	147	3.657

Tabla 38. Demandas de agua en la Confederación Hidrográfica del Júcar (año 2003)

#### 4.2.1 La demanda urbana

El uso urbano se concentra en la franja costera, especialmente en el entorno de las poblaciones de Valencia, Alicante y Castellón, y también en las comarcas de la Marina Alta y la Marina Baja, que tienen una importante población estacional debida al turismo. Aunque el interior de la CHJ está mucho más despoblado, conviene destacar los núcleos urbanos existentes en la Mancha, entorno a la ciudad de Albacete y las capitales de provincia de Cuenca y Teruel.

Sistema explotación	Pobl. Censo	Pobl. estac.	Pobl. equivalente	Demanda urbana
Cenia-Maestrazgo	107,966	523,836	272,132	27
Mijares-Plana de Castellón	410,872	658,685	597,545	68
Palancia-Los Valles	99,790	304,344	157,563	16
Turia	1,502,682	1,406,902	1,776,286	225
Júcar	996,167	1,026,149	1,251,205	126
Serpis	218,145	215,785	269,790	30
Marina Alta	189,625	518,878	368,006	40
Marina Baja	154,939	475,202	354,341	47
Vinalopó-Alacantí	907,774	686,105	1,121,239	142
TOTAL	4.587.960	5.815.886	6.168.107	721

Tabla 39: Distribución de la población y de la demanda urbana bruta en la Confederación Hidrográfica del Júcar en el año 2003

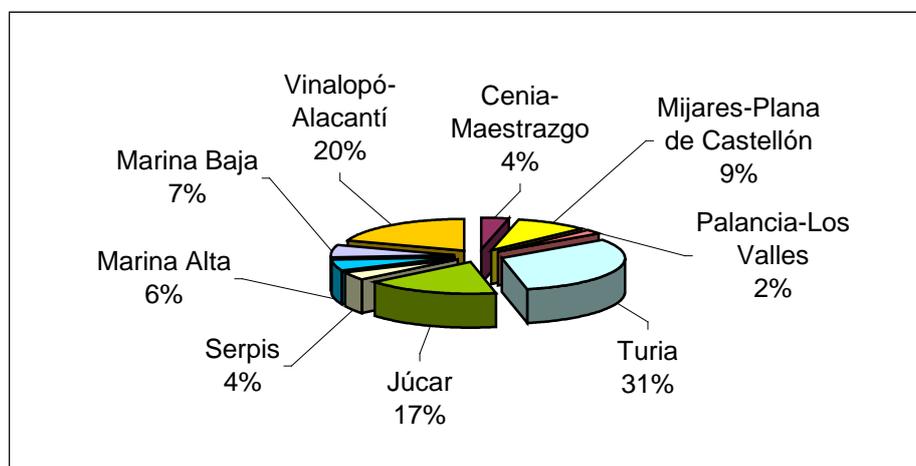


Figura 40: Distribución de la demanda urbana bruta en la CHJ

A efectos del presente documento y con vistas a describir las características y problemática de las sequías en los abastecimientos de los municipios de la CHJ, éstos se han dividido en tres categorías en función de su población (actualizada según censo del año 2001).

#### MUNICIPIOS CON POBLACIÓN SUPERIOR A 20.000 HABITANTES Y CONSORCIADOS O MANCOMUNADOS

Los municipios con población superior a 20.000 habitantes y el origen del agua utilizada en el abastecimiento se muestra en las figuras adjuntas. Representan una población permanente de unos 3.300.000 habitantes y una demanda total de unos 513 hm<sup>3</sup>/año distribuida según el origen de los recursos de la siguiente manera.

Origen del Recurso	Demanda	Población permanente
Agua superficial	193 hm <sup>3</sup> /año (37%)	1.187.550 hab
Agua subterránea	125 hm <sup>3</sup> /año (24%)	798.929 hab
Sistema mixto	195 hm <sup>3</sup> /año (38%)	1.308.852 hab
Totales	513 hm <sup>3</sup> /año	3.295.331 hab

Tabla 40: Población y demanda bruta urbana en la CHJ según el origen de los recursos utilizados en el abastecimiento

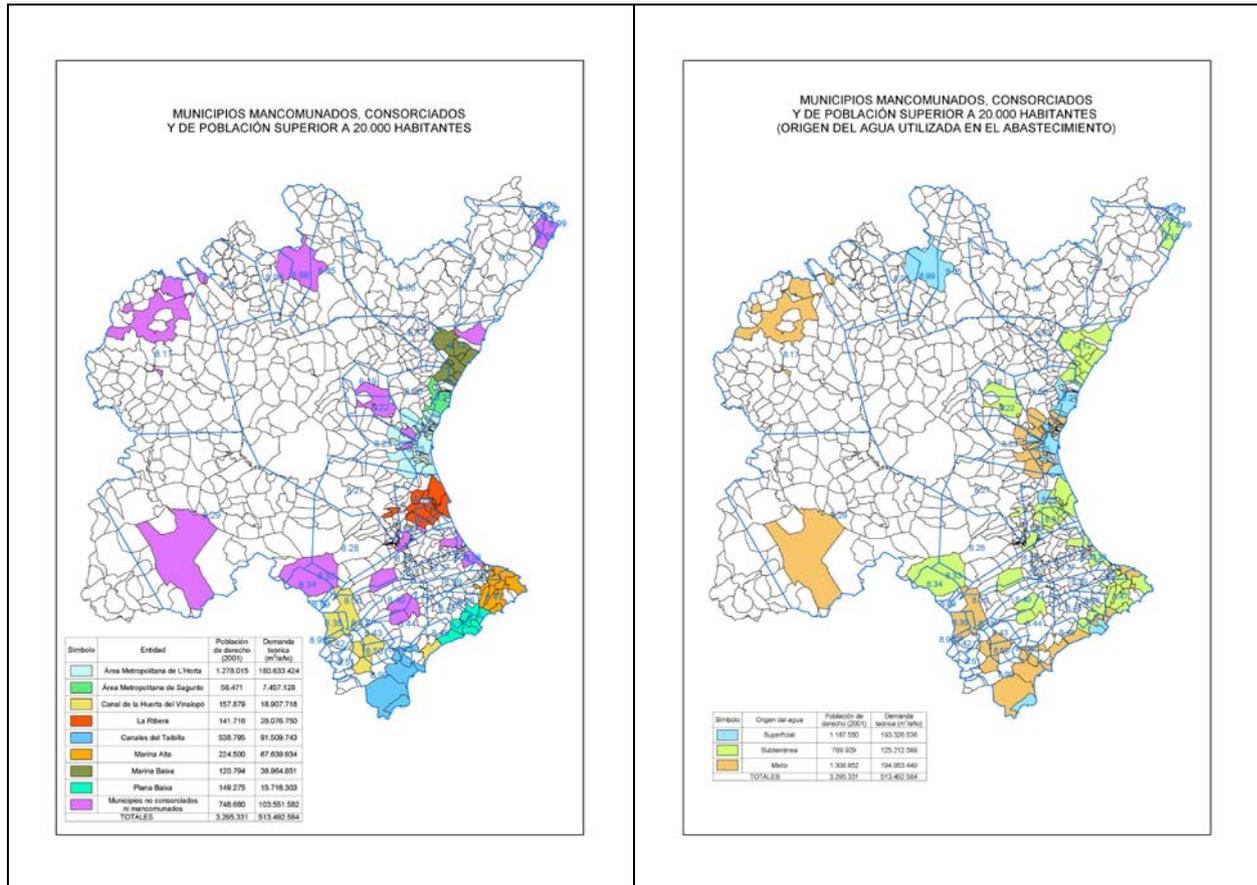


Figura 41. Municipios con población superior a 20.000 habitantes y origen del agua

En la figura adjunta se muestran los municipios agrupados según el tipo de gestión del abastecimiento urbano, observándose el predominio de la gestión privada o mixta frente a la gestión exclusivamente municipal. También se indican los principales problemas que existen en los municipios abastecidos a partir de aguas subterráneas.

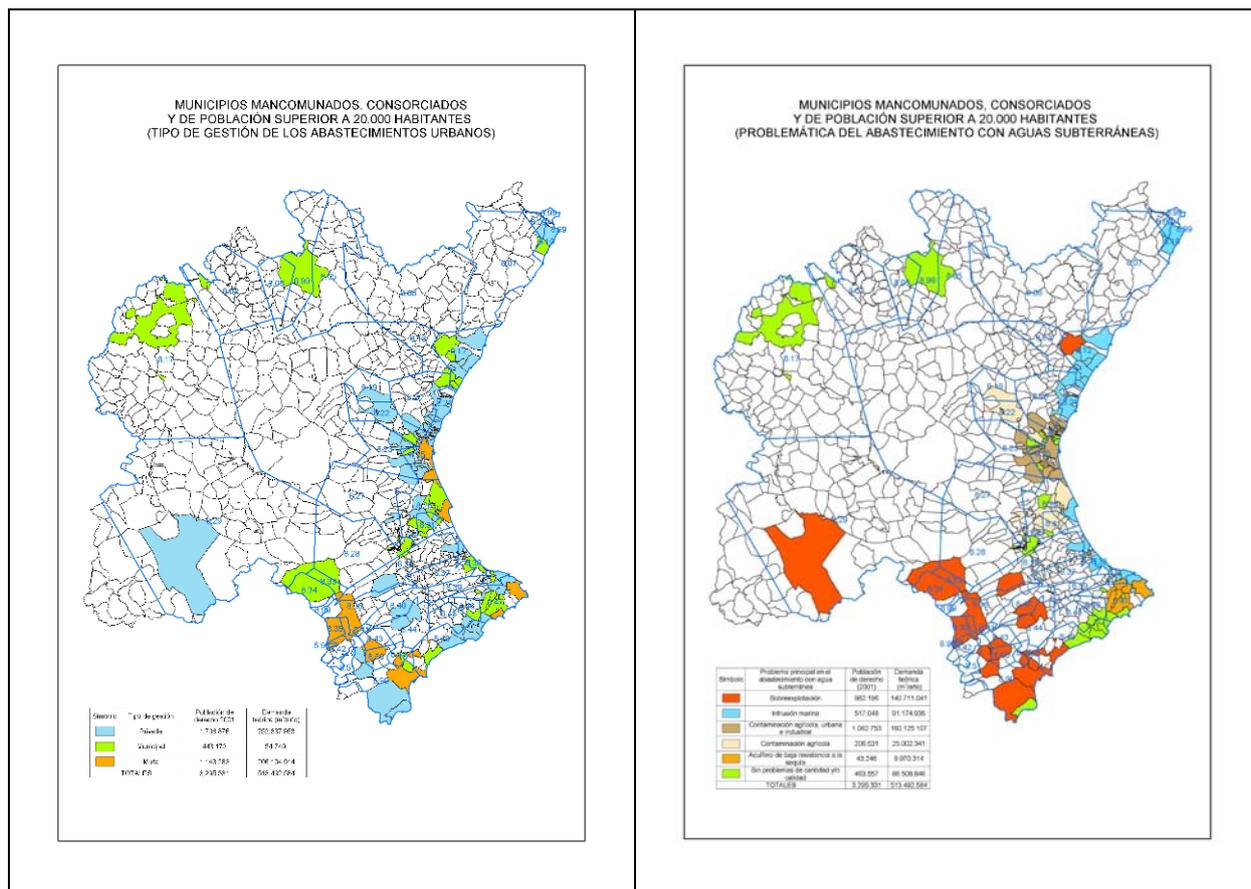


Figura 42. Municipios con población superior a 20.000 habitantes. Tipo de gestión y de problemas

Estos problemas son por orden de importancia:

- Contaminación de origen agrícola, urbano e industrial (Area Metropolitana de l' Horta).
- Sobreexplotación de acuíferos: (Alicante, Albacete, Elche, Almansa, Alcoi, Onteniente, Ibi, Villena, Elda, Novelda, Petrer, El Campello, S. Vicente del Raspeig y Onda);
- Intrusión marina (en las planas costeras, afecta a Castellón y a los municipios turísticos de Denia y Jávea ),
- Contaminación agrícola por nitratos (Comarca de la Ribera Baja); acuíferos con baja resistencia a la sequía (acuíferos kársticos de baja capacidad de regulación en la Marina Alta).

Carecen de problemas para el abastecimiento con aguas subterráneas los municipios de la Marina Baja, Cuenca, Calpe (a veces tiene problemas de turbidez) y Javea.

**MUNICIPIOS CON POBLACIÓN INFERIOR A 20.000 Y SUPERIOR O IGUAL A 10.000 HABITANTES**

Estos municipios representan una demanda bruta total para abastecimiento urbano de unos 54 hm<sup>3</sup>/año para el abastecimiento a una población total de unos 306.000 habitantes. En la figura adjunta se muestran: a) los municipios con población inferior a 20.000 habitantes y superior o igual 10.000 habitantes indicándose el origen del agua utilizada en el abastecimiento, b) el tipo de gestión del abastecimiento urbano, observándose el predominio observándose el predominio de la gestión privada sobre la municipal y de esta última sobre la mixta y c) los principales problemas que existen en los municipios abastecidos a partir de aguas subterráneas.

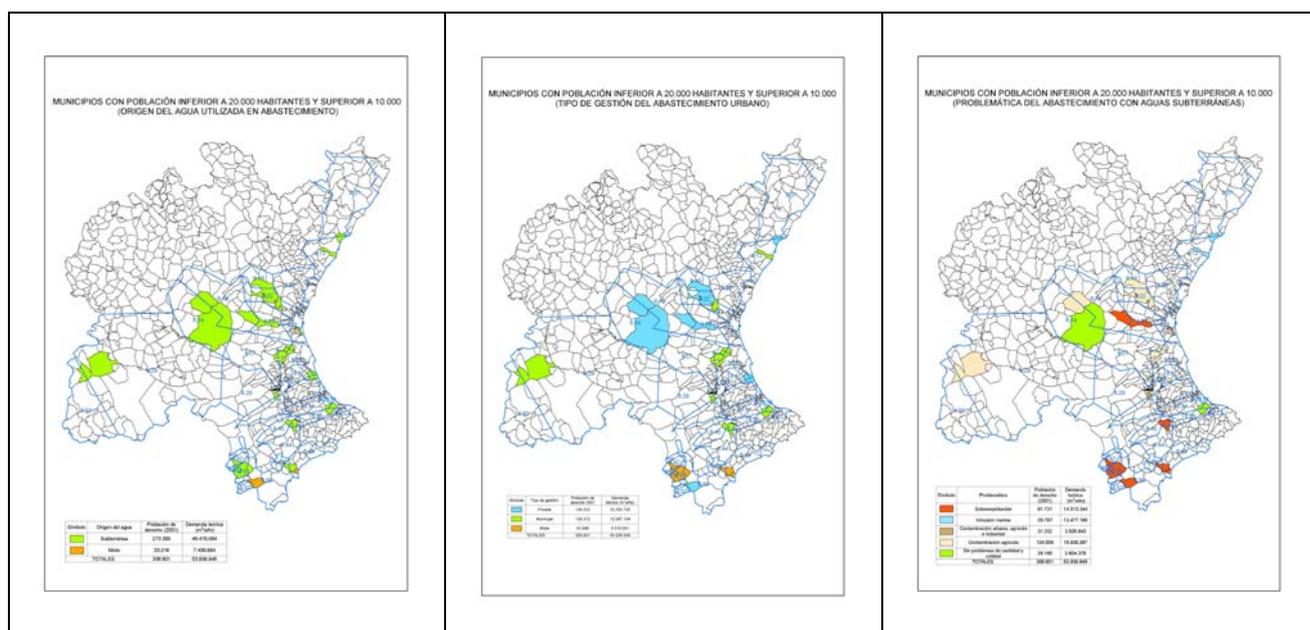


Figura 43. Municipios con población inferior a 20.000 habitantes y superior a 10.000 habitantes. Origen del agua, tipo de gestión y problemas

Los problemas principales del abastecimiento con aguas subterráneas son por orden de importancia los siguientes:

- Contaminación agrícola por nitratos (Liría, Tavenes de Valdigna, Carlet, La Roda, L’Eliana, La Pobla de Vallbona, Benifaió, Algine y L’Alcudia).
- Sobreexplotación de acuíferos (Aspe, S.Juan de Alicante, Mutxamiel, Monovar, Cocentaina y Chiva).
- Intrusión marina (Benicasim y Almazora)
- Contaminación de origen urbano, agrícola e industrial (Canals y Alfafar)
- Carecen de problemas de abastecimiento con aguas subterráneas las poblaciones de Pego y Requena.

#### MUNICIPIOS CON POBLACIÓN INFERIOR A LOS 10.000 HABITANTES

Los municipios no consorciados ni mancomunados con población inferior a 10.000 habitantes suponen una población total en la CHJ (censo del año 2001) de 755.000 habitantes (730.000 de hecho y 25.000 de población estacional equivalente). La demanda bruta teórica de la

población de estos municipios se cifra en unos 86 hm<sup>3</sup>/año, con la distribución según el origen del agua siguiente.

<b>Aguas Superficiales</b>	<b>83.722.748 m<sup>3</sup>/año</b>	<b>97,49 %</b>
Aguas Subterráneas	723.484 m <sup>3</sup> /año	0,84 %
Mixto	1.232.054 m <sup>3</sup> /año	1,67 %

Tabla 41: Origen del agua utilizada en el abastecimiento a los municipios de menos de 10.000 habitantes en la CHJ

En la figura adjunta se muestra el origen del agua y los problemas de los municipios abastecidos con aguas subterráneas.

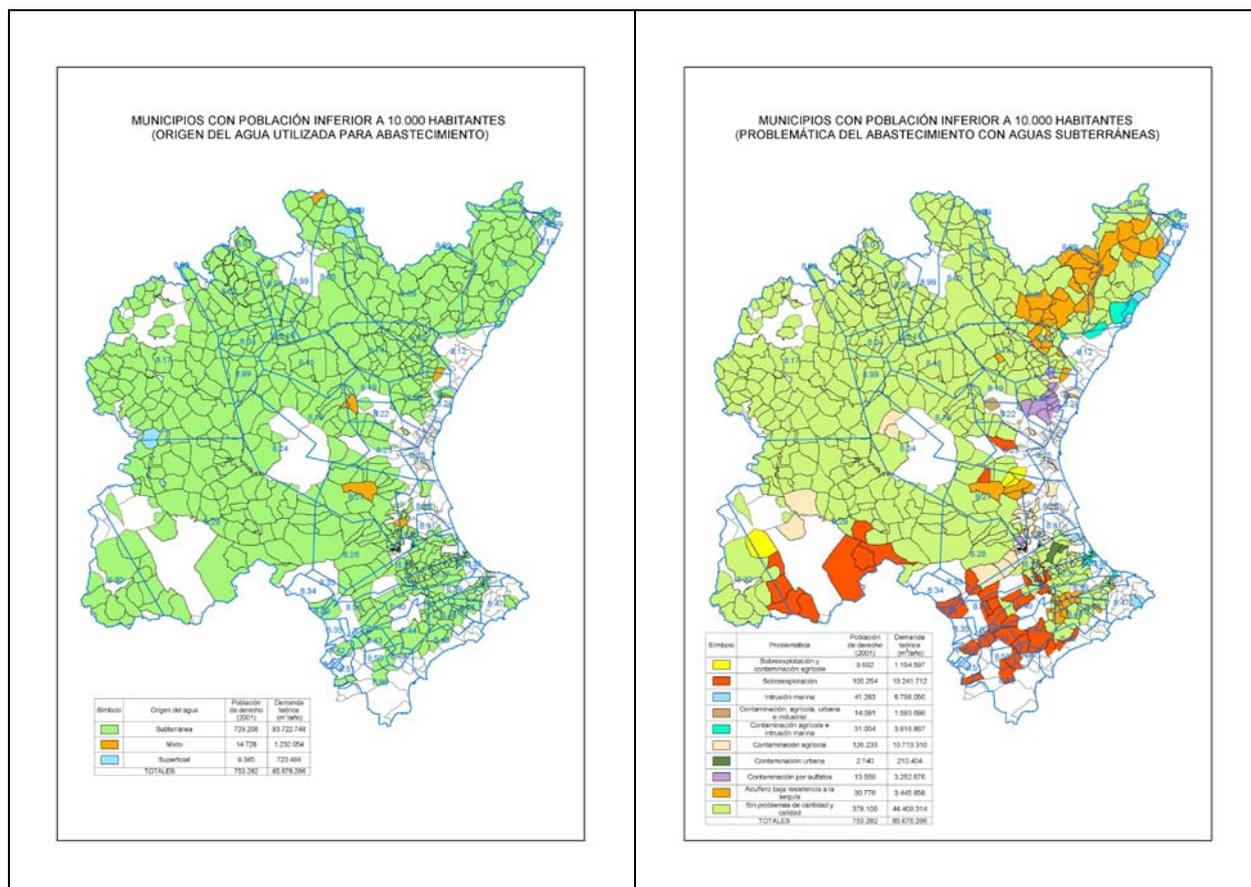


Figura 44. Municipios con población inferior a 10.000 habitantes. Origen del agua y problemas

#### 4.2.2 La demanda agrícola

Las zonas agrícolas de regadío cubren el 10% del territorio predominando en las áreas costeras, en muchos de los valles fluviales y sus interfluvios, y en la zona de la Mancha. Como ya se ha mencionado la agricultura de regadío es el sector que con diferencia más agua consume en la CHJ.

Según datos del año 2003 la demanda agrícola en la CHJ adopta los siguientes valores:

Superficie regable	402.563 hectáreas
Superficie regada	350.931 hectáreas
Dotación neta media	4.391 m <sup>3</sup> /ha/año
Demanda neta	1.643 hm <sup>3</sup> /año
Dotación media bruta	7.197 m <sup>3</sup> /ha/año
Demanda bruta	2.789 hm <sup>3</sup> /año

Tabla 42: Demanda agrícola en la CHJ

Esta demanda se distribuye en 86 unidades de demanda, cuya localización espacial se muestra en la figura adjunta.

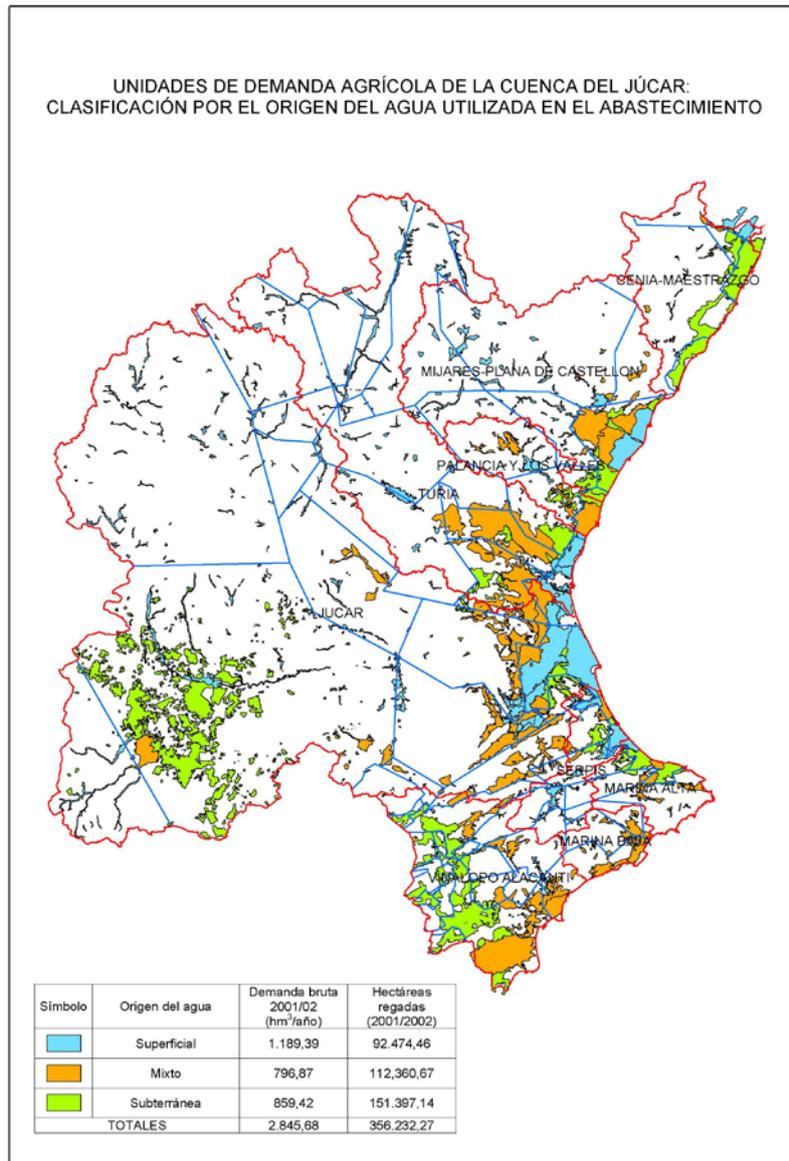


Figura 45. Unidades de demanda agrícola en la CHJ

La distribución de esta demanda por sistemas de explotación y su reparto según el origen del agua utilizada en su satisfacción se muestra en la tabla adjunta.

Nombre	Sup. regable (Ha)	Sup. regada (Ha)	Dot. Neta (m <sup>3</sup> /Ha/año)	Dem. Neta (hm <sup>3</sup> )	Dot. Bruta (m <sup>3</sup> /Ha/año)	Dem. Bruta (hm <sup>3</sup> )	% Super	% Mixta	% Subte
Cenia-Maestrazgo	18.034,34	15.657,31	3.259,50	51,03	6.667,37	104,00	6,28	6,14	87,58
Mijares-Plana de Castellón	36.437,52	32.038,46	4.259,69	136,47	6.774,45	216,00	43,11	36,76	20,13
Palancia-Los Valles	13.703,33	12.233,89	5.030,51	61,54	5.632,44	102,00	13,04	55,14	31,82
Turia	49.416,34	41.974,04	4.448,76	186,73	8.455,26	380,00	44,08	42,80	13,12
Júcar	21.3280,55	193.482,60	4.989,41	965,36	9.064,31	1663,00	49,06	23,28	27,12
Serpis	13.050,69	11.305,28	4.767,97	53,90	4.747,64	102,00	63,56	18,554	17,90
Marina Alta	12.124,71	10.080,44	4.224,33	42,58	8.601,20	56,00	0	29,55	70,45
Marina Baja	7.000,68	4.600,68	4.273,00	19,66	5.697,33	26,00	0	100	0,00
Vinalopó-Alacantí	39.515,32	29.558,65	4.272,87	126,30	9.131,80	140,00	2,6	16,71	80,69

Tabla 43: Distribución de la Demanda agrícola en la C.H.J. por sistema de explotación y según el origen del agua utilizada en su abastecimiento (Oficina de Planificación Hidrológica de la C.H.J., 2003)

La distribución de la demanda bruta por sistemas de explotación se esquematiza en el gráfico de la figura adjunta, donde se observa que el 80% de la demanda bruta agrícola de la CHJ se concentra, y por este orden, en los sistemas JUCAR, TURIA Y MIJARES – PLANA DE CASTELLÓN mientras que el 20% restante se disemina entre los demás sistemas de explotación por el siguiente orden: VINALOPÓ – ALACANTÍ, CENIA – MAESTRAZGO / PALANCIA–LOS VALLES / SERPIS, MARINA ALTA Y MARINA BAJA.

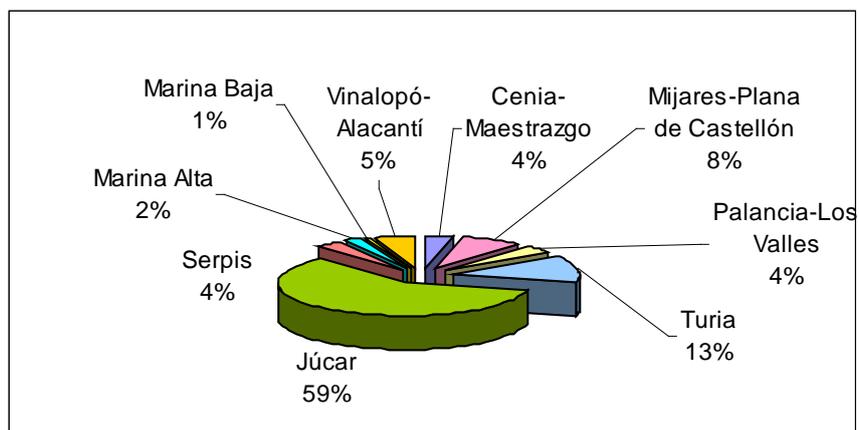


Figura 46. Distribución de la demanda bruta agrícola en la CHJ

La distribución de la demanda por el origen del agua en los sistemas de mayor demanda agrícola bruta se muestra en la tabla adjunta.

Nombre	Dem. Bruta (hm <sup>3</sup> )	Superf (hm <sup>3</sup> )	Mixta (hm <sup>3</sup> )	Subte (hm <sup>3</sup> )
Mijares-Plana de Castellón	216.00	93.12	79.40	43.48
Turia	380.00	167.50	162.64	49.86
Júcar	1663.00	824.85	387.15	451.00

Tabla 44. Distribución de la demanda por origen de agua

#### 4.2.3 La demanda industrial

La actividad industrial se localiza fundamentalmente en el entorno del área metropolitana de Valencia, de la ciudad de Castellón y de la ciudad de Albacete, en los ejes de Valencia-Xàtiva, Valencia-Sagunto-Castellón, el eje del Vinalopó y los Valles de Albaida y del Serpis. Aunque el uso industrial solo representa un porcentaje muy pequeño de la demanda total puede provocar serios problemas de contaminación de las aguas.

La demanda industrial teórica total en la Confederación Hidrográfica del Júcar se estima, para el año 2002, en 147 hm<sup>3</sup>. Si a esta cifra se añade la demanda consuntiva asociada a la Central Nuclear de Cofrentes (24 hm<sup>3</sup>/año), la demanda total industrial asciende a 171 hm<sup>3</sup>.

La distribución de esta demanda (excepto la correspondiente al uso consuntivo de la Central Nuclear de Cofrentes) por sistemas de explotación se recoge en la tabla y figura adjunta.

Nombre	Demanda Bruta (hm <sup>3</sup> /año)
Cenia-Maestrazgo	1,35
Mijares-Plana de Castellón	20,68
Palancia-Los Valles	17,54
Turia	34,46
Júcar	47,41
Serpis	6,16
Marina Alta	1,36
Marina Baja	1,88
Vinalopó-Alacantí	16,29
Central Nuclear Cofrentes	23,65
Total	170,78

Tabla 45: Demanda industrial teórica total en la Confederación Hidrográfica del Júcar, durante el año 2002 (O.P.H. de la C.H.J., año 2003)

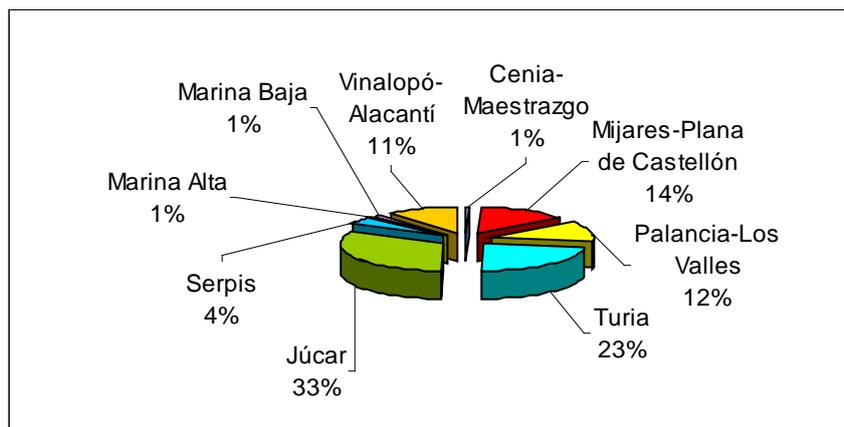


Figura 47. Distribución de la demanda industrial en la CHJ

La demanda referida engloba la conectada a la red y la abastecida a partir de suministros propios, que es mayoritariamente de origen subterráneo. Esta demanda, según datos suministrados por la Entitat d'Sanejament procedentes de las Declaraciones de Aguas Residuales Depuradas (DARP) fue durante el año 2002 de 33 hm<sup>3</sup>, lo que representa el 22 % de la demanda teórica total durante ese mismo año. El dato está referido al ámbito de la Comunidad Valenciana dentro de la CHJ.

La distribución de la demanda referida en la Comunidad Valenciana y dentro de la CHJ a partir de suministros propios se muestra en la tabla adjunta. En el gráfico de la figura adjunta se compara con la demanda teórica total por sistemas de explotación.

Nombre	Demanda Bruta (hm <sup>3</sup> /año)
Cenia-Maestrazgo	0,37
Mijares-Plana de Castellón	6,77
Palancia-Los Valles	2,46
Turia	7,37
Júcar	13,19
Serpis	1,39
Marina Alta	0,14
Marina Baja	0,01
Vinalopó-Alacantí	0,87
Total	32,57

Tabla 46: Consumo de agua para uso industrial (según OPH 2003)

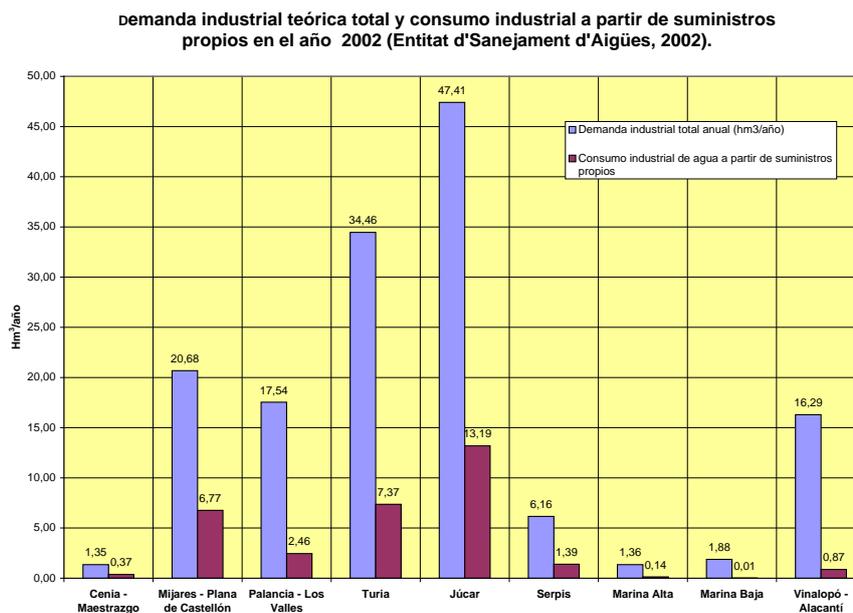


Figura 48. Demanda teórica industrial y consumo industrial en la CHJ

#### 4.2.4 La demanda hidroeléctrica

La producción de energía hidroeléctrica en la Demarcación representa también una actividad importante, con 54 centrales hidroeléctricas, en su mayoría de caudales fluyentes, situadas en los principales ríos de la cuenca: Júcar, Turia y Mijares. La localización espacial de estas centrales queda reflejada en la figura adjunta.

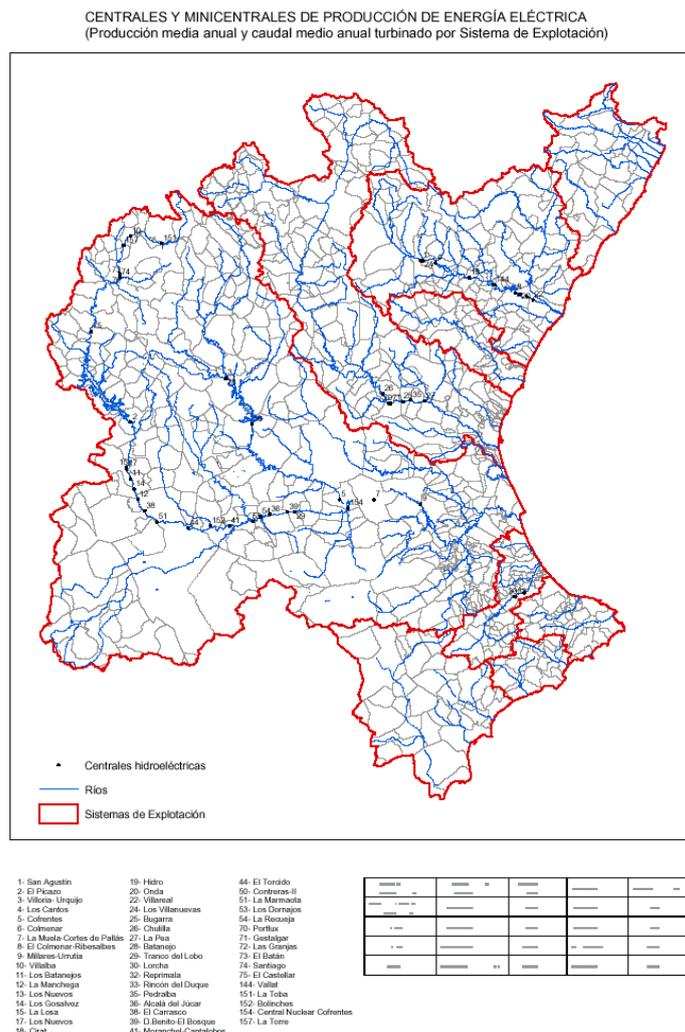


Figura 49. Centrales y minicentrales de producción de energía hidroeléctrica en la CHJ

La capacidad de producción de energía hidroeléctrica se distribuye por sistemas de explotación tal y como se muestra en la tabla adjunta.

Sistema Explotación	Nº de centrales	Caudal (m <sup>3</sup> /s)	Potencia máxima (Kwh)
Cenia - Maestrazgo	1	0,426	70
Mijares - Plana Castellón	14	87,120	102.078
Palancia - Los Valles	2	0,000	975
Turia	8	85,093	10.712
Júcar	30	627,266	654.434
Serpis	3	5,740	1.020
<b>TOTALES</b>	<b>58</b>	<b>805,645</b>	<b>769.289</b>

Tabla 47: Capacidad de producción de energía hidroeléctrica por sistema de explotación

Según los datos disponibles en la CHJ, en el período 1989/90 – 2001/02 la producción media de energía hidroeléctrica en los sistemas Mijares – Plana de Castellón, Turia y Júcar ha sido de 698 Gwh con un caudal medio anual turbinado de 4.047 hm<sup>3</sup>/año y con la distribución que se muestra en la tabla adjunta.

Sistema Explotación	Producción(Kwh/año):	Qturbinado(hm <sup>3</sup> ):
Mijares - Plana Castellón	45	303
Turia	12	303
Júcar	641	3.440
Totales	698	4.047

Tabla 48. Producción media de energía hidroeléctrica y caudal medio turbinado en el período 1989/90 a 2001/2002 en los sistemas Mijares – Plana de Castellón, Turia y Júcar de la C.H.J. (C.H.J., 2002)

#### 4.2.5 Los usos recreativos

Los usos recreativos en la Demarcación del Júcar cada vez van adquiriendo una mayor importancia. Ejemplo de estos usos son la pesca recreativa, el rafting en los ríos (tramo del río Cabriel entre Contreras y la Rambla de San Pedro), el barranquismo (tramo del Júcar entre La Toba y Villalba o el Cabriel entre Bujioso y Contreras), el piragüismo en aguas bravas (distintos tramos del Júcar, Cabriel y Turia), o la vela, windsurf y piragüismo en aguas tranquilas (embalses en los que están autorizados estos usos: Alarcón y Contreras).

#### 4.2.6 Capacidad de forzamiento del sistema de recursos y demandas

Las unidades de demanda más vulnerables en una situación de sequía son las que dependen total o parcialmente de suministros superficiales de la CHJ y a efectos del presente documento los municipios, consorcios y mancomunidades de abastecimiento urbano con población superior a los 20.000 habitantes, cuyas características básicas y problemática han sido descritas en epígrafes anteriores.

Debe señalarse que en situación de sequía las siguientes unidades de demanda urbana consorciadas disponen de la infraestructura de captación y capacidad de bombeo en los pozos de abastecimiento urbano que se indican en la tabla adjunta. En total se dispone de 148 captaciones, con una potencia instalada de 25.000 CV, una capacidad de bombeo de 791 l/s, con la posibilidad de extracción, según datos históricos, de hasta 114 hm<sup>3</sup>/año. Excepto en el Área Metropolitana de la L'Horta la mayoría de las captaciones se utilizan para abastecimiento urbano en la actualidad.

Unidad de demanda	nº captaciones	Potencia instalada (CV)	Capacidad de bombeo (l/s)	Volumen explotación total (hm³/año)	Distribución por unidades hidrogeológicas (hm³/año)												
					12	20	22	23	25	26	31	38	39	45	46	47	48
Ribera Alta	22	1.371	917	12,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	12,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Area Metropolitana de L'Horta	46	2.354	722	17,1	0,00	0,40	1,30	3,80	11,50	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Marina Alta	37	4.700	2.271	24,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,50	4,00	0,00	2,90	0,00	0,00
Marina Baja	15	12.380	1.750	22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,60	16,10	0,40	0,20
Plana Baja	28	4.196	2.253	37,9	37,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Totales</b>	<b>148</b>	<b>25.001</b>	<b>7.913</b>	<b>114,1</b>	<b>37,9</b>	<b>0,4</b>	<b>1,3</b>	<b>3,8</b>	<b>11,5</b>	<b>8,02</b>	<b>12,4</b>	<b>6,5</b>	<b>4</b>	<b>5,6</b>	<b>19</b>	<b>0,4</b>	<b>0,2</b>

Tabla 49: Captaciones de aguas subterráneas utilizables en situación de escasez de recursos en las unidades de demanda urbana consorciadas

Por su parte, las unidades de demanda agrícola más vulnerables a una situación de escasez hídrica se corresponden con los regadíos tradicionales y mixtos que dependen de suministros superficiales de la CHJ (figura adjunta). Sus características e infraestructura de captación se sintetizan en la tabla adjunta.

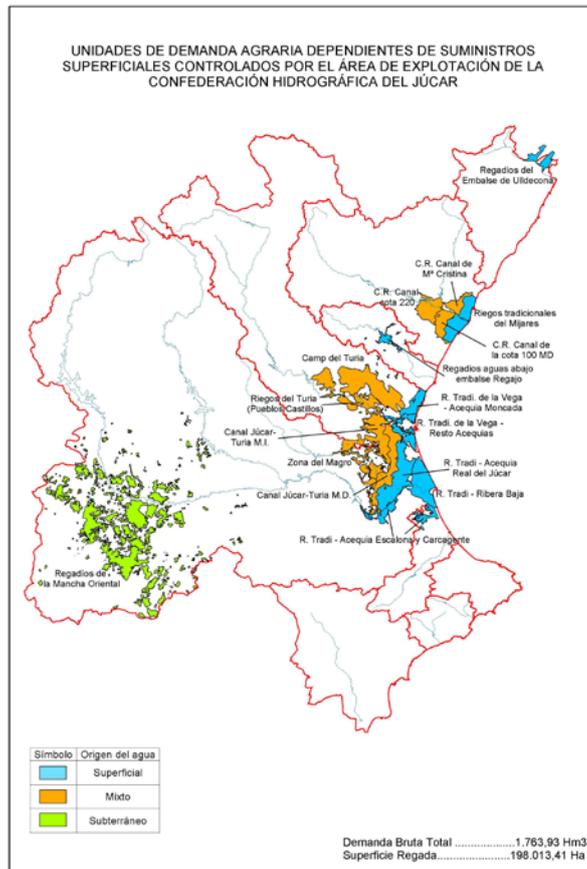


Figura 50. UDAs dependientes de suministro superficial

Cod	UDA	Origen	Dem Bruta (hm <sup>3</sup> )	Sup Regada (ha)	Descripción. rigen	Nom. Sist. Explotación
081003B	Regadíos del Embalse de Ulldecona	Superficial	7,75	343,26	Embalse Ulldecona	Cenia- Maestrazgo
081006A	Riegos tradicionales del Mijares	Superficial	78,56	9.152,15	Río Mijares	Mijares- Plana de Castellón
081008A	C.R. Canal de M <sup>a</sup> Cristina	Mixto	14,97	2.838,82	Embalse M <sup>a</sup> Cristina y pozos	Mijares- Plana de Castellón
081010A	C.R. Canal de la cota 100 MD	Mixto	30,14	5.032,23	Río Mijares, embalse Onda y pozos	Mijares- Plana de Castellón
081013A	C.R. Canal cota 220	Mixto	23,88	3.988,64	Río Mijares, embalse Onda y pozos	Mijares- Plana de Castellón
081019A	Regadíos aguas abajo embalse Regajo	Superficial	12,70	1.495,67	Río Palancia	Palancia- Los Valles
081028A	Camp del Turia	Mixto	82,76	13.895,70	Canal y pozos	Turia
081029A	Riegos del Turia (Pueblos Castillos)	Mixto	69,30	5.460,89	Río Turia y pozos	Turia
081030A	R. Tradi. de la Vega - Acequia Moncada	Superficial	54,41	4.518,28	Río Turia	Turia
081030B	R. Tradi. de la Vega - Resto Acequias	Superficial	82,07	4.592,74	Río Turia	Turia
081038A	Regadíos de la Mancha Oriental	Subterráneo	394,77	78.499,91	Pozos	Júcar
081051A	Zona del Magro	Mixto	42,37	6.512,05	Río Magro, Canal del Magro M.I. y pozos	Júcar
081054A	R. Tradi - Acequia Escalona y Carcagente	Superficial	93,68	6.734,54	Río Júcar	Júcar
081054B	R. Tradi - Acequia Real del Júcar	Superficial	345,51	17.794,96	Río Júcar	Júcar
081054C	R. Tradi - Ribera Baja	Superficial	250,47	13.985,04	Río Júcar	Júcar
081056A	Canal Júcar-Turia M.I.	Mixto	80,24	11.589,98	Canal y pozos	Júcar
081057A	Canal Júcar-Turia M.D.	Mixto	82,91	11.334,86	Canal y pozos	Júcar
Total			1.741,77	197.769,72		

Tabla 50. Unidades de demanda agrícola dependientes de suministros superficiales de la CHJ:Características básica (O.P.H. de la C.H.J, año 2003).

Las obras de emergencia realizadas durante la sequía de 1992-1995 por la CHJ y por la Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación dotaron a las unidades de demanda que se indican en la tabla adjunta de una infraestructura de captación de aguas subterráneas para abastecimiento en situaciones de escasez consistente en 104 pozos de sequía ejecutados en las Unidades Hidrogeológicas 12,18,22,23,25,26 y 27; con un caudal aforado de 10.071 l/s y potencia instalada de 10.383 CV. Esta infraestructura permite atender, en parte, el riego de una superficie de unas 110.000 hectáreas, que supone una demanda bruta teórica de unos 1.300 hm<sup>3</sup>/año.

Cod UDA	Nombre UDA	Origen	Dem Bruta (hm3)	Sup Regada (ha)	Nº pozos sequía	UHG	Causal aforado (l/s)	Potencia instalada
081006A	Riegos tradicionales del Mijares	Superficial	78,56	9.152,15	1	12	190	160
081010A	C.R. Canal de la cota 100 MD	Mixto	30,14	5.032,23	1	12	85	30
081011A	Nuevos Regadíos y Fuente La Llosa	Subterráneo	36,76	6.160,52	3	20	97	190
081028A	Camp del Turia	Mixto	82,76	13.895,70	7	18-22	963	2.190
081029A	Riegos del Turia (Pueblos Castillos)	Mixto	69,30	5.460,89	4	22-23	470	165
081030A	R. Tradi. de la Vega - Acequia Moncada	Superficial	54,41	4.518,28	8	25	625	750
081030B	R. Tradi. de la Vega - Resto Acequias	Superficial	82,07	4.592,74	9	25	647	730
081051A	Zona del Magro	Mixto	42,37	6.512,05	4	27	51	195
081054A	R. Tradi - Acequia Escalona y Carcagente	Superficial	93,68	6.734,54	8	26	884	619
081054B	R. Tradi - Acequia Real del Júcar	Superficial	345,51	17.794,96	51	25-26-28	5.344	4.624
081054C	R. Tradi - Ribera Baja	Superficial	250,47	13.985,04	3	26	275	220
081056A	Canal Júcar-Turia M.I.	Mixto	80,24	11.589,98	5	26-27	440	510
Total			1,246.27	105.429,07	104		10.071	10.383

Tabla 51: Unidades de demanda agrícola dotadas de infraestructura de pozos de sequía

#### 4.2.7 Impactos económicos, sociales y medioambientales de la reducción del suministro

En el capítulo 3 se describió el impacto de las sequías históricas padecidas en la CHJ en el período 1940/41 – 2000/01. En el presente apartado se describe y evalúa la vulnerabilidad de los distintos usos del agua y los impactos socioeconómicos y ambientales producidos por una reducción en los suministros debido a las sequías. Se analizan, en concreto, los abastecimientos urbanos, la producción agrícola y la producción de energía hidroeléctrica sobre la base de la bibliografía disponible sobre el tema, tanto en la propia CHJ como en otras Confederaciones.

#### IMPACTO DE LA SEQUÍA EN LOS ABASTECIMIENTOS URBANOS

De conformidad con González y Díez de la Cortina , A(1995) la experiencia de la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Agua de Sevilla (EMAMESA) en las sequías padecidas en su área de abastecimiento entre 1976 y 1995 permite extraer las siguientes conclusiones sobre el impacto de las sequías en los abastecimientos urbanos.

Las medidas adoptadas para la reducción de la demanda en los ciclos secos tuvieron los siguientes impactos y repercusiones:

- Las campañas de ahorro voluntario permitieron a los usuarios que las solicitaron una reducción en su consumo medio de hasta el 20 %.

- La disminución de la presión en la red en horas nocturnas permitió ahorros del 15 % en la demanda de agua media y la eliminación de los usos no imprescindibles (riegos, baldeos, etc ) elevó este porcentaje al 27%.
- Los cortes de agua nocturnos (8 horas) permitieron el ahorro del 25 % sobre la demanda media y los cortes de 12 horas incrementaron dicho ahorro hasta a un 35 %.

Por el contrario estas medidas produjeron merma en la calidad del servicio prestado, incremento de las averías en la red, malestar social por las restricciones sufridas y congelación de salarios en la empresa gestora.

La incorporación de recursos ajenos y de recursos de emergencia produjo un deterioro en la calidad del agua suministrada y colaboró también al incremento de averías en la red de distribución.

En el aspecto económico la sequía se tradujo en:

- Incremento de los costes de explotación en un 25 %
- Reducción de la facturación en un 30%
- Recargo en las tarifas facturadas al cliente de un 7 a un 37 % en función de la progresión de la severidad de la sequía.

Como aspectos positivos se produjeron los siguientes efectos:

- Concienciación ciudadana
- Eliminación de consumos excesivos
- Mejora técnica en los sistemas de medida, control y corrección de pérdidas

### IMPACTO DE LA SEQUÍA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

El análisis que en la documentación técnica del Plan Hidrológico Nacional se realiza de las funciones de producción de diferentes cultivos (ver figura y tabla adjunta) concluye que existe una relación lineal entre el beneficio económico obtenido de la producción agrícola y la dotación hídrica suministrada.

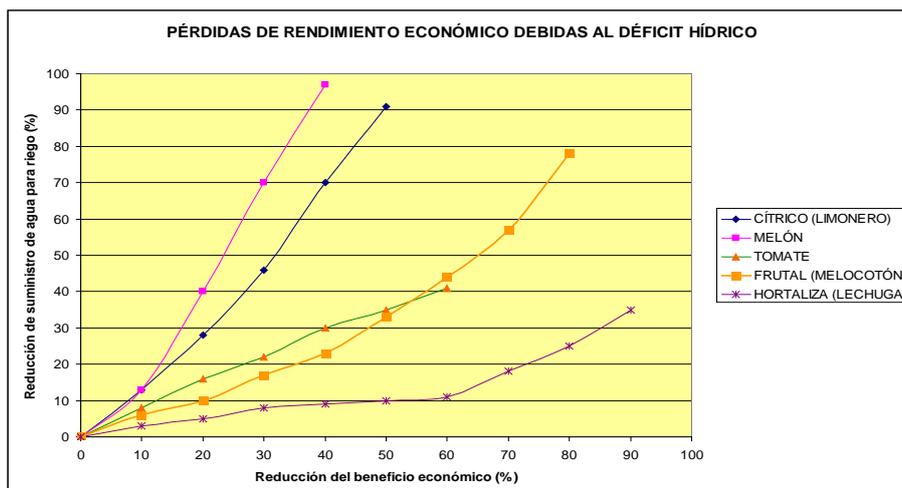


Figura 51. Pérdidas de rendimiento económico por cultivos debidas al déficit hídrico

PÉRDIDAS DE RENDIMIENTO ECONÓMICO DEBIDAS AL DÉFICIT HÍDRICO						
	CÍTRICO LIMÓN	MELÓN	TOMATE	FRUTAL MELOCOTÓN	HORTALIZA LECHUGA	MEDIO
REDUCCIÓN % SUMINISTRO	REDUCCIÓN % BENEFICIO					
0	0	0	0	0	0	0
10	13	13	8	6	3	8,6
20	28	40	16	10	5	19,8
30	46	70	22	17	8	32,6
40	70	97	30	23	9	45,8
50	91	100	35	33	10	53,8
60			41	44	11	
70				57	18	
80				78	25	
90					35	
100						

Tabla 52. Pérdidas de rendimiento económico debidas al déficit hídrico

Sobre la base de los datos referidos se ha calculado la relación entre el porcentaje de reducción del suministro y el valor medio de la reducción del beneficio económico en los cultivos analizados encontrándose la correlación lineal que se muestra en el gráfico de la figura adjunta.

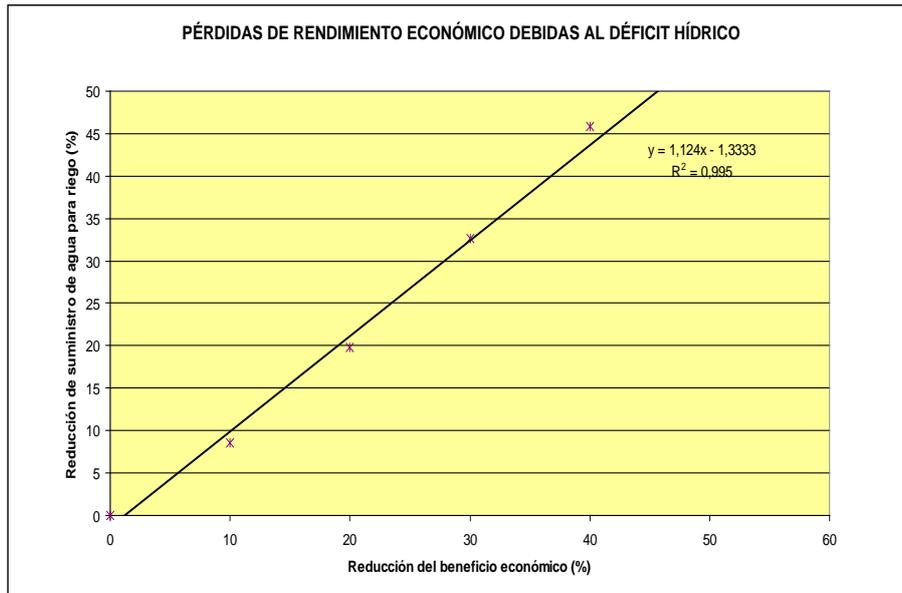


Figura 52. Pérdidas de rendimiento económico debidas al déficit hídrico

### IMPACTO DE LA SEQUÍA EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

La sequía se traduce en una menor cantidad de agua circulando por los ríos por lo que afecta al sector eléctrico de dos formas, técnica y económicamente (Villalba, J, 1995)

Dentro de la afección de tipo técnico, la más inmediata es la obtención de una menor producción ya que ésta está relacionada directamente con los caudales turbinados.

La reducción de las reservas hidroeléctricas por efecto de la sequía y su bajo nivel representa la disponibilidad de menos horas de ésta como energía de sustitución ante un fallo de una central térmica o nuclear y por tanto se traduce en menor seguridad en el suministro eléctrico.

Así mismo, el bajo nivel de reservas hidroeléctricas supone, fundamentalmente en los embalses hiperanuales, un nivel de explotación sensiblemente menor al óptimo, ocasionando un funcionamiento de las máquinas fuera de los parámetros de diseño de los aprovechamientos, lo que conduce a trabajar con menor rendimiento, es decir a obtener menos KWh por metro cúbico turbinado.

## **5 INDICADORES DE SEQUÍA**

En el año 2000 la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Júcar, siguiendo las indicaciones de la Subdirección General de Planificación Hidrológica, puso en marcha un sistema de indicadores de seguimiento de la sequía, que ha permitido desde entonces el control y vigilancia del estado hidrológico de los distintos sistemas de explotación de la cuenca y la elaboración de informes periódicos.

### **5.1 Fundamentos metodológicos**

El sistema de indicadores es de carácter hidrológico, es decir, tiene por finalidad caracterizar la sequía hidrológica, pues su interés práctico radica en su funcionalidad como instrumento de ayuda a la toma de decisiones relativas a la gestión de los recursos hídricos de la cuenca.

Para su desarrollo se ha procedido según el esquema metodológico siguiente:

- Identificación de las zonas de origen de recurso asociadas a determinadas unidades de demanda.
- Selección del indicador más representativo de la evolución de la oferta de recursos existente en cada una de las unidades de demanda.
- Recopilación de las series hidrológicas temporales asociadas a cada uno de los indicadores.
- Ponderación de los distintos indicadores para conseguir resultados representativos de la situación de sequía en cada uno de los sistemas de explotación definidos en el Plan Hidrológico de cuenca del Júcar
- Validación de los indicadores mediante el seguimiento continuo de las series hidrológicas asociadas a los indicadores y elaboración de los correspondientes informes periódicos.

Habida cuenta de que los indicadores deben reflejar la disponibilidad de recursos de un modo homogéneo, se han considerado las siguientes tipologías:

- Volumen almacenado en embalses superficiales
- Niveles piezométricos en acuíferos
- Aportaciones fluviales en régimen natural
- Pluviometría en estaciones representativas

El estudio de regionalización de zonas y elementos de control representativos ha permitido distribuir el territorio de la Confederación Hidrográfica del Júcar en 34 zonas homogéneas de recursos con sus correspondientes indicadores, cuya relación y localización geográfica se recogen en la tabla y figura adjuntas.

PROTOCOLO DE SEQUÍAS EN LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

RELACIÓN DE LAS ZONAS E INDICADORES SELECCIONADOS		
CÓD	ZONA	INDICADOR
1	Recursos superficiales del sistema del río Cenia	Volumen mensual embalse de Ulldecona
2	Recursos subterráneos franja costera Cenia-Maestrazgo	Piezómetro 312360002. Alcalá de Chivert
3	Recursos subterráneos Interior Cenia-Maestrazgo	Pluviómetro 08511-A. San Mateo H.S.
4	Recursos alto y medio Mijares	Entradas a Arenós
5	Recursos superficiales regulados por Arenós y Sichar	Volumen embalsado en Arenós y Sichar
6	Recursos subterráneos Plana de CAstellón	Piezómetro 302530008. Almazora
7	Recursos Alto Palancia	Entradas al Regajo
8	Recursos superficiales regulados por el Regajo	Volumen embalsado en el Regajo
9	Recursos subterráneos Plana de Sagunto	Piezómetro 29268092. Sagunto
10	Recursos regulados por el Arquillo de San Blas	Volumen embalsado en el Arquillo de San Blas
11	Recursos río Alfambra	Estación foronómica 08028
12	Recursos fluyentes río Guadalaviar	Entradas al Arquillo de San Blas
13	Recursos medio Turia	Estación foronómica 08018
14	Recursos regulados por Benageber y Loriguilla	Volumen embalsado en Benageger y Loriguilla
15	Recursos subterráneos Liria-Casinos/Buñol-Cheste	Piezómetro 282840014. Chiva
16	Recursos subterráneos Plana de Valencia	Piezómetro 292910008. Alginet
17	Recursos alto Júcar	Estación foronómica 08032
18	Recursos alto Cabriel	Estación foronómica 08090
19	Recursos subterráneos Utiel-Requena	Piezómetro 272750013. Utiel
20	Recursos ríos Jardín y Lezuza	Estación foronómica 08138. Balazote
21	Recursos fluyentes Mancha Oriental	Estaciones foronómicas 08144 y 08036
22	Recursos fluyentes medio Cabriel	Pluviómetro 08251-E. Embalse de Contreras
23	Recursos subterráneos Mancha Oriental	Piezómetro 252920006. Cenizate
24	Recursos regulados por el embalse de Forata	Volumen embalsado en Forata
25	Recursos fluyentes Embarcaderos-Tous	Control pluviométrico 08269. Salto de Millares
26	Recursos regulados por Alarcón Contreras y Tous	Suma de volumen en Alarcón, Contreras y Tous
27	Recursos subterráneos Carocho	Piezómetro 283120003. Enguera
28	Recursos fluyentes del Albaidá y Cañoles	Pluviómetro 08285. L'Ollería
29	Recursos subterráneos sierras Grossa y de las Agujas	Piezómetro 303110024. Gandía
30	Recursos del sistema Serpis	Volumen embalsado en Beniarrés
31	Recursos sistema Marina Alta	Pluviómetro 08045-u. Alcalalí
32	Recursos sistema Marina Baja	Volumen almacenado en Amadorio y Guadalest
33	Recursos Alto Vinalopó	Pluviómetro 08002. Bañeres
34	Recursos Medio Vinalopó-Alacantí	Pluviómetro 08013. Novelda

Tabla 53. Relación de las zonas e indicadores seleccionados



Figura 53. Localización de los indicadores seleccionados

La zonificación propuesta incluye zonas de origen de recursos hídricos de muy distinta magnitud en función de la importancia de las demandas que atienden. Para facilitar la homogeneización se ha realizado una clasificación de las mismas en función de la magnitud de las demandas servidas desde cada una de las zonas, con el siguiente escalonamiento:

- $D > 100 \text{ hm}^3/\text{año}$
- $100 \text{ hm}^3/\text{año} > D > 50 \text{ hm}^3/\text{año}$
- $50 \text{ hm}^3/\text{año} > D > 10 \text{ hm}^3/\text{año}$
- $D < 10 \text{ hm}^3/\text{año}$

La distribución de los indicadores según las clases de zonas de demanda se sintetiza en la tabla adjunta.

A- RECURSOS CUYA DEMANDA SUPERA LOS 100 hm <sup>3</sup> /año		
Código	Zona	A
2	Recursos subterráneos franja costera del sistema Cenia-Maestrazgo	
5	Recursos regulados por Arenós y Sichar	
6	Recursos subterráneos Plana de Castellón	
14	Recursos regulados por Benageber y Loriguilla	
16	Recursos subterráneos Plana de Valencia	
23	Recursos subterráneos Mancha Oriental	
26	Recursos regulados por Alarcón Contreras y Tous	

B- RECURSOS CON DEMANDA ENTRE 50 Y 100 hm <sup>3</sup> /año		
Código	Zona	B
9	Recursos subterráneos Plana de Sagunto	
27	Recursos subterráneos Carocho	
30	Recursos del sistema Serpis	
31	Recursos sistema Marina Alta	
32	Recursos sistema Marina Baja	
34	Recursos Medio Vinalopó-Alacantí	

C- RECURSOS CON DEMANDAS ENTRE 10 Y 50 hm <sup>3</sup> /año		
Código	Zona	C
1	Recursos del sistema del río Cenia	
8	Recursos regulados por el Regajo	
10	Recursos regulados por el Arquillo de San Blas	
15	Recursos subterráneos Liria-Casinos/Buñol-Cheste	
19	Recursos subterráneos Utiel-Requena	
24	Recursos regulados por Forata	
29	Recursos subterráneos sierras Grosa y De Las Agujas	
33	Recursos Alto Vinalopó	

D- RECURSOS CON DEMANDAS INFERIORES A 10 hm <sup>3</sup> /año		
Código	Zona	D
3	Recursos subterráneos interior sistema Cenia-Maestrazgo	
4	Recursos Alto y Medio Mijares	
7	Recursos Alto Palancia	
11	Recursos río Alfambra	
12	Recursos río Guadalaviar	
13	Recursos Medio Turia	
17	Recursos fluyentes Alto Júcar	
18	Recursos Alto Cabriel	
20	Recursos río Jardín y Lezuza	
21	Recursos fluyentes Mancha Oriental	
22	Recursos fluyentes Medio Cabriel	
25	Recursos fluyentes Embarcaderos-Tous	
28	Recursos fluyentes del Albaida y Cañoles	

Tabla 54. Clasificación de las zonas en función de la demanda

Los valores de los elementos de control correspondientes a cada uno de los indicadores anteriores no son directamente comparables, pues representan distintas fases del ciclo hidrológico con efecto memoria diferente. Por ello, se ha homogeneizado el efecto memoria

mediante la acumulación de valores anteriores en precipitaciones y aportaciones. Así, se comparan los volúmenes embalsados ( $\text{hm}^3$ ) y los niveles piezométricos (m) en un instante dado, que tienen un efecto memoria significativo (meses o años), con la precipitación (mm) acumulada en los últimos doce meses y con las aportaciones ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ) medidas en los últimos tres meses.

## 5.2 Definición del índice de estado

Para cada uno de los indicadores se han propuesto cuatro niveles de alerta de sequía, estableciéndose éstos en función del denominado “Índice de Estado”  $I_e$ , para cuya definición se ha tenido en cuenta los siguientes criterios:

- La media aritmética es uno de los estadísticos más robustos, a la vez que más sencillo; por lo que una comparación del dato del indicador con la media de la serie histórica, se ajustará más convenientemente, en principio, a la situación real de la zona de sequía seleccionada, si bien, debe tenerse en cuenta también los valores máximos y mínimos históricos.
- La necesidad de homogeneizar los indicadores en un valor numérico adimensional capaz de cuantificar la situación actual respecto de la histórica, y posibilitar una comparación cuantitativa entre los distintos indicadores seleccionados. Por ello se ha adoptado una fórmula en la que se define el índice de estado ( $I_e$ ) cuyos valores fluctúan en un rango comprendido entre 0 (correspondiente al mínimo valor histórico) y 1 (correspondiente al máximo valor histórico).

La expresión del Índice de Estado  $I_e$  es la siguiente:

$$- Si V_i \geq V_{med} \Rightarrow I_e = \frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{V_i - V_{med}}{V_{max} - V_{med}} \right]$$

$$- Si V_i < V_{med} \Rightarrow I_e = \frac{V_i - V_{min}}{2(V_{med} - V_{min})}$$

siendo:

$V_i$  - Valor de la medida obtenida en el mes de seguimiento

$V_{med}$  - Valor medio en el periodo histórico

$V_{max}$  - Valor máximo en el periodo histórico

$V_{min}$  - Valor mínimo en el periodo histórico

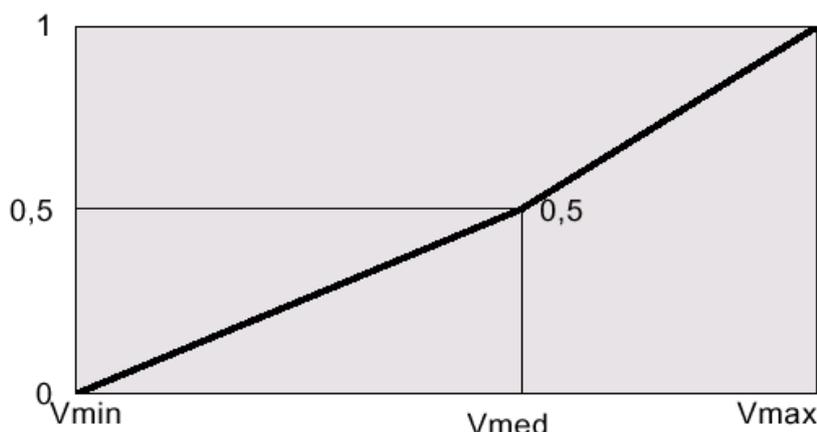


Figura 54. Definición del Índice de Estado

Tal como se desprende de la figura anterior, cuando el valor de la medida está comprendido entre la media de la serie y su valor máximo, el índice de estado dará una cifra que oscilará entre 0,5 y 1, mientras que en el caso de que la medida sea inferior al valor medio, lo hará entre 0 y 0,5.

En el caso de las aguas subterráneas la utilidad del índice de estado radica fundamentalmente en que proporciona el nivel de llenado y valora el régimen de explotación del acuífero en función de las variaciones del nivel piezométrico, aunque no cuantifica la existencia de reservas. Es evidente que un índice tenga valores mínimos no implica que no exista disponibilidad de recursos en el acuífero, sin embargo se ha considerado que puede ser adecuado como indicador de los recursos renovables.

En un futuro sería conveniente proceder a unificar criterios para la formulación del índice de piezometría entre los distintos Organismos de cuenca y estudiar la posibilidad de incorporar información relacionada con los recursos no renovables de los acuíferos. En cualquier caso, deberían analizarse las diferencias del índice propuesto con el índice de llenado utilizado por el Ministerio de Medio Ambiente en su Informe de Coyuntura o en el “Anuario Piezométrico 2003. Demarcaciones hidrográficas intercomunitarias” que realiza la Dirección General del Agua con la colaboración de las Confederaciones Hidrográficas y adoptar las oportunas decisiones.

### 5.3 Ponderación de los índices de estado por sistemas de explotación

A efectos de tener una visión global y de síntesis en los informes periódicos del estado de sequía en la cuenca del Júcar, resulta de interés sintetizar los resultados de los indicadores en un único indicador representativo de cada uno de los 9 sistemas de explotación definidos en el Plan de cuenca.

La estimación del valor numérico del Índice de Estado de cada sistema de explotación se ha realizado mediante una combinación lineal ponderada de los índices de estado de los indicadores situados en dicho sistema de explotación. Los coeficientes de ponderación han sido asignados en función del volumen de la demanda que debe abastecer el recurso hídrico

caracterizado por el correspondiente indicador. La tabla adjunta recoge el resumen de dicha ponderación. En ella se detalla la siguiente información:

- La columna “COD” recoge las 34 filas correspondientes a los 34 indicadores seleccionados en los 9 sistemas de explotación.
- Las columnas “INDICADOR” , “SISTEMA DE EXPLOTACIÓN”, “RECURSOS CONTROLADOS”, “DEMANDA” y “CLASE DE DEMANDA” detallan el nombre del indicador, el sistema de explotación al que pertenece, los recursos hídricos y la demanda que representa. El valor numérico de la demanda se expresa en  $\text{hm}^3/\text{año}$  vinculada al origen del recurso que representa.
- En la columna “VALOR (VALORACIÓN)”, se recoge el resultado de aplicar a la demanda de cada indicador, en  $\text{hm}^3/\text{año}$ , la raíz cuadrada del porcentaje de dicha demanda respecto de la demanda mayor de todos los indicadores, en este caso, la correspondiente al indicador 26 “Recursos regulados por Alarcón, Contreras y Tous”.
- En la columna “COEF. SIST. (COEFICIENTE SISTEMA DE EXPLOTACIÓN)” se detalla el valor numérico porcentual de la demanda respecto de la total del sistema en el que están incluidos.
- En la columna “COEF. GLOB. (COEFICIENTE TOTAL DEL SISTEMA)” se recoge el valor anterior, pero referido al global de la demanda de todos los sistemas de explotación.

**PROTOCOLO DE SEQUÍAS EN LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR**

Código	Indicador	Sistema Explotación	Recursos controlados	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	Clase Demanda	VALOR	COEF. SISTEM A	COEF. GLOBA L
1	Embalse de Uldecona. Volumen embalsado a principio de mes	1-Cenia Maestrazgo	Cenia	17	C	1,5	0,25	0,016
2	Piezómetro 3123-60002. Alcalá de Chivert. Medida piezométrica a principio de mes	1-Cenia Maestrazgo	Recursos subterráneos litoral Cenia-Maestrazgo	101	A	3,6	0,61	0,038
3	Pluviometro 08511. San Mateo. Lluvia acumulada en 12 meses anteriores	1-Cenia Maestrazgo	Recursos subterráneos interior Cenia-Maestrazgo	5	D	0,8	0,14	0,008
			Suma	123				
4	Embalse de Arenós. Entradas medias en últimos 3 meses	2-Mijares-Plana Castellón	Recursos Alto y Medio Mijares	37	D	2,2	0,23	0,023
5	Embalse de Arenós + Embalse de Schar. Volumen conjunto embalsado a principio de mes	2-Mijares-Plana Castellón	Recursos Alto y Medio Mijares	160	A	4,6	0,47	0,048
6	Piezómetro 3025-30008. Almazora. Medida piezométrica a principio de mes	2-Mijares-Plana Castellón	Recursos subterráneos Plana de Castellón	64	A	2,9	0,30	0,030
			Suma	261				
7	Embalse del Regajo. Entradas medias en últimos 3 meses	3-Palancia-Los Valles	Recursos Alto Palancia	23	D	1,7	0,28	0,018
8	Embalse del Regajo. Volumen embalsado a principio de mes	3-Palancia-Los Valles	Recursos Alto Palancia	54	C	2,6	0,44	0,028
9	Piezómetro 2926-80092. Sagunto. Medida piezométrica a principio de mes	3-Palancia-Los Valles	Recursos subterráneos Plana de Sagunto	22	B	1,7	0,28	0,018
			Suma	99				
10	Embalse del Arquillo de San Blas. Volumen embalsado a principio de mes	4-Turia	Recursos Alto Turia-Guadalaviar	32	C	2,0	0,12	0,021
11	Estación foronómica 08028. Aportación media últimos 3 meses	4-Turia	Recursos Alfambra	13	D	1,3	0,07	0,014
12	Embalse del Arquillo de San Blas. Entradas medias en últimos 3 meses	4-Turia	Recursos Alto Turia-Guadalaviar	5	D	0,8	0,04	0,009
13	Estación foronómica 08018. Aportación media últimos 3 meses	4-Turia	Recursos Medio Turia	65	D	2,9	0,16	0,031
14	Embalse de Benagéber + Embalse de Loriguilla. Volumen conjunto embalsado a principio de mes	4-Turia	Recursos Medio Turia	151	A	4,4	0,24	0,047
15	Piezómetro 2828-40014. Chiva. Medida piezométrica a principio de mes	4-Turia	Recursos subterráneos Liria-Casinos/Buñol-Cheste	182	C	4,9	0,26	0,052
16	Piezómetro 2929-10008. Alginet. Medida piezométrica a principio de mes	4-Turia	Recursos subterráneos Plana de Valencia	32	A	2,0	0,11	0,022
			Suma	480				
17	Estación foronómica	5-Júcar	Recursos Alto	15	D	1,4	0,05	0,015

**PROTOCOLO DE SEQUÍAS EN LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR**

Código	Indicador	Sistema Explotación	Recursos controlados	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	Clase Demanda	VALOR	COEF. SISTEM A	COEF. GLOBA L
	08032. Aportación media últimos 3 meses		Turia-Guadalaviar					
18	Estación foronómica 08090. Aportación media últimos 3 meses	5-Júcar	Recursos Alto Cabriel	24	D	1,8	0,05	0,019
19	Piezómetro 2727-50013. Utiel. Medida piezométrica a principio de mes	5-Júcar	Recursos subterráneos Utiel-Requena	20	C	1,6	0,04	0,017
20	Estación foronómica 08138. Aportación media últimos 3 meses	5-Júcar	Recursos ríos Jardín y Lezuza	41	D	2,3	0,06	0,024
21	Estaciones foronómicas 08144 y 08036. Aportación media últimos 3 meses	5-Júcar	Recursos Mancha Oriental	17	D	1,5	0,05	0,016
22	Pluviómetro 08251-E. Embalse de Contreras. Lluvia acumulada en 12 meses anteriores	5-Júcar	Recursos Medio Cabriel	17	D	1,5	0,05	0,016
23	Piezómetro 2529-20006. Cenizate. Medida piezométrica a principio de mes	5-Júcar	Recursos subterráneos Mancha Oriental	359	A	6,8	0,19	0,072
24	Embalse de Forata. Volumen embalsado a principio de mes	5-Júcar	Recursos Magro	26	C	1,8	0,05	0,019
25	Pluviómetro 08269. Salto de Millares. Lluvia acumulada en 12 meses anteriores	5-Júcar	Recursos Medio Júcar	35	D	2,1	0,06	0,023
26	Embalse de Alarcón + Embalse de Contreras + Embalse de Tous. Volumen conjunto embalsado a principio de mes	5-Júcar	Recursos Medio Júcar	770	A	10,0	0,23	0,106
27	Piezómetro 2831-20003. Enguera. Medida piezométrica a principio de mes	5-Júcar	Recursos subterráneos Caroch	66	B	2,9	0,08	0,031
28	Pluviómetro 08285. L'Ollería. Lluvia acumulada en 12 meses anteriores	5-Júcar	Recursos Albaida-Cañoles	59	D	2,8	0,08	0,029
			Suma	1.449				
29	Piezómetro 3031-10024. Gandía. Medida piezométrica a principio de mes	6-Serpis	Recursos subterráneos Serra Grossa-Agujas	20	C	1,6	0,27	0,017
			Suma	20				
30	Embalse de Beniarrés. Volumen embalsado a principio de mes	6-Serpis	Recursos Serpis	147	B	4,4	0,73	0,046
			Suma	147				
31	Pluviómetro 08045-u. Alcalalí. Lluvia acumulada en 12 meses anteriores	7-Marina Alta	Recursos Marina Alta	44	B	2,4	1,00	0,025
32	Embalse de Amadorio + Embalse de Guadalest. Volumen conjunto embalsado a principio de mes	8-Marina Baja	Recursos Marina Alta	49	B	2,5	1,00	0,027
			Suma	93				
33	Pluviómetro 08002.	9-	Recursos Alto	4	C	2,5	0,35	0,026

Código	Indicador	Sistema Explotación	Recursos controlados	Demanda (hm <sup>3</sup> /año)	Clase Demanda	VALOR	COEF. SISTEM A	COEF. GLOBAL
	Banyeres de Mariola. Lluvia acumulada en 12 meses anteriores	Vinalopó-Alacantí	Vinalopó+	7				
34	Pluviometro 08013. Novelda. Lluvia acumulada en 12 meses anteriores	9-Vinalopó-Alacantí	Recursos Medio Vinalopó-l'Alacantí	157	B	4,5	0,65	0,048
			Suma	204				
			TOTAL	2.876				1,000

Tabla 55. Ponderación de los índices de estado

#### 5.4 Validación de los índices de Estado

El rango de valores del Índice de Estado, que como se ha señalado va de 0 a 1, fue clasificado, a efectos de diagnóstico de la situación de sequía, en los cuatro niveles siguientes.

- $I_e > 0,5$  Nivel verde (situación estable)
- $0,5 > I_e > 0,31$  Nivel amarillo (situación de prealerta)
- $0,3 > I_e > 0,16$  Nivel naranja (situación de alerta)
- $0,15 > I_e$  Nivel rojo (situación de emergencia)

Los valores que definen los límites de cada uno de estos niveles y los coeficientes de ponderación mencionados en el apartado anterior se han validado de la forma que se describe a continuación.

##### 5.4.1 Validación de los indicadores a través del análisis descriptivo de su evolución histórica

Se ha analizado la evolución histórica de los indicadores y se ha contrastado con el conocimiento que se tiene del funcionamiento de los distintos sistemas de explotación en situaciones de sequía.

Después de un análisis prueba-error de modificación de los coeficientes de ponderación se ha llegado a la conclusión de que los utilizados hasta la fecha responden adecuadamente a la evolución histórica de las sequías en la cuenca, por lo que se han mantenido los originales.

El nivel rojo de emergencia, que se activa para el valor del índice 0,15 corresponde a un volumen global de almacenamiento de agua en los embalses de la cuenca de 244 hm<sup>3</sup>, el necesario para garantizar un año las demandas urbanas atendidas por la regulación general de la cuenca, prioritarias sobre las restantes. En esta situación de arranque de la fase de emergencia todavía se cuenta con una aportación mínima probable de unos 1300 hm<sup>3</sup> para atender el resto de las demandas de acuerdo con la aportación anual pésima registrada en el periodo 1940/41-2000/2001.

Habida cuenta de que el índice representativo de cada sistema es una combinación lineal ponderada de los diferentes indicadores existentes en el sistema de explotación en cuestión, es necesario que el periodo de análisis sea común para todos los indicadores y que incluya a todos los indicadores considerados dentro del mismo. De lo contrario, si falta alguno, el

índice global del sistema de explotación deja de ser representativo al quedar afectado por la disminución del sumando correspondiente al indicador o indicadores no contemplados.

Dado que el registro piezométrico sólo está disponible en la CHJ desde la entrada en vigor de la Ley de Aguas en agosto de 1985, es este tipo de indicador el que determina la longitud cronológica del periodo común en los indicadores globales de sistema de explotación. Por tanto, el periodo de análisis parte desde el 1 de octubre de 1985 a pesar de disponerse de registro foronómico en algunos casos desde 1911.

Para facilitar los análisis de los indicadores, se incluye en la figura adjunta, donde se representa la distribución territorial de la sequía meteorológica en la cuenca del Júcar, expresada en porcentaje de desviación respecto a la precipitación media para los años hidrológicos (1984/85-1999/2000).

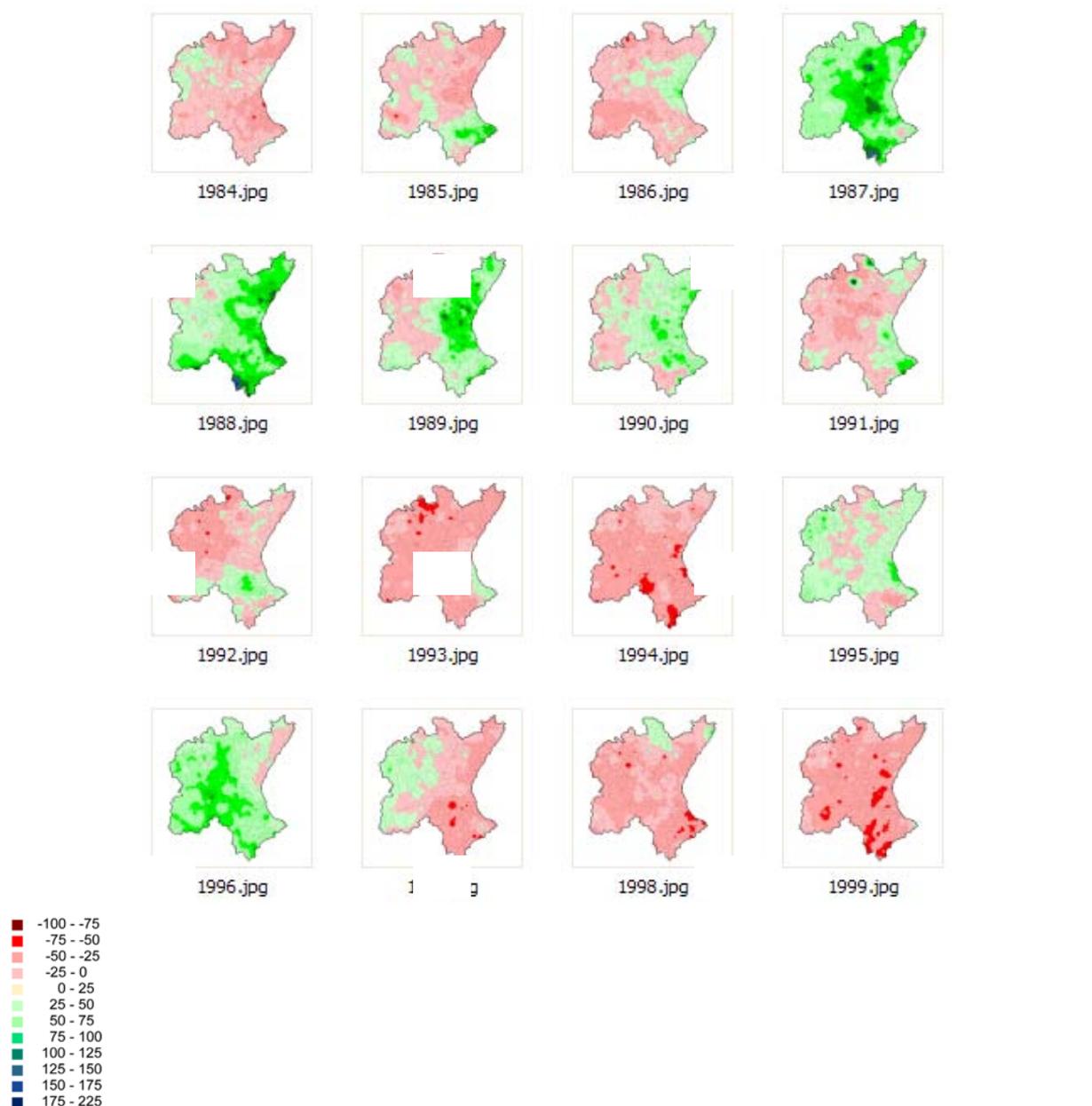


Figura 55. Distribución territorial de la sequía meteorológica en la cuenca del Júcar (Porcentaje de precipitación respecto a la media en cada km<sup>2</sup> de la cuenca)

En las figuras siguientes se recoge la evolución de los indicadores correspondientes a los sistemas de explotación en el periodo común a todos ellos, es decir, desde octubre de 1985.

El sistema de explotación SE1-Cenia-Maestrazgo muestra una evolución dominante en este periodo dentro del estado de prealerta, con incursiones en situaciones de emergencia y alerta previa en 1985, 1984, 1985 y 1998-2000, en buena concordancia con los periodos de sequía meteorológica más acentuados reflejados en la figura 55. El sistema tiene poca inercia y acusa de inmediato la falta de recursos.

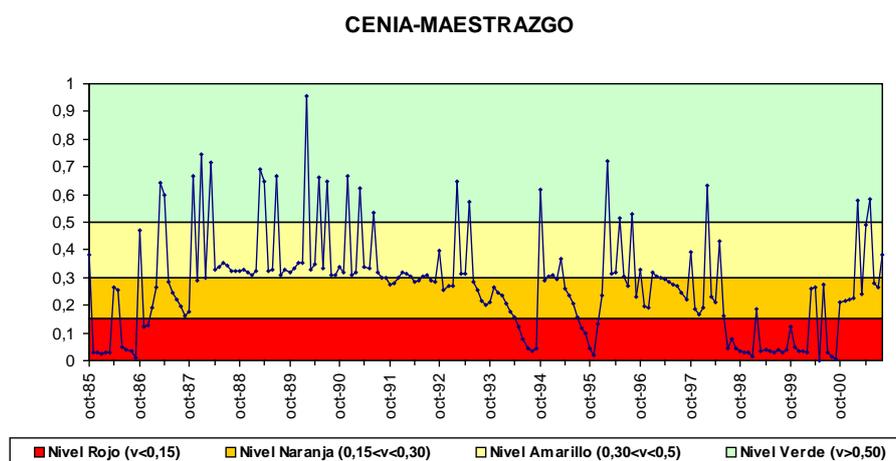


Figura 56. Evolución indicador global Sistema de Explotación Cenía - Maestrazgo

El sistema de explotación SE2-Mijares-Plana de Castellón recupera mejor los episodios de sequía y sostiene un tiempo más prolongado las reservas, lo que se traduce en mejores condiciones de recarga y buena capacidad de reservas reguladoras. Los periodos de sequía aguda quedan igualmente reflejados en los estados de emergencia de 1985, 1995 y 1999. El desfase entre el inicio de la sequía meteorológica y el inicio del estado de emergencia es de tres años si se parte de una situación media como corresponde a la regulación plurianual que imponen las descargas de los acuíferos y la regulación en embalses.

MIJARES-PLANA DE CASTELLON

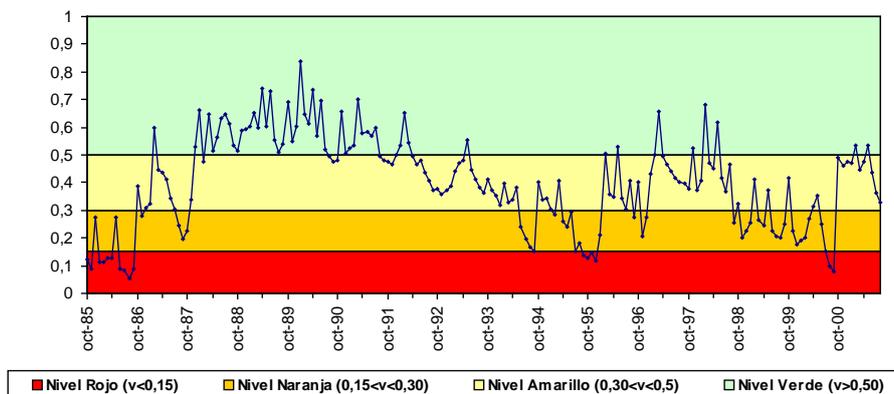


Figura 57. Evolución indicador global Sistema de Explotación Mijares – Plana de Castellón.

La evolución en el sistema de explotación SE3-Palancia-Los Valles muestra una morfología similar a la del indicador anterior aunque con menor amplitud debido a su menor inercia ligada a las menores reservas reguladoras. Se trata de un sistema más sensible a la sequía, que en el periodo de control, además de reflejar el estado de emergencia de 1985, prácticamente no sale de este estado entre 1992 y 1999. La evolución de este indicador alerta sobre la adecuación de los niveles de corte seleccionados, pues es evidente que la cuenca del Palancia no ha permanecido en situación real de emergencia entre 1992 y 1999.

El desfase entre el inicio de la sequía meteorológica y el inicio del estado de emergencia es en este sistema menor, de un año, como corresponde a su regulación anual en el Regajo.

PALANCIA Y LOS VALLES

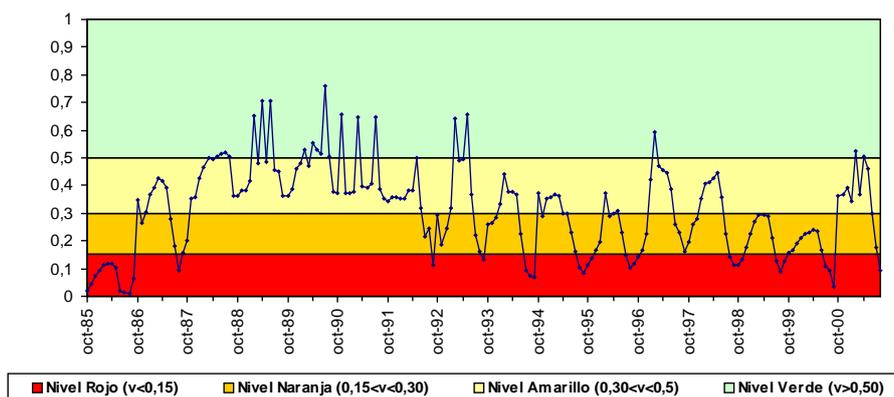


Figura 58. Evolución indicador global Sistema de Explotación Palancia y los Valles

Los sistemas de explotación SE-4 Turia y SE-5 Júcar muestran comportamientos frente a la sequía semejantes, con mayor inercia en este último debido a su mayor dimensión y volumen de reservas reguladoras. Sólo reflejan claramente la situación de emergencia de 1993 a 1995, tal como fue declarada en la realidad. El desfase entre inicio de sequía e inicio de estado de emergencia es en ambos sistemas de 3 años partiendo de una situación media.

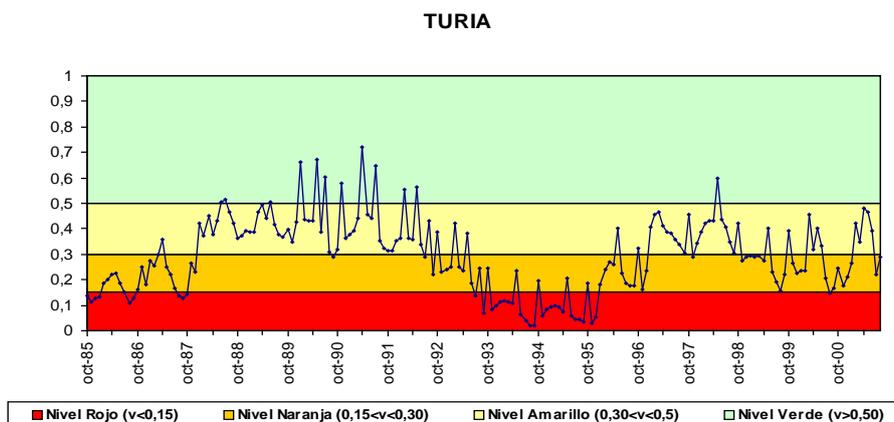


Figura 59. Evolución indicador global Sistema de Explotación Turia

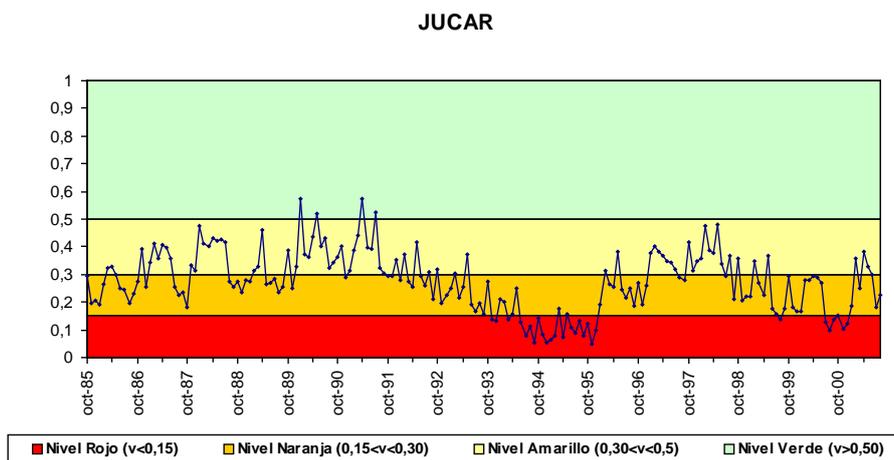


Figura 60. Evolución indicador global Sistema de Explotación Júcar

La evolución en el sistema de explotación SE6-Serpis muestra una morfología evolutiva diferente a la de los indicadores anteriores debido a que la sequía meteorológica en este ámbito territorial muestra una pauta diferente al resto de la cuenca, como se aprecia en la figura adjunta. En este sistema la sequía se inicia en 1993 y tiene una respuesta anual. La recuperación es igualmente rápida como lo atestigua la recuperación ante el año húmedo de 1996.

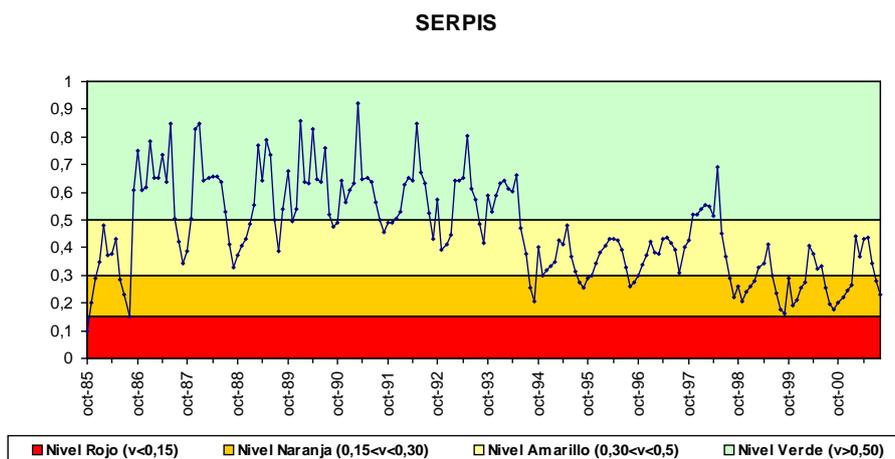


Figura 61. Evolución indicador global Sistema de Explotación Serpis

La evolución en los sistemas de explotación SE7-Marina Alta y SE-8 Marina Baja muestra una pauta de comportamiento semejante a las de los grandes sistemas pero con mayor amplitud de oscilación debido a que la precipitación en los años húmedos es mayor en estos sistemas, como se aprecia en las figuras adjuntas.

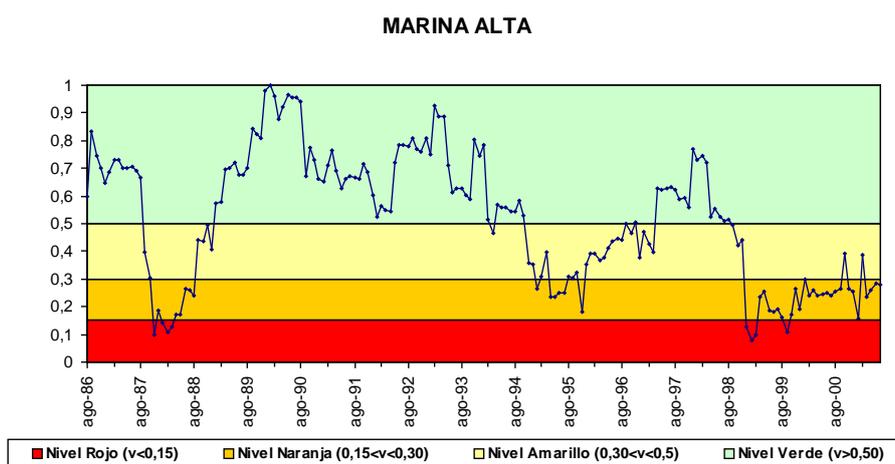


Figura 62. Evolución indicador global Sistema de Explotación Marina Alta

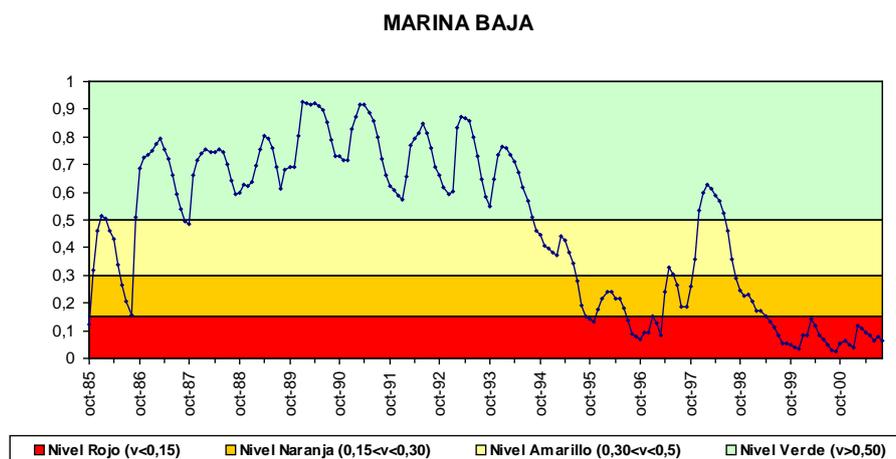


Figura 63: Evolución indicador global Sistema de Explotación Marina Baja

En el SE9-Vinalopó-Alacantí la sensibilidad a la sequía es mayor debido a que solo se utilizan indicadores pluviométricos y en realidad reflejan la sequía meteorológica. La inercia es por tanto mínima y la respuesta rápida a la variación de la precipitación. No se puede utilizar otro tipo de indicador, dado que el carácter de sobreexplotación del sistema definiría una situación de emergencia permanente.

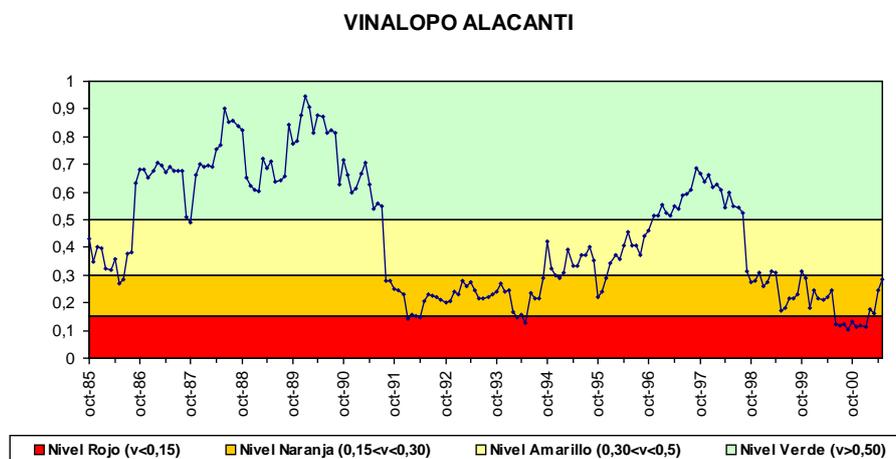


Figura 64. Evolución indicador global Sistema de Explotación Vinalopó - Alacantí

Por último, el indicador global de la cuenca refleja una evolución muy aproximada de la del sistema SE 5-Júcar, como no puede ser de otro modo, dado que el ponderador de este sistema es el 0,4 sobre 1 que representa la cuenca en su globalidad. El efecto de los restantes sistemas tiene como consecuencia más significativa el incremento de los máximos y la suavización de los mínimos. Se confirma la predominancia de la sequía en todo el periodo de control, a pesar de los años húmedos 1987/88 a 1990/91. Además esta sequía es de carácter grave a extremo en periodos consecutivos de 3 a 4 años.

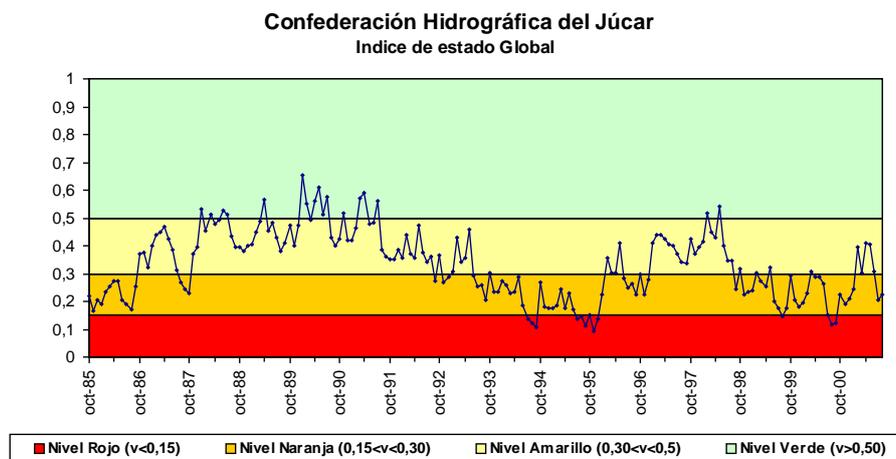


Figura 65. Evolución indicador global cuenca del Júcar

Así pues, cabe concluir que existe una buena concordancia entre el análisis de las sequías descrito en el capítulo 2 y la evolución general de los indicadores.

#### 5.4.2 Validación de los indicadores a través de la simulación de los déficit en los sistemas de explotación

Con el fin de afinar en la adecuación de los intervalos establecidos para los estados de sequía en los indicadores se ha efectuado un estudio comparativo de la evolución del índice medio anual de estado con el volumen de déficit anual de suministro en los principales sistemas de explotación, obtenido de la simulación hidrológica de los mismos.

Los gráficos adjuntos muestran la evolución de fallos en los principales sistemas de explotación, referidos a déficit en el volumen de demanda de agua. Los valores de déficit obtenidos consideran la evolución creciente de la demanda, pues se ha reconstruido la serie histórica de demandas en función de la información disponible. En la medida de lo posible se ha desagregado el volumen de fallos en el suministro correspondientes a las demandas agrícola y urbana. Cuando sólo se detalla una curva se refiere a la demanda total.

En el sistema Mijares el déficit, con una demanda satisfacer de  $193 \text{ hm}^3/\text{año}$ , llega a suponer  $35 \text{ hm}^3/\text{año}$  (18%) en los ciclos secos de las sequías históricas.

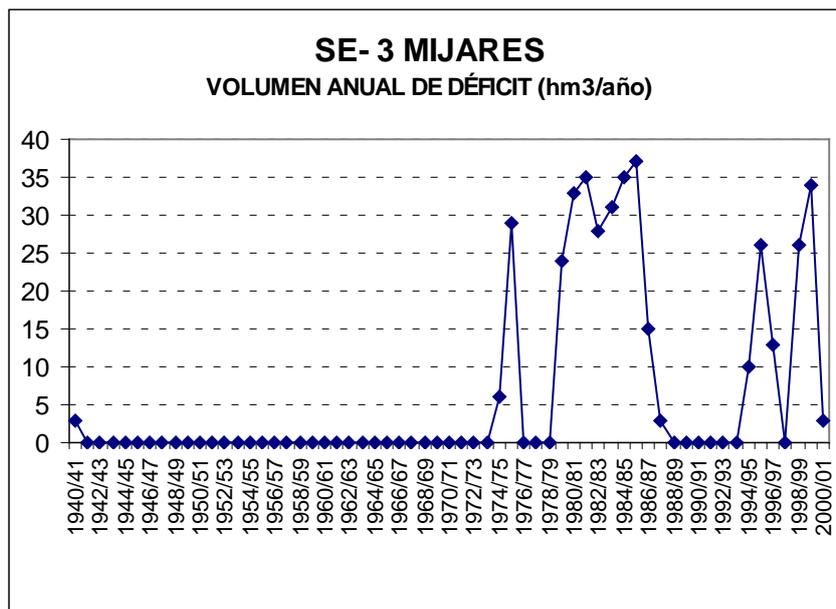


Figura 66. Volumen anual de déficit de suministro en el sistema Mijares

En el sistema Turia se aprecia un impacto más severo en la sequía de los noventa que en la de los ochenta, con una diferencia en los déficits anuales de 100 hm<sup>3</sup>/año entre ambos periodos secos. Frente a una demanda de 380 hm<sup>3</sup> el efecto de la sequía en 1995 supuso un déficit de casi el 50% en la atención de las demandas.

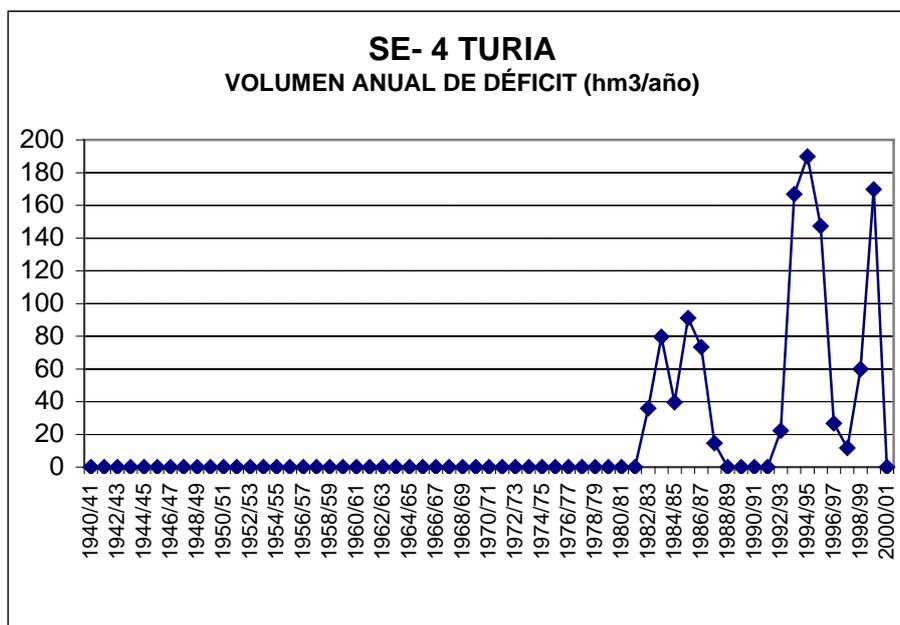


Figura 67. Volumen anual de déficit en el suministro en el sistema Turia

El sistema Júcar acusa igualmente con mayor intensidad la sequía de los noventa, en la que llegan a alcanzarse déficit de suministro de hasta 600 hm<sup>3</sup> (42%) sobre la demanda total cifrada en 1.426 hm<sup>3</sup>.

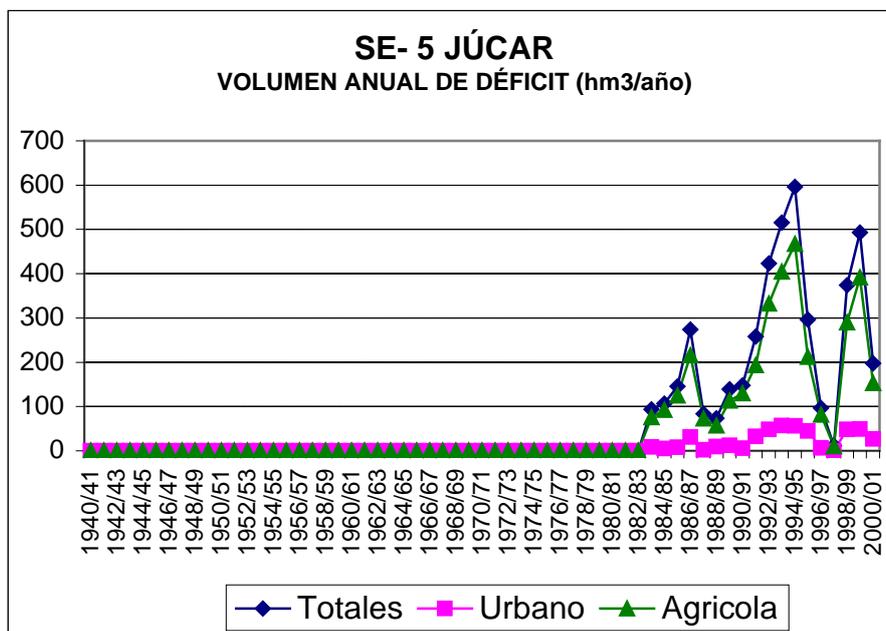


Figura 68. Volumen anual de déficit de suministro en el sistema Júcar

Por último, en la Marina Baja se aprecia un mayor efecto de la sequía en los años ochenta. No en vano Benidorm tuvo que abastecerse con barcos cisterna en dicho evento.

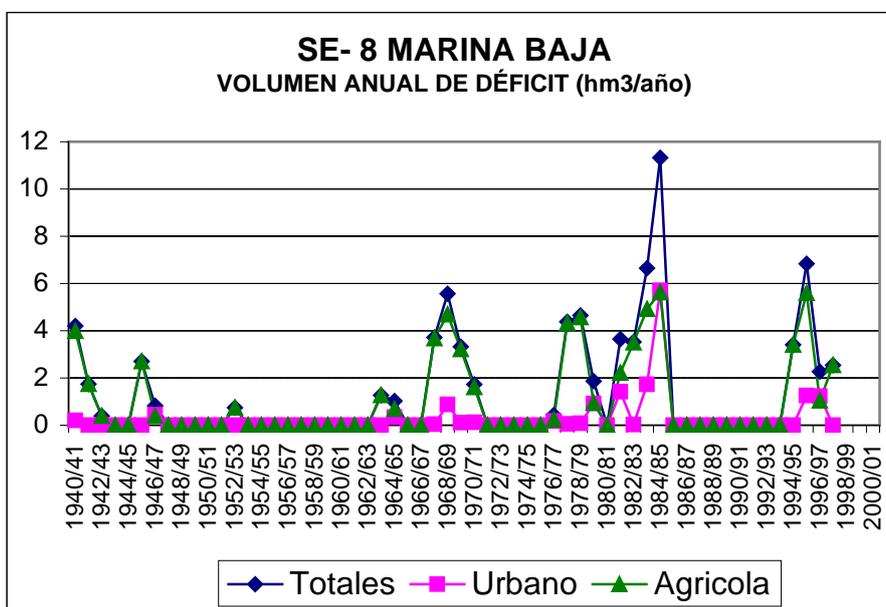


Figura 69. Volumen anual de déficit de suministro en el sistema Marina Baja

La relación volumen de fallos-índice de estado se sintetiza en la tabla adjunta y en las figuras siguientes, poniéndose de manifiesto en general una buena correlación entre ambas variables.

ANO	JUCAR		TURIA		MIJARES		MARINA BAJA	
	Volumen	Indicador	Volumen	Indicador	Volumen	Indicador	Volumen	Indicador
1985/86	133	0,31	91	0,16	89	0,13	0	0,36
1986/87	246	0,37	73	0,22	12	0,36	0	0,69
1987/88	75	0,42	15	0,38	1	0,53	0	0,69
1988/89	66	0,37	0	0,41	0	0,60	0	0,69
1989/90	125	0,47	0	0,45	0	0,62	0	0,84
1990/91	136	0,47	0	0,45	0	0,56	0	0,80
1991/92	226	0,34	0	0,37	0	0,49	0	0,71
1992/93	381	0,27	22	0,25	0	0,42	0	0,72
1993/94	461	0,17	167	0,11	0	0,30	0	0,64
1994/95	523	0,11	190	0,09	21	0,28	3	0,35
1995/96	256	0,22	147	0,20	40	0,31	7	0,17
1996/97	88	0,37	27	0,35	6	0,42	2	
1997/98	10	0,46	12	0,40	0	0,45	3	0,48
1998/99	338	0,30	60	0,28	43	0,27		0,15
1999/00	441	0,27	170	0,28	56	0,23		0,07
2000/01	179	0,24	0	0,29	1	0,42		0,07
<b>Demanda</b>	<b>básica</b>	1426		380		193		51

Tabla 56. Relación volumen en fallos de suministro frente a índice de sequía medio anual en los principales sistemas de explotación

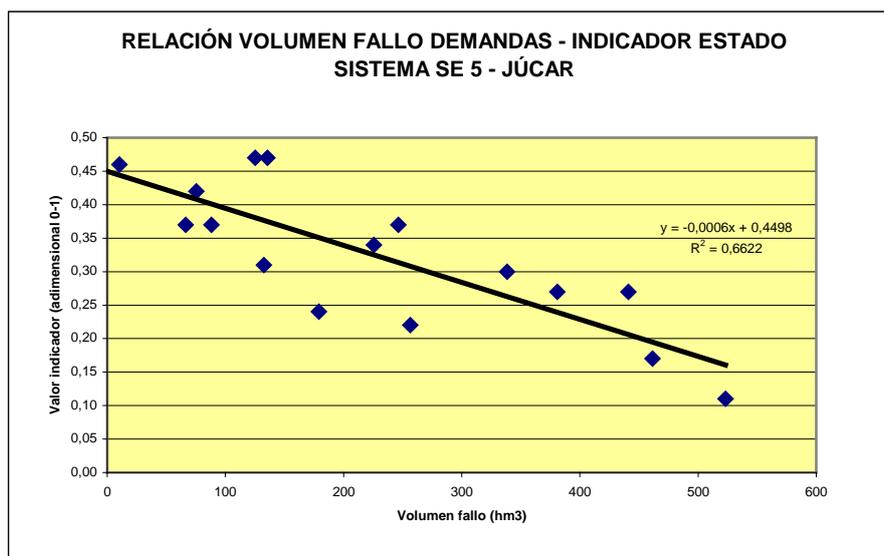


Figura 70. Relación indicador de estado - volumen de fallo (sistema Júcar)

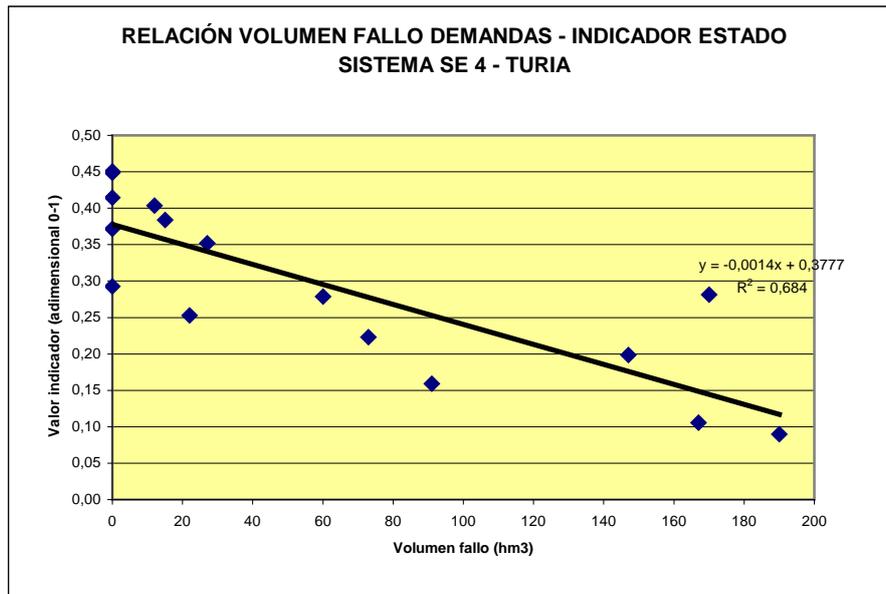


Figura 71. Relación indicador de estado - volumen de fallo (sistema Turia)

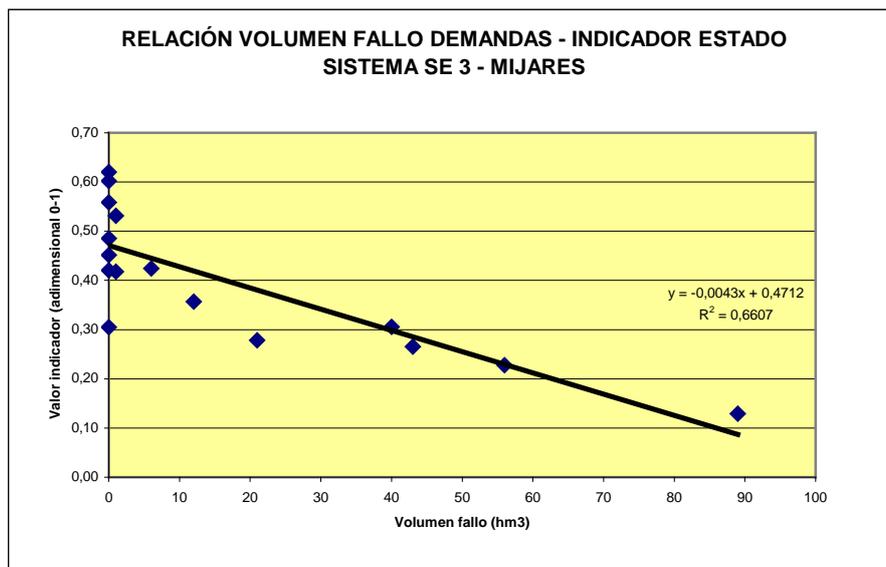


Figura 72. Relación indicador de estado - volumen de fallo (sistema Mijares)

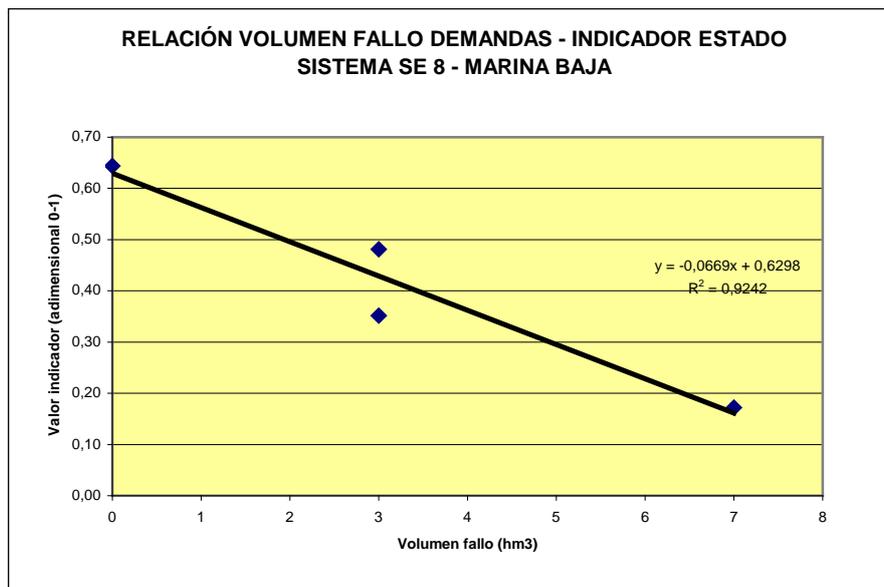


Figura 73. Relación indicador de estado - volumen de fallo (sistema Marina Baja)

El análisis en términos porcentuales y el diagrama de dispersión global para el conjunto de datos de los sistemas de explotación da una idea general a escala de toda la Confederación.

ANO	JUCAR		TURIA		MIJARES		MARINA BAJA	
	Indicador	Fallo %	Indicador	Fallo %	Indicador	Fallo %	Indicador	Fallo %
1985/86	0,31	9,3	0,16	23,9	0,13	46,1	0,36	0,0
1986/87	0,37	17,28	0,22	19,2	0,36	6,2	0,69	0,0
1987/88	0,42	5,29	0,38	3,9	0,53	0,5	0,69	0,0
1988/89	0,37	4,66	0,41	0,0	0,60	0,0	0,69	0,0
1989/90	0,47	8,78	0,45	0,0	0,62	0,0	0,84	0,0
1990/91	0,47	9,51	0,45	0,0	0,56	0,0	0,80	0,0
1991/92	0,34	15,83	0,37	0,0	0,49	0,0	0,71	0,0
1992/93	0,27	26,70	0,25	5,8	0,42	0,0	0,72	0,0
1993/94	0,17	32,36	0,11	43,9	0,30	0,0	0,64	0,0
1994/95	0,11	36,70	0,09	50,0	0,28	10,9	0,48	5,9
1995/96	0,22	17,97	0,20	38,7	0,31	20,7	0,17	13,7
1996/97	0,37	6,18	0,35	7,1	0,42	3,1		3,9
1997/98	0,46	0,73	0,40	3,2	0,45	0,0	0,48	5,9
1998/99	0,30	23,73	0,28	15,8	0,27	22,3	0,15	0,0
1999/00	0,27	30,93	0,28	44,7	0,23	29,0	0,07	0,0
2000/01	0,24	12,56	0,29	0,0	0,42	0,5	0,07	0,0
<b>Media</b>	0,3	16,2	0,3	16,0	0,4	8,7	0,5	1,8
<b>Demanda</b>	1426,00		380,00		193		51	

Tabla 57: Relación volumen en fallos de suministro frente a índice de sequía medio anual en los principales sistemas de explotación en términos porcentuales

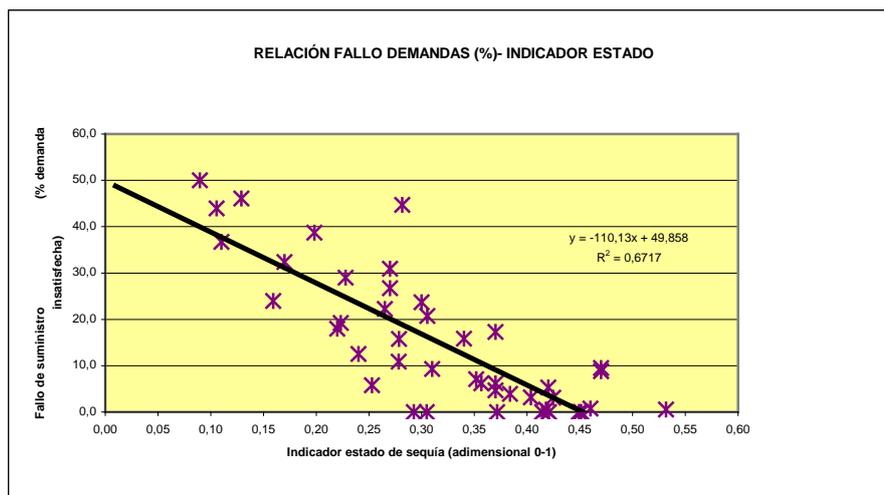


Figura 74. Relación porcentual del volumen en fallos de suministro frente al índice de sequía medio anual en la cuenca del Júcar

Puede concluirse de este último gráfico –a partir de la simulación de garantías de suministro utilizada en el presente capítulo- que en situación de mínimo registro del indicador el déficit supone un fallo del orden del 50 % de la demanda, del 17% para un valor 0,3 del índice de estado o del 32% para un valor 0,15 del índice de estado, como se refleja en el cuadro siguiente.

INDICE ESTADO	FALLO DEMANDA (%)
0,50	-5
0,40	6
0,30	17
0,20	28
0,15	32
0,10	39
0,00	50

Tabla 58. Relación índices de estado – fallo de demanda

El nivel 0,3 indicativo del umbral de estado de Alerta, en el que se activan las medidas de mitigación, corresponde al valor establecido en el Plan Hidrológico de la CHJ como umbral de satisfacción de las demandas a dos años.

El nivel 0,15 indicativo del umbral de estado de emergencia, supone un déficit de suministro grave en el que empieza a peligrar la rentabilidad de las cosechas y deben establecerse medidas drásticas de reparto del agua para salvar el arbolado en frutales y garantizar las cosechas hortícolas más viables, además de garantizar el consumo urbano por un mínimo de un año.

Sobre la base de los datos de la tabla anterior en las figuras siguientes se observa la buena correlación entre la evolución del índice de estado medio anual y el volumen de déficit anual en el suministro en los sistemas Mijares – Plana de Castellón, Turia , Júcar y Marina Baja en el intervalo temporal de datos disponibles.

Así pues, cabe concluir que los indicadores se ajustan a la evolución real de las sequías históricas y que los umbrales de corte entre los distintos estados de sequía tiene una justificación fundada.

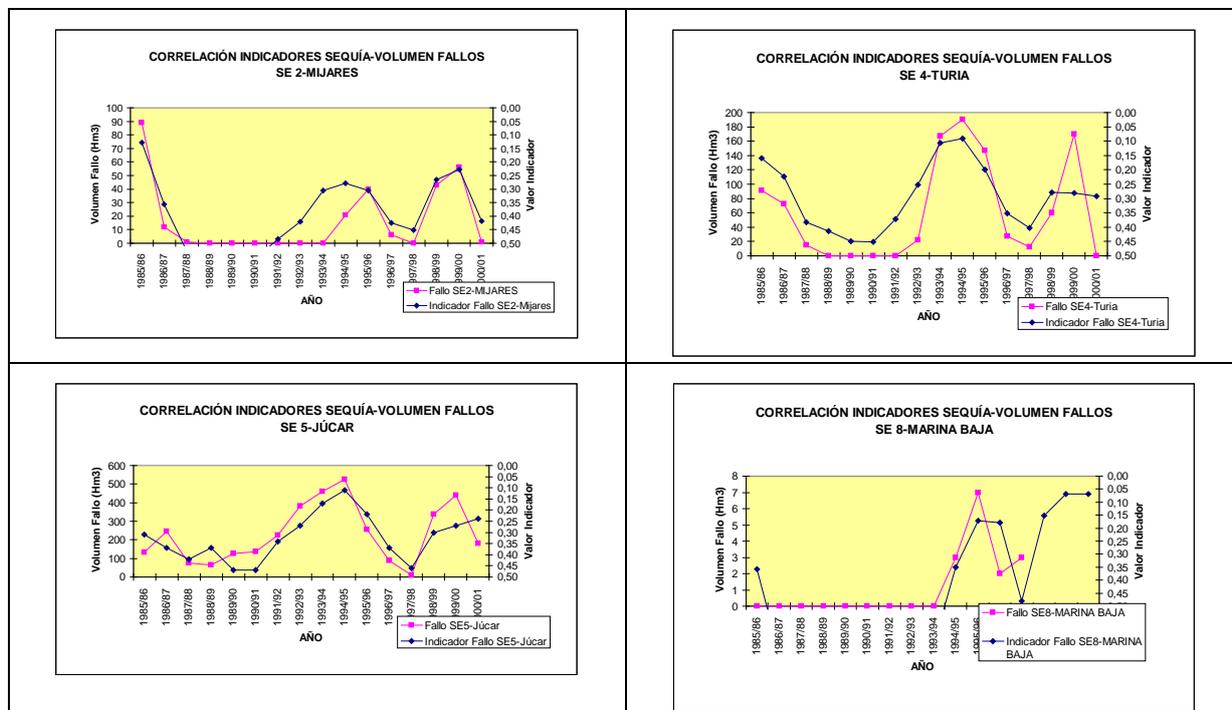


Figura 75. Correlación indicadores de sequía frente a volúmenes de fallo

### 5.5 Relación entre estados de sequía y volúmenes de embalse

Tal y como se ha descrito en apartados anteriores se consideran cuatro estados de sequía: estable, prealerta, alerta y emergencia. Las características definitorias de estos estados son las siguientes:

#### a) Situación estable

Estado de normalidad en el que los recursos se sitúan por encima de la media histórica, lo que garantiza la satisfacción de todas las demandas por un año y las demandas urbanas por un periodo superior a 4 años. El índice global de la Confederación Hidrográfica del Júcar supone un volumen de almacenamiento conjunto en los embalses por encima de 800 hm<sup>3</sup>.

#### b) Prealerta

El estado de prealerta se activa cuando el índice de estado de los indicadores desciende por debajo del valor 0,5. Los recursos no pueden garantizar la satisfacción de todas las demandas. Se fija como objetivo garantizar las demandas urbanas entre 2 y 4 años y las agrícolas a un año con un déficit de suministro inferior al 17 %. El índice global de la Confederación Hidrográfica del Júcar apunta prealerta cuando el volumen de almacenamiento conjunto en los embalses de la cuenca desciende por debajo de 800 hm<sup>3</sup>.

c) Alerta

El estado de alerta se activa cuando el índice de estado de los indicadores alcanza el valor 0,3. Los recursos no pueden garantizar la satisfacción de todas las demandas. Se fija como objetivo garantizar las demandas urbanas entre 1 y 2 años y las agrícolas a un año con un déficit de suministro inferior al 32%. El índice global de la Confederación Hidrográfica del Júcar indica alerta cuando el volumen de almacenamiento conjunto en los embalses de la cuenca desciende por debajo de 450 hm<sup>3</sup>.

d) Emergencia

El estado de emergencia se activa cuando el índice de estado de los indicadores alcanza el valor 0,15. Los recursos no pueden garantizar la satisfacción de todas las demandas. Se fija como objetivo garantizar las demandas urbanas en al menos 1 año. El índice global de la Confederación Hidrográfica del Júcar registra emergencia cuando el volumen de almacenamiento conjunto en los embalses de la cuenca desciende por debajo de 244 hm<sup>3</sup>, cifra correspondiente a la demanda urbana actual atendida por la regulación dependiente de la CHJ.

En la tabla adjunta se representa la relación existente entre los estados de sequía, los valores de los indicadores y el volumen de embalse en los sistemas de explotación.

Estados Sequía		Vtotal Embalse	Déficit %	Reserva
Estable	> 0,50	>800	0	> 4 años Demanda urbana
Prealerta	0,31-0,50	450-800	17	4 años Demanda urbana
Alerta	0,16-0,30	250-450	32	2 años Demanda urbana
Emergencia	< 0,15	<250	>32	1 año Demanda urbana

Tabla 59: Relación estados de sequía-indicadores-volumen de embalse

Asimismo en las figuras adjuntas se muestra la evolución de los volúmenes de embalse en la CHJ y por sistema de explotación.

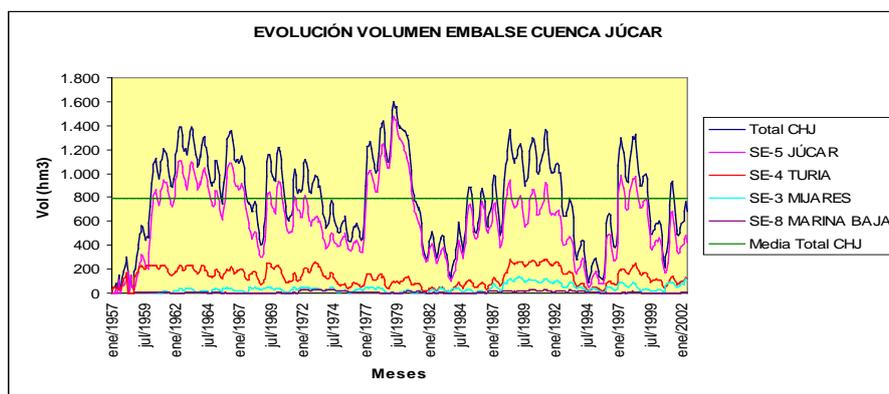


Figura 76. Evolución volumen embalse en los sistemas de explotación de la CHJ

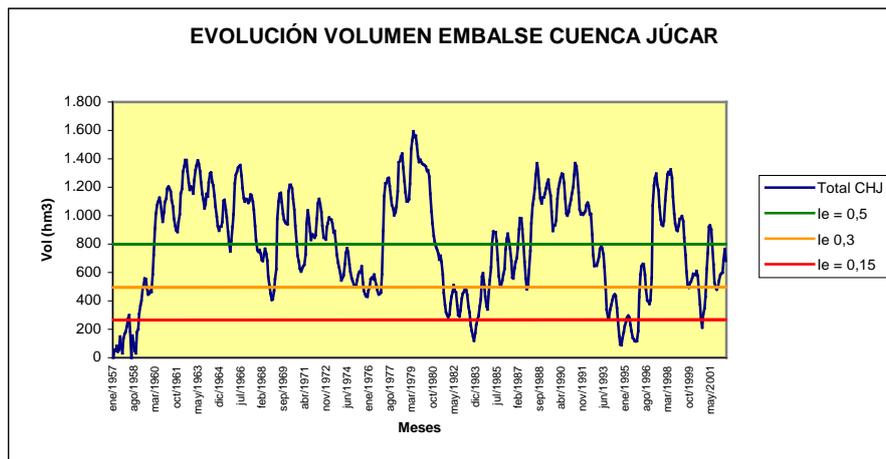


Figura 77. Evolución volumen embalse en la CHJ

Como puede apreciarse, el sistema de explotación Júcar representa el 75% de los recursos totales de la Confederación Hidrográfica del Júcar en años secos y de dos a tres veces la suma del resto de recursos.

La traducción del indicador global de la Confederación Hidrográfica del Júcar en volumen de embalse conjunto de todos los sistemas de explotación se expresa en la figura adjunta.

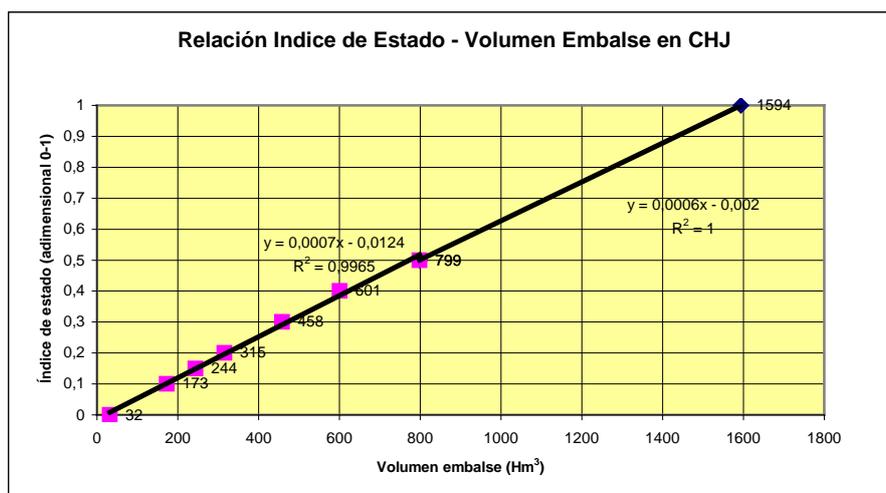


Figura 78. Relación índice de estado – volumen embalsado en los sistemas analizados de la CHJ

Las figuras adjuntas reflejan el mismo tipo de relación por sistemas de explotación en orden decreciente de importancia, cuyos datos significativos se sintetizan en la tabla adjunta. En esta tabla el volumen de embalse en cada sistema y para el total de los sistemas, se obtiene a partir de las parejas de datos históricos de volúmenes de embalses y valores de indicadores. Por esta razón el volumen de embalse total no es la suma de los volúmenes de embalse en cada sistema.

ÍNDICE ESTADO	VOLUMEN EMBALSE SISTEMAS BÁSICOS				TOTAL SISTEMAS
	JÚCAR	TURIA	MIJARES	MARINA BAJA	
1	1.475	286	137	30	1.594
0,5	607	137	40	10	799
0,4	500	108	32	8	601
0,3	375	81	24	6	458
0,2	250	54	16	4	315
0,15	188	41	12	3	244
0,1	125	27	8	2	173
0	0	0	0	0	32

Tabla 60: Síntesis de los volúmenes de embalse en los principales sistemas de explotación correspondientes a los distintos valores del índice de estado de sequía.

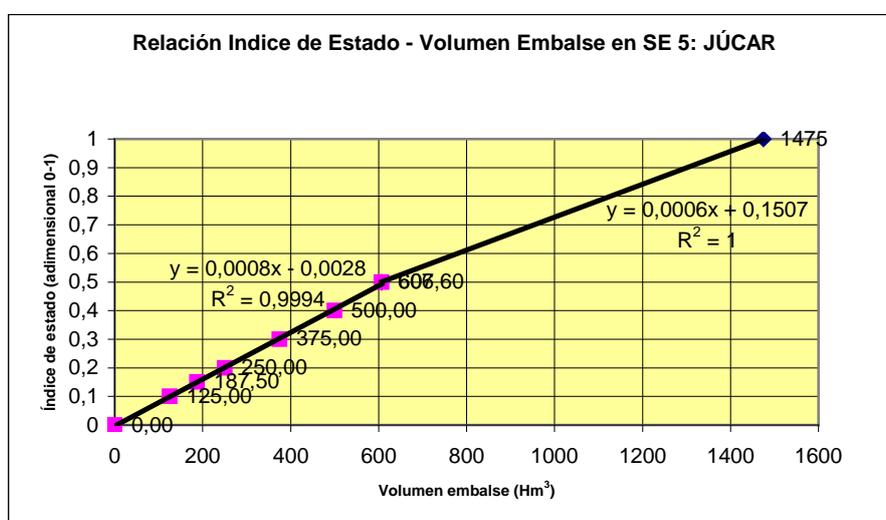


Figura 79. Relación índice de estado – volumen embalsado en el sistema Turia

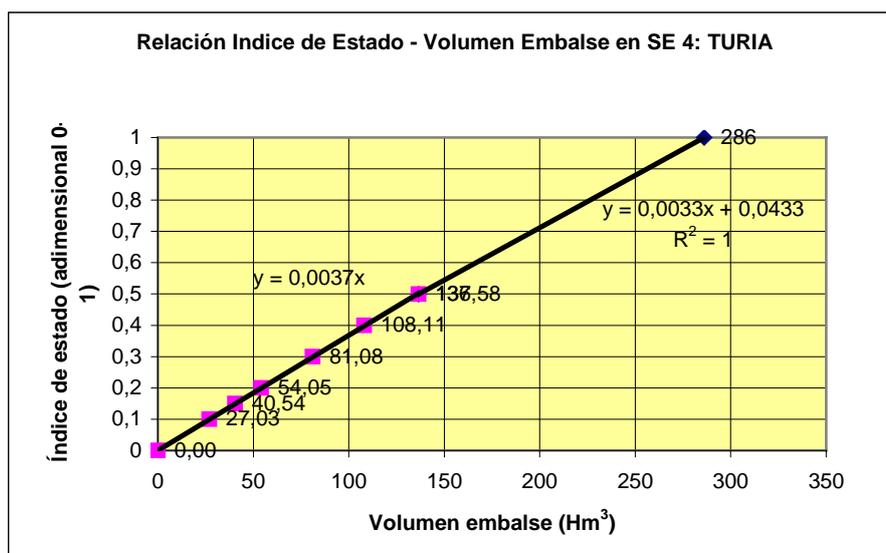


Figura 80. Relación índice de estado – volumen embalsado en el sistema Turia

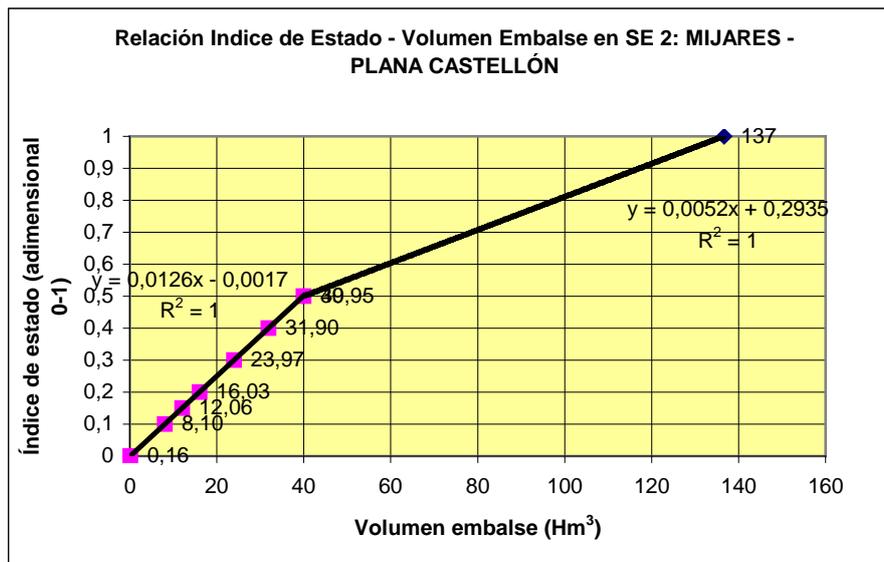


Figura 81. Relación índice de estado – volumen embalsado en el sistema Mijares-Plana de Castellón

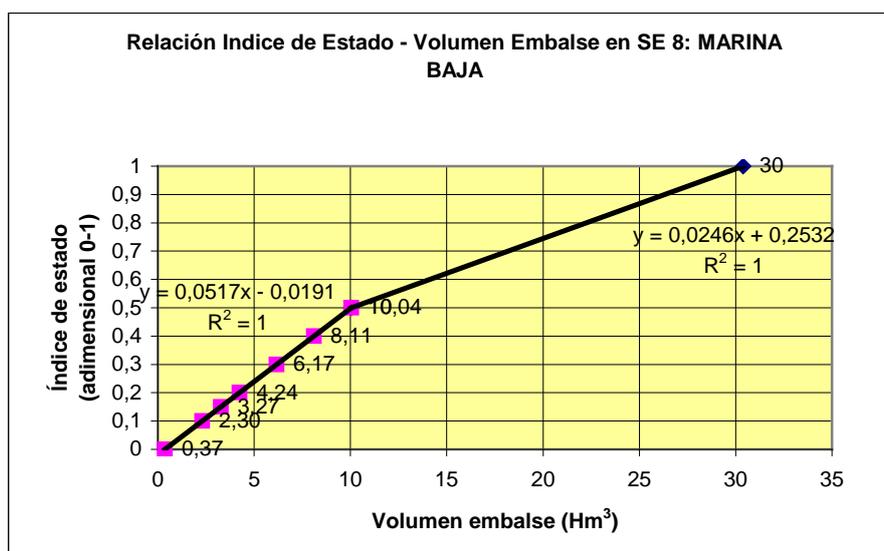


Figura 82: Relación índice de estado – volumen embalsado en el sistema Marina Baja

Con el fin de identificar la materialización real de los estados de sequía en función del volumen embalsado y ajustar una curva de déficit aparejada, conviene analizar la relación existente entre el volumen de fallo de suministro obtenido en el modelo de simulación y el volumen embalsado a 1 de abril en los principales sistemas de explotación. Dicha relación se sintetiza en la tabla y figuras adjuntas.

SISTEMAS DE EXPLOTACION									
SE-5		SE-4		SE-2		SE-8		SUMA	
VF	VE 1 ABRIL	VF	VE 1 ABRIL	VF	VE 1 ABRIL	VF	VE 1 ABRIL	VF	VE 1 ABRIL
0	987	0	211	0	67	0	18	0	1051
100	866	50	152	20	50	2	11	100	941
200	746	100	109	40	38	4	6	200	843
300	625	150	78	60	29	6	4	300	756
400	505	200	56	80	22	8	2	400	677
500	384	250	41	100	16	10	1	500	606
600	264	300	29			12	1	600	543
700	143							700	487
								800	436
								900	390
								1000	350

Tabla 61 Comparación entre el volumen de fallo de suministro y el volumen embalsado a 1 de abril en los sistemas de explotación simulados

El sistema SE5-Júcar presenta una distribución lineal ajustada a una recta de pendiente 1,2057 y término independiente 987, por el contrario, los restantes sistemas estudiados se ajustan mejor a una distribución exponencial negativa con los coeficientes señalados en las propias gráficas.

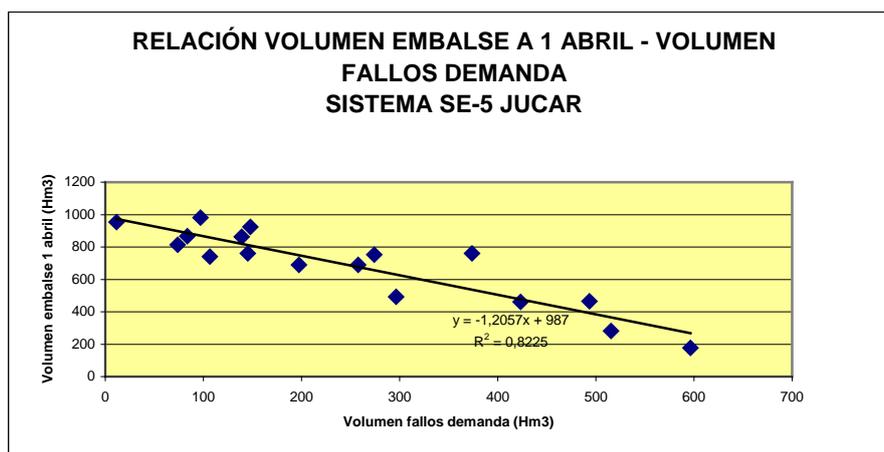


Figura 83. Relación entre el volumen de fallo de suministro y el volumen embalsado a 1 de abril en el sistema de explotación Júcar

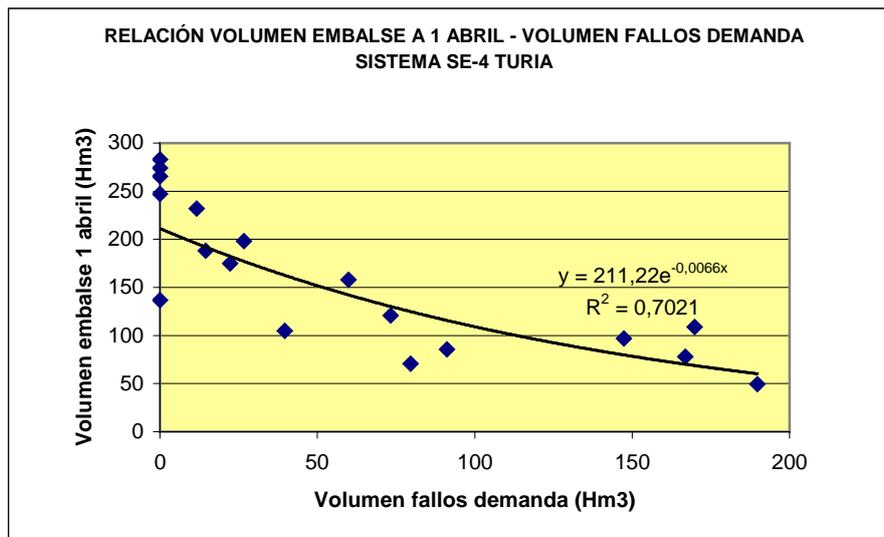


Figura 84. Relación entre el volumen de fallo de suministro y el volumen embalsado a 1 de abril en el sistema de explotación Turia

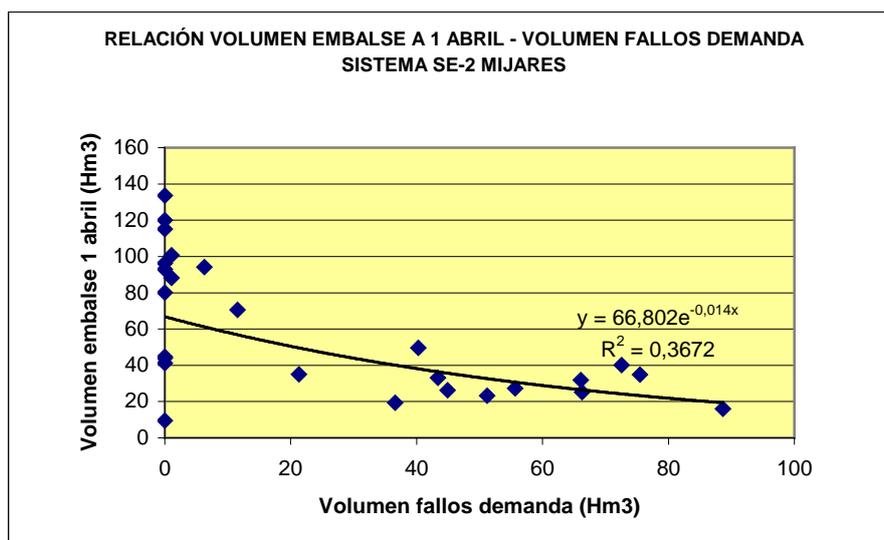


Figura 85. Relación entre el volumen de fallo de suministro y el volumen embalsado a 1 de abril en el sistema de explotación Mijares

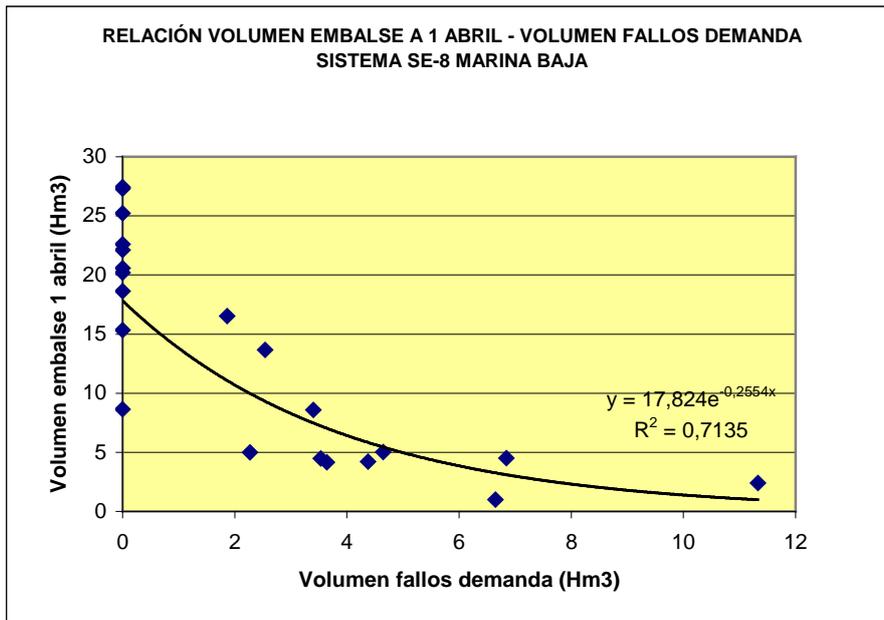


Figura 86. Relación entre el volumen de fallo de suministro y el volumen embalsado a 1 de abril en el sistema de explotación Marina Baja

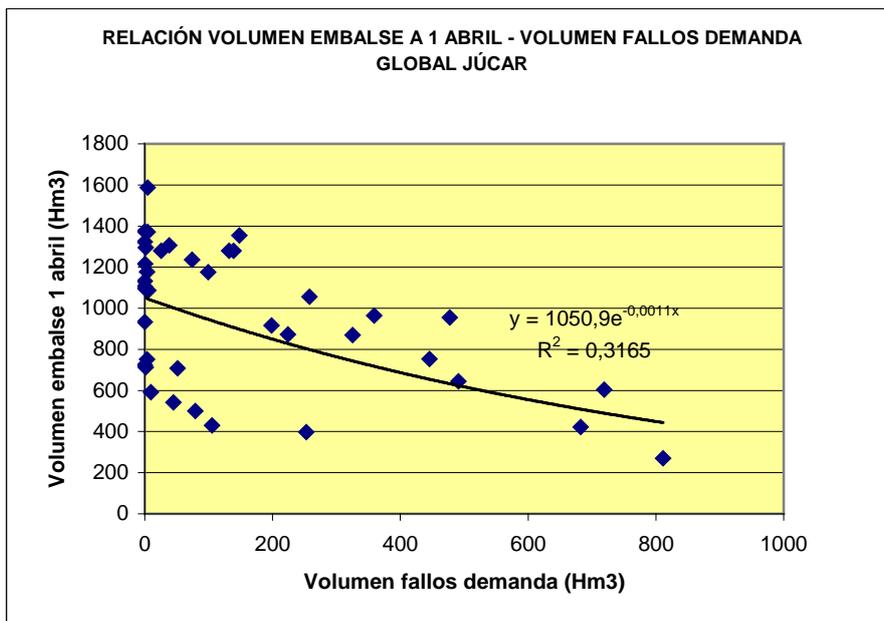


Figura 87. Relación entre el volumen de fallo de suministro y el volumen embalsado a 1 de abril en el conjunto de los principales sistemas de la CHJ

## **6 TIPOLOGÍA DE LAS MEDIDAS A ADOPTAR PARA PREVENIR Y REDUCIR EL IMPACTO DE LAS SEQUÍAS**

### **6.1 Marco de actuación para la prevención y mitigación de las sequías**

A la luz de la experiencia de las sequías padecidas en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar se considera muy recomendable el establecimiento de un sistema eficaz de detección de situaciones de escasez que permita activar, con suficiente antelación, los planes prefijados para situaciones de emergencia.

Esta identificación anticipada de las sequías lleva consigo la necesidad de desarrollar indicadores de alerta basados en la información habitualmente disponible (precipitación de los últimos periodos, caudales en los ríos, reservas almacenadas en los embalses y niveles en los acuíferos, por ejemplo) de forma que pudieran ser periódicamente calculados con el fin de señalar el posible comienzo de una sequía o identificar su fase de desarrollo.

Dichos Planes de actuación en sequías, como el desarrollado por el Canal de Isabel II (CYII [1996]) o el elaborado por EMASESA (EMASESA, 1998), deberían establecer con claridad las reglas de explotación de los sistemas en estas situaciones, incluyendo los criterios para la aplicación de restricciones, las condiciones para la adopción de procedimientos especiales de flexibilización e intercambio de derechos entre usuarios y su regulación económica -pudiendo incluirse los bancos del agua-, las condiciones para el aumento temporal de la explotación de los acuíferos, la movilización de áreas hidrogeológicas de reserva, etc.

Con carácter general, en situaciones de emergencia las aguas subterráneas pueden contribuir a paliar los déficit bombeando por encima de la explotación habitual, o incluso superando ampliamente la recarga media del acuífero. En muchos sistemas de explotación de recursos hídricos basados fundamentalmente en las aguas superficiales, existen acuíferos donde el agua bombeada puede incorporarse fácilmente a un canal, depósito, embalse, o incluso utilizarse directamente. En otros casos es necesaria la realización de alguna obra o conducción complementaria.

En las áreas costeras, los acuíferos son una fuente económica, interesante y segura de abastecimiento de agua potable, y son también muy interesantes como almacén de agua dulce para atender puntas y salvar situaciones de emergencia, como las sequías.

El papel de los acuíferos costeros cobra una gran importancia al ser el movimiento del frente salino lo suficientemente lento como para tolerar incrementos en la explotación en situaciones de emergencia.

Como ya se ha mencionado en algunos ejemplos las aguas subterráneas han proporcionado soluciones eficaces y económicas para paliar los efectos de las sequías en situaciones de emergencia. Pero a pesar de ello la solución más eficaz no es la de esperar a que se produzca una situación de emergencia para utilizarlas, sino planificar y gestionar los sistemas de explotación de recursos hídricos de forma óptima, teniendo en cuenta la disponibilidad de recursos superficiales y subterráneos, y prestando una atención especial a los periodos más secos.

Por último, una cuestión de extrema importancia en las situaciones de sequía es el seguimiento y participación continua de los interesados en las decisiones, mediante las

correspondientes comisiones de desembalse. La vinculación de los usuarios con el diseño y desarrollo de las medidas que se vayan arbitrando resulta esencial para superar estas situaciones adversas.

## 6.2 Clasificación y tipos de medidas

Respecto al estado de los indicadores (ver análisis y descripción en el capítulo 5), las medidas para la mitigación de las sequías se han clasificado del siguiente modo:

TIPOLOGÍA DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN							
Indicador	1 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2	0,2 - 0,15	0,15 - 0,1	0,1 - 0
Estado	Normalidad	Prealerta	Alerta	Alerta	Alerta	Emergencia	Emergencia
Objetivo	Planificación	Control-Información	Conservación	Conservación	Conservación	Restricciones	Restricciones
Tipo Medida	Estratégicas			Tácticas		Emergencia	

Tabla 62. Tipología de las medidas de mitigación

Las medidas estratégicas se desarrollan en estado de normalidad – prealerta y tienen por finalidad básica incrementar las disponibilidades, reducir las demandas y mejorar la eficiencia en el uso del agua. Es el periodo adecuado para planificar y preparar las medidas que deben activarse en fases de menor disponibilidad de recursos.

En estado de prealerta debe incrementarse la frecuencia del control y vigilancia de los indicadores de sequía, que deben pasar de carácter trimestral a mensual.

Carácter general, las medidas estratégicas a contemplar se recogen en el cuadro siguiente.

ESTRATÉGICAS
<p><b>Sobre la Oferta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Redacción planes de emergencia abastecimientos urbanos</li> <li>Estudio actualización conocimiento y gestión acuíferos</li> <li>Estudios uso conjunto aguas superficiales y subterráneas</li> <li>Estudios optimización gestión acuíferos y sistemas explotación</li> <li>Redacción y ejecución proyectos de captaciones de sequía</li> <li>Redacción y ejecución proyectos reutilización aguas residuales</li> <li>Redacción y ejecución proyectos desaladoras</li> <li>Redacción y ejecución proyectos transferencias internas</li> <li>Redacción y ejecución proyectos transferencias externas</li> <li>Inventario, actualización y mantenimiento infraestructura sequía</li> </ul> <p><b>Sobre la Demanda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Redacción y ejecución planes de modernización regadíos</li> <li>Detección y corrección fugas en redes urbanas</li> <li>Redacción planes de ahorro de grandes consumidores urbanos</li> <li>Estudio reestructuración tarifas</li> <li>Diseño campañas de educación y concienciación al ahorro</li> </ul> <p><b>Administrativas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Propuesta de reasignación coyuntural de recursos</li> <li>Aprobación tarifas sequía</li> <li>Aprobación ordenanzas municipales de sequía</li> <li>Aprobación planes de emergencia abastecimientos urbanos</li> <li>Tramitación decreto sequía</li> <li>Ensayo modelos bancos de agua</li> <li>Promoción seguros agrarios</li> </ul>

Tabla 63. Medidas estratégicas

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 del agua sostenible.

Conforme avanza la sequía puede ser necesario incorporar restricciones en usos no esenciales y penalizar consumos excesivos.

Las medidas tácticas contempladas se recogen en el cuadro adjunto.

TÁCTICAS
<p><b>Sobre la Oferta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Activación planes de emergencia</li> <li>Activación mejoras gestión acuíferos</li> <li>Activación mejoras optimización recursos</li> <li>Activación desaladoras</li> <li>Activación intercambios y mercados del agua</li> <li>Activación captaciones de sequía</li> <li>Rehabilitación pozos abandonados</li> <li>Incremento explotación temporal reservas acuíferos</li> <li>Activación transferencia interna recursos</li> <li>Activación transferencias externas</li> </ul>
<p><b>Sobre la Demanda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Activación planes de ahorro de grandes consumidores urbanos</li> <li>Reducción dotaciones de riego</li> <li>Limitación usos urbanos no esenciales (láminas agua, riego jardines, baldeos)</li> <li>Control y penalización consumos abusivos</li> <li>Activación campaña concienciación-educación</li> </ul>
<p><b>Administrativas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Activación ordenanza de sequía</li> <li>Activación tarifas de sequía</li> <li>Activación decreto sequía (art. 56)</li> <li>Activación intercambios y bancos de agua</li> <li>Intensificación control y penalización</li> <li>Activación Comisión Técnica Sequía</li> <li>Seguimiento daños sequía</li> </ul>

Tabla 64. Medidas tácticas

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. Las medidas a contemplar serían las recogidas en la tabla adjunta.

EMERGENCIA
<p><b>Sobre la Oferta</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Activar movilización generalizada reservas acuíferos</li> <li>Utilización volúmenes muertos de embalse</li> <li>Transferencias recursos externos de socorro</li> <li>Transferencias recursos internos de socorro</li> <li>Suministros cisternas y barcos cisterna</li> <li>Intensificar uso recursos no convencionales</li> </ul>
<p><b>Sobre la Demanda</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reducción dotaciones agrícolas y limitación determinados cultivos</li> <li>Reducción presión nocturna en redes urbanas</li> <li>Limitación temporal suministro urbano</li> <li>Reforzamiento campañas concienciación-educación</li> <li>Reducción caudales ecológicos</li> </ul>
<p><b>Administrativas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Activación Comisión Permanente de la Sequía</li> <li>Activación Plan de Emergencia Regional (Decreto 1983)</li> <li>Intensificación control y penalización consumos abusivos</li> <li>Seguimiento daños sequía</li> <li>Resoluciones administrativas especiales de fuerza mayor</li> <li>Renovación y actualización decretos de sequía</li> </ul>

Tabla 65. Medidas de emergencia

Cada una de las clases de medidas descritas en función del estado de los indicadores tiene tres vertientes de intervención que permiten distinguir cuatro tipos de medidas: a) sobre la oferta, b) sobre la demanda, c) sobre el medio ambiente hídrico y d) administrativas y de control.

### 6.2.1 Incremento de la oferta

El incremento de la oferta suele entenderse como el proceso de localización, desarrollo y explotación de nuevas fuentes de agua. Este incremento puede conseguirse básicamente mediante: la regulación con nuevos embalses, la utilización de nuevos acuíferos, alternativa o conjuntamente con las aguas superficiales, la utilización de recursos no convencionales, como la desalación o la reutilización, o los trasvases intercuenas.

La variabilidad espacio-temporal de los regímenes hidrológicos en los países mediterráneos ha conducido a la realización de numerosas obras hidráulicas en el pasado, entre las que destacan los grandes embalses de regulación. Conviene indicar, sin embargo, que este tipo de actuación no es propia de un plan de sequía sino que debe encuadrarse en el marco de la planificación hidrológica ordinaria.

Aunque es evidente que una política desde el lado de la oferta es necesaria, también lo es que cada vez más otros valores entran en el juego y que el peso de las medidas basadas en la oferta es menor.

A continuación se describen aquellas medidas de incremento de la oferta más relacionadas con la planificación de sequías.

## LA UTILIZACIÓN DE ACUÍFEROS Y LA GESTIÓN CONJUNTA CON LAS AGUAS SUPERFICIALES

Una mayor utilización de las aguas subterráneas es una de las posibles formas de incrementar la oferta de los recursos para satisfacer las demandas. Tiene, entre otras, la ventaja de que no requiere grandes inversiones en obras hidráulicas o que, si existen acuíferos

en la zona, las aguas pueden extraerse allá donde se necesitan. Un inconveniente que presentan es que debe cuidarse el que se realice un desarrollo sostenible del recurso sin agotar las reservas subterráneas.

La utilización conjunta de los recursos superficiales y subterráneos mediante el uso planeado y coordinado de ambas fuentes de recursos, debe ser en el futuro, cada vez más, un instrumento de gestión para la mejor satisfacción de la demanda. La utilización conjunta aprovecha la complementariedad hidrológica de los embalses superficiales y de los acuíferos. Al explotar las aguas subterráneas cuando los caudales o los almacenamientos superficiales son menores, se consigue un aumento de la garantía del suministro (Sahuquillo, 1996).

La integración de recursos subterráneos y superficiales en esquemas de aprovechamiento conjunto es una interesante alternativa para el incremento de las disponibilidades. Ciertos condicionantes naturales, económicos, así como la infraestructura hidráulica ya existente, limitan no obstante las posibilidades efectivas de aplicación del uso conjunto a determinados esquemas de explotación de recursos.

Los grandes acuíferos detríticos ligados a las extensas llanuras litorales o las vegas de los ríos, debido a su carácter detrítico, favorecen grandes volúmenes de almacenamiento y gran efectividad en los sondeos, que pueden explotarse durante periodos prolongados. Además, el carácter detrítico de los sedimentos favorece un buen ritmo de perforación, con altos rendimientos de avance por pozo, es decir, favorece soluciones a corto plazo. El agua puede presentar algunos problemas de calidad, aunque en general no impiden su potabilidad, aunque es conveniente vigilar la evolución de niveles y calidad en el tiempo. El recurso bombeado, tras su uso y depuración, suele integrarse nuevamente en las redes de riego de reutilización, con lo que se consigue minimizar el consumo neto de agua dentro del sistema hidráulico general.

Cabe destacar la importancia que para las actuaciones de sequía tienen los aluviales, ya que permiten disponer de caudales de manera rápida y con un índice de fallo en el alumbramiento muy bajo. Es cierto que plantean problemas, tanto en lo que se refiere a la productividad como en cuanto a la sostenibilidad de la explotación, pero como mínimo puede utilizarse como solución puente o de apoyo.

Otra posibilidad de gestión es la regulación de manantiales, es decir, de regulación del acuífero que da origen al manantial de abastecimiento, forzando los bombeos. Esta es otra de las soluciones tipo aplicadas en situación de sequía, que permite mantener durante cierto tiempo el caudal aportado, a pesar de los descensos de nivel. Para ello, es necesario que la producción de los pozos sea igual o superior a los caudales medios del manantial que se pretende regular. En tiempos de abundancia de agua se favorece así una mayor recarga de agua en el acuífero al reponerse el vaciado de reservas efectuado en sequía, que de no haberse producido drenaría a través del manantial con puntas de caudal importantes, a veces dañinas.

La rehabilitación de las antiguas captaciones de abastecimiento en desuso permite incrementar la oferta de caudales de forma rápida y económica, lo que permite llamar la atención sobre el interés de mantener, con la mayor operatividad posible, las fuentes de suministro, aun las que se encuentran fuera de servicio.

Los pozos de sequía pueden jugar un papel importante en esquemas de uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, no tanto como incremento sustantivo de las disponibilidades, sino como medio de dotar a todo el sistema de un alto grado de garantía de suministro.

Superada la sequía, la infraestructura de bombeo y conducciones de emergencia no deberían, con carácter general, ser incorporadas al sistema general de abastecimiento, sino que deberían ser cerradas hasta la próxima sequía, eso sí con un adecuado mantenimiento para que se encuentren perfectamente operativas para su uso cuando se necesiten.

Los descensos progresivos y continuados del nivel de agua en los pozos de bombeo pueden conducir a un descenso de los caudales obtenidos o incluso al secado de los pozos. Además, el aumento de los costes energéticos debidos a la extracción del agua a mayor profundidad, puede hacer económicamente inviable la explotación de los pozos.

A menudo se tiende a considerar como sobreexplotado un acuífero en el que se aprecia una tendencia de descenso de niveles durante una serie de años, sin considerar aspectos esenciales como las características hidrogeológicas y tamaño del acuífero o la secuencia climática. Cuando se bombea en un acuífero libre y extenso, el tiempo necesario para alcanzar una nueva situación de equilibrio de los niveles piezométricos puede ser del orden de décadas o siglos, o incluso milenios si la transmisividad es muy baja. Por otra parte, si el acuífero es confinado y de gran extensión, los descensos de niveles no suponen una disminución importante del almacenamiento, sino un cambio en las condiciones elásticas del sistema. Con respecto a la secuencia climática, hay que tener en cuenta que en países semiáridos como España la recarga puede ser significativa sólo cada 5 ó 10 años. El descenso continuo de niveles durante un período seco, con valores muy bajos de la recarga y altos de los bombeos, puede no ser representativo de una situación a largo plazo.

A veces se piensa, equivocadamente, que el uso de las aguas subterráneas en los países áridos o semiáridos no es sostenible ni interesante pues, al cabo de cierto tiempo, todo pozo se seca o saliniza. Es cierto que algunos pozos se secan por ser poco profundos o por estar en zonas marginales del acuífero, y que existen pozos que se salinizan por intrusión de aguas salinas próximas, especialmente en las zonas costeras. Pero no se debe generalizar a partir de casos específicos. En la mayor parte de los casos se trata de aprovechamientos no planificados convenientemente. Con un diseño adecuado de los campos de pozos, se podría extraer el mismo volumen de agua subterránea sin causar prácticamente problemas.

La explotación de aguas subterráneas puede, en algunos casos, modificar sustancialmente el funcionamiento hidrogeológico de un sistema. En ocasiones, descensos del nivel piezométrico hacen variar el sentido de la conexión acuífero-río. De este modo, zonas en las que el río era alimentado por la descarga del acuífero, se convierten en áreas en las que es el acuífero el que recibe la recarga del río, que puede llegar a secarse completamente, excepto durante períodos húmedos. Los descensos en el nivel piezométrico pueden desconectar tramos de río que antes recibían la descarga del acuífero y que ahora son perdedores, recargando al acuífero.

En este sentido es necesario desterrar algunas falsas creencias. Existe una extensa creencia de que toda extracción de agua subterránea roba agua, de modo instantáneo, a una masa de agua superficial más o menos próxima. Ello se basa en la idea errónea de que, dado que la mayor parte de la recarga que reciben los acuíferos va a parar a los ríos, no tiene sentido plantear su aprovechamiento, especialmente si hay embalses o derivaciones aguas abajo. Según este planteamiento, esas captaciones roban el agua a los usuarios de aguas abajo, con las implicaciones legales que ello conlleva.

El principal error de este planteamiento es no considerar las características específicas de los acuíferos, que no tienen transmisividad infinita ni funcionan como los embalses superficiales. El tamaño e inercia de la mayoría de los acuíferos hace que funcionen como hiperembalses con volúmenes almacenados muchas veces superiores a la recarga anual que reciben. El

impacto producido por los bombeos puede tardar días, pero también décadas o siglos en afectar a los cursos de agua superficial.

De modo análogo a lo descrito en el punto anterior, un descenso del nivel piezométrico puede producir afecciones de distinto grado en áreas de importancia medioambiental. Los efectos negativos que pueden producirse son de varios tipos: reducción de caudal o secado de manantiales, disminución de la humedad del suelo a un nivel en el que la vegetación freatófítica no puede sobrevivir, desaparición parcial o total de humedales conectados hidráulicamente al acuífero en situación natural, e incluso cambios microclimáticos debidos a una reducción de la evapotranspiración.

La importancia de estas afecciones requiere un estudio particular en cada caso, que valore todos los efectos considerados, las posibilidades de reversibilidad de la situación, y las consecuencias de las posibles opciones, a menudo dificultadas por la existencia de intereses contrapuestos.

El problema de la calidad del agua subterránea y su protección contra la contaminación van a ser elementos claves en su gestión durante las próximas décadas. Hay que tener en cuenta que la descontaminación de un acuífero suele ser un proceso muy largo y costoso, y a veces prácticamente imposible.

Los factores que pueden producir un deterioro en la calidad del agua subterránea no están relacionados en su mayor parte con la extracción del recurso, sino que se deben a otras causas como la aplicación de productos químicos en la agricultura, o las filtraciones de residuos de actividades urbanas, industriales y mineras.

En los casos en que el deterioro es ocasionado por la explotación de las aguas subterráneas, el problema suele deberse a una inadecuada ubicación de las captaciones, y no necesariamente a la cantidad de agua subterránea extraída. Esto suele suceder en zonas costeras de regiones áridas o semiáridas, en las que el cambio de gradiente hidráulico debido a los bombeos puede originar la intrusión de agua salina.

La extracción de agua subterránea puede producir cambios en el estado tensional del terreno, que ocasionalmente originen o contribuyan a crear problemas de subsidencia o colapso del terreno.

En el caso de acuíferos kársticos, el descenso o la oscilación del nivel piezométrico puede producir el vaciado de rellenos kársticos y el colapso de las cavidades que pudieran existir. La extracción de agua subterránea, con el consiguiente incremento de dichos descensos u oscilaciones, puede contribuir al aumento de los colapsos.

En el caso de acuíferos detríticos con formaciones de arcillas o limos depositados recientemente, y por lo general poco consolidados, el bombeo del acuífero produce también un descenso en la presión del agua intersticial, con una consiguiente consolidación progresiva de los sedimentos que puede conducir a una lenta y significativa subsidencia del terreno.

Los problemas de subsidencia o colapso del terreno son muy escasos en España, restringiéndose respectivamente los casos más conocidos a las vegas media y baja del Segura, al alto Guadalentín y a simas de hundimiento aparecidas en el Prebético de Alicante.

Aunque la importancia de la subsidencia o la probabilidad de colapsos está relacionada con la disminución en la presión del agua, y ésta a su vez con la cantidad de agua subterránea extraída, la existencia de estos fenómenos frecuentemente se debe más a factores geotécnicos que a una gran extracción de agua en relación con los recursos renovables del acuífero.

## LOS RECURSOS NO CONVENCIONALES

Frente a la opción habitual de recurrir a las fuentes convencionales (generalmente embalses superficiales), debe tenerse presente también, de cara al futuro próximo, las nuevas posibilidades que se abren con la incorporación de las fuentes denominadas no convencionales, cuya expansión, sin duda, será un hecho.

Así, dentro de las fuentes no convencionales hay que destacar la elevada potencialidad de la reutilización directa de las aguas residuales depuradas y la desalación del agua de mar y de aguas salobres. El apoyo a estas tecnologías tiene su reflejo en las distintas legislaciones nacionales. En España la Ley 46/1999 que modifica la Ley 29/1985 de Aguas, con objeto de incrementar la producción de agua potable mediante la utilización de nuevas tecnologías otorga rango legal al régimen jurídico de los procedimientos de desalación o reutilización.

Aunque estas medidas de incremento de la oferta deben formar parte de la planificación hidrológica ordinaria, en este documento se va a considerar la reutilización como una posibilidad real en situaciones de sequía. Esto es así porque en la actualidad, en el ámbito de la CHJ, se están terminando terciarios en las plantas de tratamiento y existen distintas infraestructuras de distribución de las aguas residuales depuradas ya terminadas o a punto de serlo que no están en operación. Es evidente que hace falta un impulso para que este recurso se utilice en una mayor medida por los usuarios agrícolas, especialmente en situaciones de escasez de recurso.

Conviene mencionar que al estimar los recursos adicionales que se pueden obtener por reutilización directa, se debe tener en cuenta que solo serán valores netos los de las zonas costeras que vierten al mar, mientras que en los casos restantes generalmente lo que se conseguirá es una mejora de la calidad del agua.

### 6.2.2 Gestión de la demanda

El concepto de gestión de la demanda de agua apareció a finales de los años 70, incorporando iniciativas que tenían como objetivo la satisfacción de las necesidades de agua con un menor consumo de recursos, normalmente, a través del incremento de la eficiencia en su utilización. Sin embargo no fue sino hasta los años 80 cuando los límites físicos y económicos de las soluciones estructurales desde el lado de la oferta comenzaron a hacerse evidentes y empezaron a desarrollarse este tipo de iniciativas.

Bajo este nuevo enfoque, la demanda deja de ser una variable independiente a la que se enfrenta el sistema de suministro para pasar a ser una variable susceptible de ser modificada en el contexto de la gestión global del sistema (Estevan, 1998).

Los mecanismos utilizados en un sistema de gestión de la demanda son diversos y según Estevan (1998) podrían agruparse en los siguientes programas:

- Infraestructuras. Acciones que persiguen la reducción de las pérdidas en las redes, la generalización de los contadores universales, etc.
- Ahorro y concienciación ciudadana. Persiguen la reducción del consumo sin necesidad de realizar intervenciones técnicas sobre los sistemas de suministro o sobre los

dispositivos de consumo. Incluyen la modificación de la estructura de las tarifas para disuadir el despilfarro.

- Eficiencia hidráulica. Buscan la reducción de los consumos mediante la introducción de modificaciones técnicas en los equipos y en los dispositivos de consumo.
- Sustitución de recursos. Existen usos que no requieren la calidad o regularidad propia de una red de agua potable. En esos casos pueden utilizarse aguas depuradas, pluviales, salobres, etc.

Por otra parte, las políticas de gestión de la demanda deben respetar la protección de un nivel mínimo aceptable para la preservación ecológica de ecosistemas, y formar parte de estrategias de gestión integrada del agua donde, se fijen metas cuantificables en escalas de tiempo bien definidas. También indican que esas políticas de gestión deben considerar los requerimientos crecientes de la población tanto urbana como rural, en particular la referente al agua potable.

La gestión de la demanda es considerada como una parte de las políticas más generales denominadas de conservación de agua. El concepto de conservación incluye, además de las medidas para hacer un uso más racional y eficiente de los recursos, otras que tienen por objeto la protección del medio ambiente acuático. Este concepto va más allá de una dimensión estrictamente técnica. Es un concepto global en línea con el principio del desarrollo sostenible hacia el cual todos los países deberían tender progresivamente.

Los beneficios de las estrategias de conservación de agua son difíciles de cuantificar directamente en términos económicos aunque sus resultados pueden ser obvios: mantenimiento del hábitat en ríos y riberas, protección de las aguas subterráneas, mejora de la calidad de las aguas residuales, reducción de la dispersión de contaminantes (urbanos y agrícolas), restauración de los valores naturales de las marismas y estuarios, etc.

Aunque la gestión de la demanda debe ser objeto no sólo de la planificación en situaciones de sequía sino de la planificación hidrológica ordinaria, sin embargo, también es cierto que en situaciones de escasez debe afinarse en la gestión del recurso.

## LA GESTIÓN DE LA DEMANDA EN LOS USOS URBANOS

Una de las fuentes de ahorro más significativas en el abastecimiento urbano es la reducción de las pérdidas que se producen en las redes de suministro, fundamentalmente en las más antiguas. El deficiente estado de algunas conducciones es causa de que se produzcan en ocasiones importantes pérdidas de agua por fugas en las tuberías. Este problema afecta a poblaciones no siempre caracterizadas por la abundancia de recursos, por lo que conviene destacar la necesidad de su urgente corrección.

El concepto de pérdidas en la red de distribución puede cubrir diferentes aspectos: Pérdidas debido a que las juntas en depósitos y tuberías no están perfectamente selladas, pérdidas en las instalaciones de los usuarios antes de que el agua sea contabilizada. Por otra parte, en algunas ocasiones, algunos usos no se miden (jardines públicos, limpieza de calles, etc) y se calculan mediante estimaciones. Las diferencias con los valores reales se toman como pérdidas.

Estas diferencias conceptuales y metodológicas hacen difícil el establecer comparaciones entre diferentes niveles de pérdidas. Sin embargo, en aras de realizar un cierto análisis comparativo, a continuación se muestran algunos ejemplos en los distintos países.

Estudios realizados en España indican que las eficiencias de las redes en áreas urbanas varían desde el 60% en Bilbao al 77% en Madrid (EEA, 1999c).

El informe de la Asociación Internacional de Suministradores de Agua (IWSA) realizado en el año 1995 en Durban aconseja una tasa de renovación anual del 1,5% de la red de distribución.

En relación con el ahorro en el consumo de agua urbano, conviene mencionar que el consumo doméstico suele representar un porcentaje importante de aquel y que por tanto las medidas para hacer un uso más eficiente del agua son particularmente importantes en este sector.

La mayoría del agua consumida en las viviendas es para cisternas, baños, duchas, lavavajillas y lavadoras. El potencial para incrementar la eficiencia en el uso de agua para estos menesteres es importante. La utilización de equipamientos domésticos ahorradores de agua aún no está muy generalizada (altos costes y escasa información al consumidor), pero podrían alcanzarse los siguientes ahorros: en la grifería (electrónica, con termostatos, etc.) se puede conseguir una reducción de entre un 50 y 80%, en las cisternas para sanitarios se puede pasar de 9 litros a 6 ó 3 litros/uso y con los limitadores de agua para duchas se puede conseguir una reducción del 10 al 40% (ETC-IW, 1999 a).

En cuanto al impacto de instalar contadores individuales sobre el consumo de agua, éste es difícil de estimar pues, en general, está unido a otras medidas. Sin embargo, algunas estimaciones indican que pueden conseguirse ahorros del 10- 25% (Pezzey and Mill, 1998).

En 1997 la compañía suministradora de agua de Sevilla en España puso en marcha un plan para introducir contadores individuales en diferentes edificios que utilizaban contadores colectivos. Había 18.300 edificios en esta situación (alrededor de 225.000 viviendas). Algunas de las medidas adoptadas fueron: acuerdos con una entidad bancaria para dar créditos blandos a los usuarios, establecer una línea telefónica de información sin costos para el usuario, proporcionar materiales libres de costos para las obras en los edificios (10%-20% del coste total) y la cooperación con diferentes instituciones para desarrollar el plan (asociaciones de usuarios y de profesionales), etc. Después de un año, alrededor de 6.600 viviendas disponían de contador individual y el consumo de agua se redujo en un 25%.

También conviene mencionar por su importancia que un mecanismo económico que incide en el ahorro son las políticas de precios. La estructura del precio del agua suele ser, sin embargo, compleja, lo que hace difícil evaluar su influencia en la reducción de la demanda. Esta complejidad está relacionada con los diferentes conceptos incluidos en la factura del agua y con la heterogeneidad de los sistemas de gestión. A pesar de la cada vez mayor importancia de los programas de gestión de la demanda urbana puesta de relieve en los ejemplos anteriores, existen todavía muchos obstáculos de diverso tipo que dificultan su implantación. Entre estos cabe mencionar (Estevan, 1998):

- Jurídico-institucionales. No existe normativa que exija la implantación universal de contadores individuales o normativa sobre la eficacia hidráulica de los dispositivos utilizados.

- Técnicos: El dominio y experiencia técnica de los programas de oferta favorece la continuidad de estas políticas; los programas de gestión de la demanda son más complejos; el consumo de agua no se ha incorporado como variable en la ordenación del territorio, el planeamiento urbano y la edificación; la falta de información de los consumos por actividades, etc.
- Económicos. Salvo en algunas áreas mediterráneas los precios del agua en alta son muy bajos y desincentivan la aplicación de medidas de ahorro y eficiencia; la falta de financiación pública; la necesidad de modificación de las estructuras tarifarias (las tarifas por bloques ocasionan reducciones en el bloque superior, vital para el equilibrio económico de muchas empresas abastecedoras), etc.

### La gestión de la demanda agrícola

Las medidas de gestión de la demanda agrícola, además de buscar la mayor eficiencia posible en los sistemas de regadío, deben estar en línea con los objetivos de una agricultura sostenible en términos de conservación del agua, protección del medio ambiente, viabilidad económica y aceptación social.

Estas medidas pueden dividirse en aquellas que tratan con la mejora de la infraestructura existente (revestimiento de canales, implantación de sistemas de riego localizado, nivelación de las parcelas, mejora del drenaje, etc) y aquellas relacionadas con los aspectos no estructurales del regadío (mejora de la organización y de la gestión, mejora del conocimiento sobre las dotaciones necesarias para los cultivos y sobre las pérdidas de agua y retornos, sistemas de tarifas, etc).

La verdadera importancia de este tipo de medidas reside en el ahorro en la detracción de recursos que supone la utilización de sistemas de riego cada vez más eficientes, como por ejemplo sería la transformación de riegos superficiales por gravedad a riegos localizados por goteo. Sin embargo, también conviene aclarar que esos ahorros se producen sobre la detracción del agua de los ríos, embalses y acuíferos, al disminuir las pérdidas o retornos de riego, pero que el consumo seguirá siendo prácticamente el mismo. Por otra parte, la mayoría de las pérdidas retornan como sobrantes, por superficie o subterráneamente, al ciclo del agua y en el caso de cuencas interiores suelen utilizarse aguas abajo del punto de retorno.

### 6.2.3 Medio ambiente hídrico

Este tipo de medidas persigue la protección del medio ambiente hídrico en situaciones de sequía, en las que la falta de agua provoca un empeoramiento de la calidad y del estado ecológico, afectando a los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados.

Los efectos que la disminución de caudales en los ríos y las recargas en los acuíferos puede provocar sobre los espacios naturales son los siguientes:

- Afección por aumento del “stress ecológico” a las comunidades piscícolas y ecosistemas acuáticos en general.
- Posibilidad de afección, en el caso de que el fenómeno sea persistente o recurrente a comunidades de mamíferos y aves asociados a estos ecosistemas acuáticos.

- Afección a la vegetación de ribera que puede llegar a ser severa en el caso de la persistencia o recurrencia de la supresión del caudal circulante que afecte al freático adyacente de ribera y provoque que la vegetación rupícola pierda su suministro de agua en las raíces. Dicho impacto puede ser especialmente relevante en el caso de que el fenómeno afecte a bosques de ribera bien conformados.
- Disminución de la apreciación paisajística y como recurso recreativo del área afectada.

### PROTECCIÓN DE ZONAS HÚMEDAS

Los ecosistemas acuáticos de las zonas húmedas y los terrestres asociados sufren las consecuencias de las sequías, al verse reducidos los aportes superficiales y subterráneos y al empeorar su calidad. Es esencial que en estos periodos se realice un seguimiento especial de las principales variables hidrológicas y ambientales. En situaciones críticas puede ser necesario aportar recursos para el mantenimiento de los valores ambientales de estas zonas.

### PROTECCIÓN DE ESPECIES FLUVIALES

En situaciones de sequía las demandas hídricas de especies amenazadas no ligadas a las zonas húmedas pueden verse comprometidas. Tales especies aparecen asociadas básicamente a ecosistemas fluviales (sobre todo peces) y, en menor medida, a lagunas temporales y puntos de agua (anfibios, invertebrados). Si bien los segundos disponen en alguna medida de adaptaciones que les permiten sobrellevar periodos de sequía rigurosa, los primeros precisan del mantenimiento de unos mínimos niveles de cantidad y calidad de agua.

### IMPACTO DE OTRAS MEDIDAS SOBRE EL MEDIO NATURAL

Para la mitigación de la sequía en las situaciones de alerta y emergencia en la Confederación Hidrográfica del Júcar se han propuesto, básicamente, el siguiente tipo de medidas: explotación de pozos de sequía, reducción de dotaciones de riego, reducción, en situaciones críticas para el abastecimiento humano, de caudales ecológicos, etc.

A la situación ya negativa que sufren los espacios naturales ligados al medio hídrico en épocas de sequía, debe añadirse el impacto que sobre él pueden provocar las medidas de incremento de oferta y gestión de demanda adoptadas. Este impacto puede derivarse de la disminución de aportaciones superficiales y subterráneas que mantienen el equilibrio hídrico de estos sistemas y el empeoramiento de su calidad, por las siguientes causas:

- Descenso de los niveles piezométricos con lo que disminuye la aportación a los cursos fluviales y a los manantiales
- Reducción de la recarga a los acuíferos alterando su balance hídrico y por tanto las aportaciones que se deriven a los espacios naturales ligados al medio hídrico.
- Incremento del riesgo de intrusión marina por disminución de las descargas al mar y el mantenimiento o incremento de las explotaciones.

#### 6.2.4 Administrativas y de control

Este tipo de medidas se basan fundamentalmente en la modificación temporal de las condiciones de utilización del Dominio Público Hidráulico. Cabe citar las siguientes medidas.

- reducción de las dotaciones en el suministro de agua que sean precisas para racionalizar la distribución de los recursos hídricos,
- modificación de los criterios de prioridad para la asignación de recursos a los distintos usos del agua,
- sustitución de la totalidad o de parte de los caudales concesionales por otros de distinto origen y de calidad adecuada para el uso al que está destinado, con el fin de racionalizar el aprovechamiento del recurso
- modificación de las condiciones de vertido, con objeto de proteger el medio ambiente.
- modificación temporal de las asignaciones y reservas previstas en el Plan Hidrológico de cuenca del Júcar.
- modificación de los requerimientos medioambientales establecidos en el Plan Hidrológico del Júcar, procurando asegurar los valores ambientales de los ecosistemas afectados y aplicando, si se considera necesario, medidas correctoras.

### LOS CONTRATOS DE CESIÓN DE DERECHOS Y EL CENTRO DE INTERCAMBIO DE DERECHOS

La regulación del mercado del agua, se recoge en España, a través fundamentalmente de dos figuras: el contrato de cesión de derechos y el centro de intercambio de derechos de uso de agua. Su desarrollo se haya contenido en el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas y en el Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

En la normativa española se contempla, a través de la figura del contrato de cesión de derechos, la posibilidad de formalizar contratos de cesión de derechos de agua entre particulares con el objetivo de contribuir a una gestión más racional de la demanda de agua. La figura jurídica contractual por la que opta la Ley de Aguas supone la transmisión del recurso a cambio de un precio. Esta figura resulta especialmente eficaz en las situaciones coyunturales de necesidad de agua.

La situación hidrológica de sequía puede justificar la autorización, con carácter temporal y excepcional, de cesiones de derechos de uso de agua que no respeten las normas de prelación definidas en el artículo 67.1 del Texto Refundido de la Ley de Aguas.

A través de la figura de los centros de intercambio de derechos de uso del agua se establece la posibilidad de constituir los llamados Bancos de Agua, que consisten en la creación de un banco público de derechos de uso del agua, con el objetivo de que éstos puedan ser cedidos a los usuarios interesados mediante un precio ofertado por el Organismo de cuenca. Los centros de intercambio de derechos de uso del agua están limitados por la propia ley de aguas a las situaciones reguladas en sus artículos 55 (facultades del organismo de cuenca en relación con el aprovechamiento y control de los caudales concedidos), 56 (acuíferos sobreexplotados) y 58 (situaciones excepcionales).

Los Organismos de Cuenca, una vez constituidos los centros de intercambio mediante acuerdo de Consejo de Ministros y a propuesta del Ministerio de Medio Ambiente, quedan autorizados para realizar ofertas públicas de adquisición de derechos de uso del agua para posteriormente cederlos a otros usuarios mediante el precio que el propio Organismo oferte. Estos Bancos de Agua están sometidos a un procedimiento público de contratación, donde deberán respetarse los principios de publicidad y libre concurrencia.

#### TOLERANCIA “0” CON LOS VERTIDOS:

La disminución de los caudales en épocas de sequía obliga a extremar el control y la vigilancia de las condiciones en que se producen los vertidos de aguas residuales al dominio público hidráulico. Las líneas de actuación a seguir son:

- Revisión de las autorizaciones de vertido concedidas.
- Impulso de la tramitación de autorizaciones de vertido.
- Intensificación de la vigilancia de los vertidos.
- Refuerzo de la capacidad sancionadora.

#### CONTROL DEL IMPACTO DE LOS POZOS DE SEQUÍA SOBRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Incrementar la extracción de agua subterránea para mitigar los efectos de la sequía en las situaciones de alerta y emergencia, requiere la aplicación de una serie de medidas tácticas y otras de emergencia sobre la oferta, que son: en el caso de las tácticas, la activación de las captaciones de sequía, la rehabilitación de pozos abandonados y el incremento de la explotación temporal de reservas de acuíferos y en el caso de las de emergencia, activar la movilización generalizada de reservas de acuíferos.

Las posibilidades y limitaciones del uso del agua subterránea para el incremento de la oferta, pueden provocar un impacto negativo que es conveniente conocer para que en caso de que se produzca paliar sus efectos y procurar en cualquier caso que sean reversibles en los años posteriores a la sequía.

Para conocer el volumen de agua extraído en las explotaciones y valorar los efectos que produce esta utilización extraordinaria del agua subterránea, se deben implantar redes de control en las captaciones, en su entorno y en el área de influencia del bombeo. Estas redes de control deben estar operativas antes de que comience el bombeo para que se pueda evaluar la situación anterior del acuífero, su evolución y la recuperación posterior.

Las redes de control deben permitir calcular:

- Extracciones y descensos de cada uno de los pozos.
- Niveles piezométricos en el entorno de las captaciones
- Analítica de los parámetros físico-químicos que determinen la evolución de la calidad de las aguas.

Los datos obtenidos también deben permitir evaluar y corregir los impactos que induce la explotación las aguas subterráneas, valorando los daños y las afecciones que produzcan a terceros o a los ecosistemas asociados a ellas. Así mismo son una fuente de información muy valiosa para profundizar en el conocimiento de los acuíferos y definir con mayor precisión sus características y su comportamiento hidrodinámico, tal como ocurrió con los datos que se obtuvieron con las redes de control implantadas específicamente para la sequía del 92-95.

#### PUBLICACIÓN DE LOS DATOS DE LA SEQUÍA

Dentro de las medidas administrativas y de control podría incluirse con carácter general la publicación por parte de la CHJ de los datos sobre el estado y la evolución de los parámetros más significativos sobre la situación hidrológica e hidrogeológica y las reservas de cada sistema.

## **7 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, SEGUIMIENTO Y MITIGACIÓN DE LAS SEQUÍAS EN EL ÁMBITO DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR.**

### **7.1 Introducción**

La asignación de las medidas de prevención, seguimiento y mitigación de las sequías se ha planteado de forma sistemática para cada uno de los 9 sistemas de explotación que integran el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Previamente se han establecido unos criterios generales que son de aplicación para cada tipo de medida, especialmente las de alerta y emergencia, en los distintos sistemas de explotación.

### **7.2 Criterios generales**

Con carácter general, las medidas propuestas para adoptar en situaciones de estabilidad y prealerta provienen de las ya contempladas en el Plan Hidrológico de la CHJ y de las correspondientes al programa AGUA, recogidas en la Ley 11/2005 de 22 de junio por la que se modifica la ley 10/2001 del 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional. Todas estas medidas se encuadran en el marco de la planificación ordinaria a medio y largo plazo. En el apartado 7.3 se recogen estas medidas a efectos esencialmente ilustrativos.

Las medidas que se proponen en los estados de alerta y emergencia, que corresponden a la planificación de la situación extraordinaria de sequía, se basan, con carácter general, en la gestión de unos recursos escasos aprovechando la infraestructura existente, con las pequeñas actuaciones que sean necesarias para hacerla completamente operativa.

Los criterios que deben seguirse en la aplicación de los distintos tipos de medida son los siguientes:

- Ahorro y reducción progresiva de los aprovechamientos

En situaciones de alerta y emergencia podrán adoptarse las medidas administrativas necesarias que permitan corregir en lo posible esas situaciones mediante el ahorro y reducción progresiva de los aprovechamientos, especialmente los agrícolas, de forma equitativa y solidaria. Asimismo, será necesario buscar un equilibrio entre los aprovechamientos y el mantenimiento de los valores ambientales de los ecosistemas afectados, aplicando para ello las medidas correctoras que sean necesarias.

- Priorización uso urbano

En las fases de alerta y emergencia se priorizarán los abastecimientos urbanos, modificando si es necesario los derechos concesionales de otros usuarios.

- Redistribución de recursos entre usuarios agrícolas

En la fase de emergencia podrá realizarse una redistribución de los recursos entre los distintos usuarios agrícolas en función de los siguientes criterios: las superficies efectivamente regadas, los tipos de cultivos y las posibilidades de utilización de aguas subterráneas en la zona regada.

- Sustitución de caudales concesionales por caudales de otro origen

En situación de emergencia podrá realizarse, tal y como dice el artículo 61.3. del Texto Refundido de la Ley de Aguas, la sustitución de la totalidad o parte de los caudales concesionales por otros de distinto origen. En particular, se podrán llevar a cabo las actuaciones necesarias para sustituir todos o parte de los caudales destinados a riego agrícola por aguas residuales adecuadamente depuradas, con el fin de racionalizar el aprovechamiento del recurso y asegurar la protección del medio ambiente hídrico en las zonas de especial incidencia de la sequía. La reutilización de las aguas residuales debería convertirse en práctica habitual para aportar recursos al uso agrícola en los próximos años.

- Modificación del orden de prelación de los contratos de cesión de derechos

Se podrán autorizar, con carácter temporal y excepcional, cesiones de derechos de uso de agua que no respeten las normas de prelación definidas en el artículo 67.1 del Texto Refundido de la Ley de Aguas.

- Utilización de pozos de sequía y rehabilitación de antiguos pozos de abastecimiento urbano.

Previamente a la autorización de la puesta en funcionamiento de los pozos de sequía, debe conocerse en que situación se encuentran los acuíferos, ya que dependiendo de su estado, los efectos que produce la explotación de las aguas subterráneas en ellos y en el medio ambiente son diferentes. Es importante que se estudie la posibilidad de movilizar recursos a través de pozos propiedad de particulares.

- Instalación de dispositivos de medición en las conducciones

En el estado de emergencia deberá procederse a la instalación de dispositivos de medición en las principales conducciones, pudiendo ordenarse en caso de incumplimiento de esta exigencia, la clausura temporal de las instalaciones de tomas de agua o vertido.

- Medidas de control del impacto de los pozos de sequía

Como medidas de control para reducir el impacto de las medidas adoptadas sobre los principales espacios naturales ligados al medio hídrico se propone el establecimiento de una red de control piezométrico, de calidad, intrusión y de control de extracciones en el perímetro de los pozos de sequía. La periodicidad de medidas en la red que se establezca será quincenal durante el período de riego y mensual el resto de los períodos en que se observe persistencia de la sequía.

- Medidas para la protección de zonas húmedas

En la fase de emergencia la Confederación deberá realizar un seguimiento especial de las zonas húmedas. Cuando se constate un riesgo de que las zonas húmedas puedan sufrir daños ambientales significativos, podrán ponerse en servicio sondeos existentes o ejecutar otros nuevos en la medida en que sean imprescindibles para obtener los caudales suficientes con los que aportar recursos para el mantenimiento de los valores ambientales de los ecosistemas asociados.

- Medidas para la protección de especies

La principal preocupación en situaciones de sequía debe centrarse en aquellas especies que no tienen posibilidades de desplazarse fuera del agua, como son los peces (loina del Júcar, Blenio de río) y los invertebrados acuáticos (cangrejo y los moluscos *T. velascoi*, *P. littoralis* y *U. elongatulus*). Para estas especies deberán establecerse unos ámbitos críticos donde se contemplen medidas de mantenimiento de unos caudales mínimos durante el periodo de sequía.

Utilizando como referencia el Catálogo Valenciano de Especies Amenazadas de Fauna (Decreto 32/2004) en la tabla adjunta se indican las especies fluviales que requieren de una atención prioritaria.

<b>En Peligro de Extinción</b>	
Especie	Distribución
Cangrejo de río	Arroyos de las cuencas del Turia, Mijares y Palancia
<i>Theodoxus velascoi</i>	Riu Verd
<i>Unio elongatulus</i>	Tramos bajos del Júcar y Turia
Loina del Júcar	Cabriel y Magro
Nutria	Júcar-Cabriel y Turia
<b>Vulnerables</b>	
<i>Potomida littoralis</i>	Júcar
Blenio de río	Júcar, Cabriel
Mirlo acuático	Senia, Mijares, Palancia, Turia,

Tabla 66. Especies en peligro de extinción y especies vulnerable en la Comunidad Valenciana

Deben también establecerse los procedimientos y medidas para la retirada de peces en pozas aisladas para evitar mortandades y difusión de patógenos.

- Medidas relacionadas con las restricciones medioambientales.

Como criterio general, en situaciones de sequía deberán respetarse los requerimientos medioambientales establecidos en el Plan de cuenca del Júcar. Sin embargo en situaciones calificadas de emergencia y como medida operacional justificada por la dificultad para atender demandas para uso urbano, podrá modificarse el régimen de caudales mínimos establecido en el Plan de cuenca para los tramos situados aguas abajo de los embalses. El criterio a seguir se basará en que cuando no se estén produciendo entradas que superen el caudal mínimo a respetar en ese momento, no se liberará más agua que la que está entrando al embalse.

Sin embargo, conviene indicar que cuanto mejor refleje el régimen de caudales ecológicos los regímenes estacionales, menos se producirán situaciones en las que sea necesario relajar el cumplimiento de los requerimientos medioambientales. También es evidente que cuanto más extendida esté la fijación de caudales ecológicos en la cuenca, más improbable será que no entre agua en los embalses. A este respecto conviene indicar que están a punto de iniciarse los trabajos sobre la determinación de los regímenes medioambientales en las masas de agua superficial de la CHJ, en los que se ha incluido el estudio de las situaciones de sequía. Los resultados que se vayan produciendo a medida que avancen esos trabajos se tendrá en cuenta en la gestión de las situaciones de sequía.

- Difusión de la información

En situaciones de alerta y emergencia deberán publicarse, con carácter al menos mensual, los datos sobre el estado y la evolución de los indicadores más representativos sobre la situación hidrológica e hidrogeológica y las reservas de cada sistema.

### **7.3 Medidas por sistemas de explotación**

#### **7.3.1 Introducción**

A continuación se describen las medidas específicas a aplicar en los distintos sistemas de explotación de recursos hídricos de la CHJ. En cada sistema de explotación se ha estimado el déficit hídrico de suministro urbano y agrícola susceptible de generarse en los umbrales de prealerta, alerta y emergencia, teniendo en cuenta la validación de indicadores de sequía realizada. La estimación se ha realizado a partir de las relaciones ajustadas entre volumen de fallos en las demandas y el indicador de estado para cada uno de los sistemas de explotación en los que se dispone de modelo de simulación (Mijares, Júcar, Turia y Marina Baja). En los sistemas en que no se dispone de este modelo (Cenia, Palancia, Serpis, Marina Alta y Vinalopó), se ha aplicado la relación obtenida a escala de toda la CHJ.

7.3.2 Sistema de explotación Cenia-Maestrazgo

DEMANDA PARA USO URBANO Y AGRÍCOLA

Tal y como se indica en el cuadro adjunto, la demanda total para uso agrícola y urbano en este sistema asciende a unos 131 hm<sup>3</sup> con la distribución según usos y origen del agua utilizada para abastecimiento que se muestra:

Tipo	Origen del agua				TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)
	Superficial (hm <sup>3</sup> /año)	Subterránea (hm <sup>3</sup> /año)	Reutilización (hm <sup>3</sup> /año)	Desalación (hm <sup>3</sup> /año)	
Urbana	0	27			27
Agrícola	12	92	0,2		104
TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)	12	119	0,2		131

Tabla 67. Demanda para uso urbano y agrícola en el sistema Cenia-Maestrazgo

Únicamente las demandas de agua superficial, correspondientes a los riegos aguas abajo del embalse de Uldecona son gestionadas por la CHJ, con una demanda cifrada en torno a los 12 hm<sup>3</sup>/año.

VOLUMEN DE DÉFICIT EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

No se dispone de modelo de simulación de este sistema de explotación, por lo que se supone los mismos porcentajes de déficit que los globales de cuenca, según el esquema aplicado en la figura y tabla adjunta. Los indicadores referidos a la curva de embalse de Uldecona se representan en la figura siguiente.

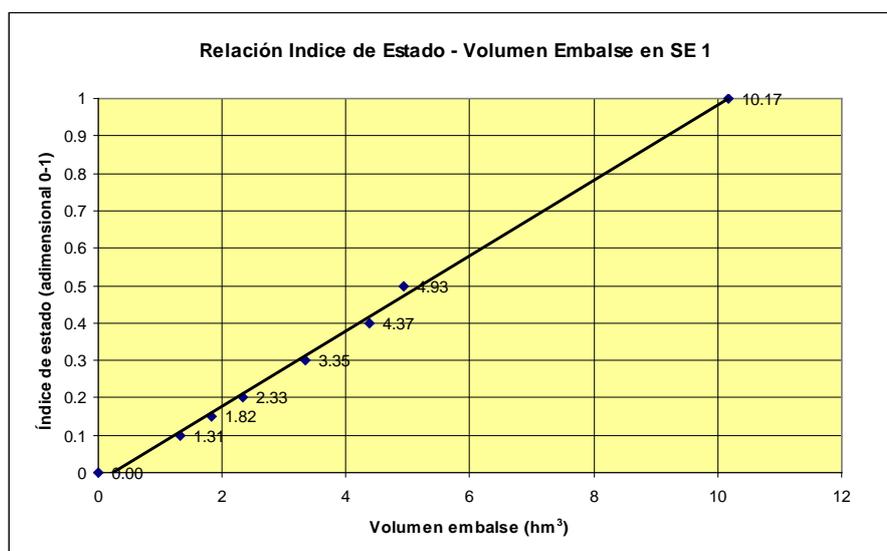


Figura 88. Relación Índice de estado – Volumen de embalse en el sistema Cenia-Maestrazgo

PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS EN SE-1 CENIA							
Indicador	1 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2	0,2 - 0,15	0,15 - 0,1	0,1 - 0
Estado	Normalidad	Prealerta		Alerta		Emergencia	
Déficit (%)	0	0-8	8-17	17-27	27-32	32-36	36-46
Déficit (hm <sup>3</sup> )	0	0-1,0	1,0-2,0	2,0-3,2	3,2-3,8	3,8-4,3	4,3-5,5
Embalse (hm <sup>3</sup> )	10-5	5-4,4	4,4-3,4	3,4-2,3	2,3-1,8	1,8-1,3	1,3-0

Tabla 68. Parámetros de caracterización de sequías en Cenia-Maestrazgo

El déficit de suministro en la demanda agrícola abastecida con aguas superficiales reguladas en Ulldecona según la relación volumen fallos – índice de estado, a escala de la CHJ, se muestra en la tabla adjunta.

Estado de Sequía	Índice Estado	Déficit de suministro con aguas superficiales	
		%	hm <sup>3</sup>
ALERTA	0,3	17	2,0
EMERGENCIA	0,15	32	3,8

Tabla 69. Relación indicador de estado-déficit de suministro en el sistema Cenia-Maestrazgo

No se dispone de demasiadas alternativas para suplir la demanda. Las principales soluciones son: a)reutilización de las aguas residuales depuradas y b)una mayor utilización de las aguas subterráneas. En la actualidad se están ejecutando dos pozos de sequía que estarán disponibles en la primavera de 2006.

## UNIDADES DE DEMANDA AFECTADAS

### Unidades de demanda urbana

El abastecimiento urbano en este sistema se realiza íntegramente con aguas subterráneas. En los municipios con mas de 20.000 habitantes: Vinaroz y Benicarló, el impacto de las situaciones de alerta y emergencia puede ocasionar un empeoramiento de la calidad del agua por intrusión marina, debido a la disminución de reservas y carga hidráulica en los acuíferos, como consecuencia del incremento de la explotación agrícola en las unidades hidrogeológicas 08.10: Plana de Oropesa – Torreblanca y 08.11: Plana de Vinaroz – Peñíscola.

### Unidades de demanda agrícola

Se consideran como más sensibles aquellas unidades de demanda agrícola que dependen en todo o en parte de suministros superficiales (tabla adjunta).

Cod.UDA	UDA	Origen	Dem.Bruta Superficial (Hm <sup>3</sup> )	Dem.Bruta Subterránea (Hm <sup>3</sup> )
081003B	Regadíos del Embalse de Uldecona	Superficial	7,75	0
081004A	Pequeños regadíos del interior	Mixto	1,91	2,17
081003A	Regadíos ribereños del río Cenia	Mixto	2,38	0,17
TOTALES			12,04	2,34

Tabla 70. Unidades de demanda agrícola dependientes, en todo o en parte, de suministros superficiales en el sistema Cenia-Maestrazgo

De las unidades anteriores sólo los regadíos del Embalse de Uldecona dependen de la gestión directa de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

#### MEDIDAS A ADOPTAR EN LAS FASES DE NORMALIDAD Y PREALERTA.

En relación con el incremento de la oferta de recursos se consideran las siguientes medidas específicas:

- Estudio de actualización y mejora del conocimiento y gestión de la Unidad Hidrogeológica 08.07: Maestrazgo.
- Redacción del Plan de Emergencia de los municipios de Vinaroz y Benicarló.
- De conformidad con el II Plan Director de Saneamiento de la Comunidad Valenciana es preciso la redacción y ejecución de los proyectos de reutilización para riego de aguas residuales depuradas de las siguientes EDARs.

EDAR	REUTILIZACIÓN POTENCIAL (m <sup>3</sup> /año)	Zona de Aplicación
Álcala de Xivert	500.000	Plana de Oropesa Torreblanca
Benicarló	1.000.000	Plana de Vinaroz - Peñiscola
Peñiscola	2.000.000	Plana de Vinaroz – Peñiscola
Vinaroz	1.500.000	Plana de Vinaroz
Totales	5.000.000	

Tabla 71. Reutilización potencial en el sistema Cenia-Maestrazgo

En cuanto a medidas sobre la demanda es preciso el establecimiento de Planes de ahorro en los grandes consumidores urbanos turísticos: Vinaroz, Peñiscola, Oropesa, Torreblanca, Benicasim y Alcocéber.

Las medidas administrativas que en estas fases requieren de aprobación por parte de la Confederación Hidrográfica del Júcar, son las siguientes:

- Propuesta de reasignación de recursos de aguas residuales depuradas para uso agrícola, que permitirá la creación de una barrera contra la intrusión marina en los acuíferos detríticos de las unidades hidrogeológicas 08.10 Vinaroz – Peñíscola y 08.11 Oropesa – Torreblanca y la utilización de los acuíferos calizos de estas unidades para abastecimiento urbano.
- Aprobación de los proyectos de concesión de aguas residuales depuradas para riego, que en este sistema permitirían incrementar la oferta de agua para uso agrícola hasta 5 hm<sup>3</sup>/año adicionales.
- Aprobación del Plan de emergencia para el abastecimiento urbano de los municipios de más de 20.000 habitantes: Vinaroz y Benicarló.

## MEDIDAS A ADOPTAR EN LAS FASES DE ALERTA Y EMERGENCIA

### *Medidas para la atención de demandas*

SITUACIÓN	DÉFICIT INICIAL (hm <sup>3</sup> )	MEDIDA	AHORRO/INCREMENTO OFERTA/RESTRICCIONES (hm <sup>3</sup> )
ALERTA	2,0	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas hasta un 17 %	2,0
EMERGENCIA	3,8	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas hasta un 32%	3,8

Tabla 72. Medidas a adoptar en alerta y emergencia en el sistema Cenia-Maestrazgo

- Activación del Plan de Emergencia del abastecimiento a Vinaroz y Benicarló.
- Puesta en operación de la reutilización aguas residuales depuradas para riego (hasta un máximo de 5 hm<sup>3</sup>/año).
- Estudio de suministros alternativos, incluso llegado el caso uso de cisternas, para los municipios del interior: Villafranca del Cid, San Mateo, Calig, Albocassér, Chert, Canet lo Roig, Catí, Salsadella, Culla, , Cervera del Maestre, Ares del Maestre, Benafigos y Villar de Canes.

### *Medidas de control del impacto sobre los espacios naturales.*

- Establecimiento de una red de control piezométrico, de calidad, intrusión y de control de extracciones en su perímetro. Estas medidas afectarían a los pozos de sequía existentes en los espacios naturales que se muestran en la tabla adjunta.

Espacio natural	Unidad Hidrogeológica - Acuífero
Prat de Cabanes- Torreblanca	08.10: Plana de Oropesa - Torreblanca

Tabla 73. Control piezométrico en espacios naturales del sistema Cenia-Maestrazgo

7.3.3 Sistema de explotación Mijares – Plana de Castellón

DEMANDA PARA USO URBANO Y AGRÍCOLA

La demanda global para uso urbano y agrícola en esta unidad se cifra en unos 285 hm<sup>3</sup>/año con la distribución por usos y origen del agua que se refleja en el cuadro adjunto:

Tipo	Origen del agua				TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)
	Superficial (hm <sup>3</sup> /año)	Subterránea (hm <sup>3</sup> /año)	Reutilización (hm <sup>3</sup> /año)	Desalación (hm <sup>3</sup> /año)	
Urbana	0	66		2	68
Agrícola	129	85	3		217
TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)	129	151	3	2	285

Tabla 74. Demanda para uso urbano y agrícola en el sistema Mijares-Plana de Castellón

Sobre la base del modelo de simulación de la explotación del sistema Mijares – Plana de Castellón, en el gráfico y tabla adjuntas se muestra la relación entre el déficit en el suministro de demandas abastecidas con aguas superficiales, reguladas principalmente en los embalses de Sichar y Arenós (volumen de fallos), y el índice de estado del sistema de explotación. En la tabla además se incluyen los volúmenes de existencias reguladas en los embalses correspondientes a los distintos estados de sequía.

VOLUMEN DE DÉFICIT EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

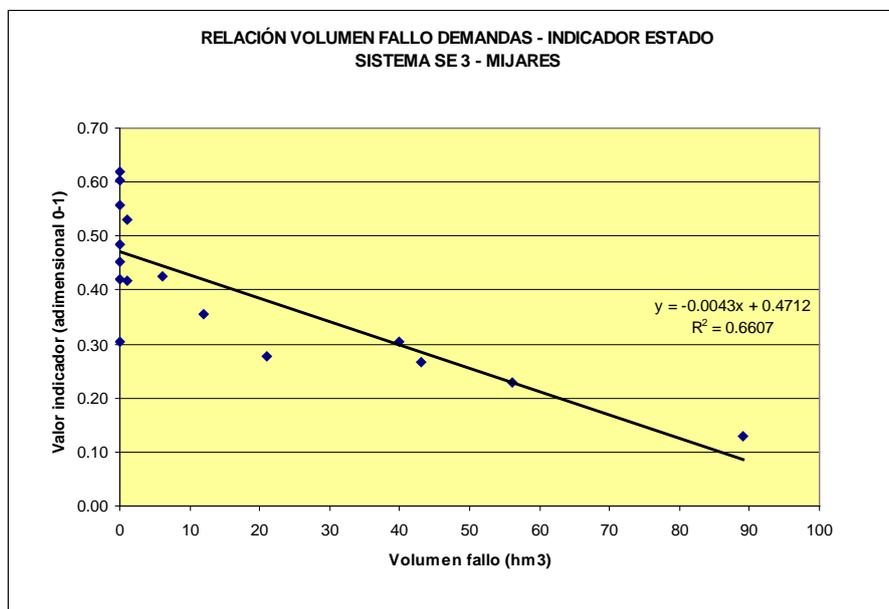


Figura 89. Relación Índice de estado – Volumen de fallo en el sistema Mijares-Plana de Castellón

PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS EN SE-2 MIJARES							
Indicador	1 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2	0,2 - 0,15	0,15 - 0,1	0,1 - 0
Estado	Normalidad	Prealerta		Alerta		Emergencia	
Déficit (%)	0	0-14	14-33	33-53	53-62	62-72	72-91
Déficit (hm3)	0	0-18	18-43	43-68	68-80	80-93	93-118
Embalse (hm3)	136-40	40-32	32-24	24-16	16-12	12-8	8-0

Tabla 75. Parámetros de caracterización de sequías en Mijares Plana de Castellón

En el cuadro adjunto se muestran, sobre la base de la relación anteriormente definida, los volúmenes de déficit en el suministro de demanda abastecida con aguas superficiales correspondiente a los estados de Alerta y Emergencia.

Estado de Sequía	Índice Estado	Déficit de suministro demanda abastecida con aguas superficiales	
		%	hm <sup>3</sup>
ALERTA	0,3	33	43
EMERGENCIA	0,15	62	80

Tabla 76. Relación indicador de estado-déficit de suministro en el sistema Mijares-Plana de Castellón

## UNIDADES DE DEMANDA AFECTADAS

### Unidades de demanda urbana

La demanda urbana se abastece con aguas subterráneas. Los municipios y consorcios de población superior a los 20.000 habitantes: Castellón de la Plana y Municipios Consorciados de la Plana Baja (Alquerías del Niño Perdido, Betxi, Burriana, Chilches, La Llosa, Moncofar, Nules, Onda, Vall d'Uxó, Villarreal y Villavieja) pueden presentar problemas de calidad en situaciones de alerta y emergencia por avance de la intrusión marina e incremento del contenido en nitratos a causa del vaciado de reservas y disminución de la carga hidráulica, así como por el incremento de la explotación de las aguas subterráneas.

Los municipios referidos representan una población de unos 300.000 habitantes y una demanda en torno a los 38 hm<sup>3</sup>/año.

### Unidades de demanda agrícola

Las unidades de demanda agrícola afectadas en las fases de sequía de alerta y emergencia son aquellas que dependen de suministros superficiales gestionados directamente por la Confederación Hidrográfica del Júcar y las abastecidas con aguas subterráneas que en las sequías históricas padecidas en la CHJ han tenido problemas de abastecimiento y han sido dotadas por pozos de sequía.

Cod.UDA	UDA	Origen	Demanda bruta superficial (Hm <sup>3</sup> )	Demanda bruta subterránea (Hm <sup>3</sup> )
081006A	Riegos tradicionales del Mijares	Superficial	78,56	0
081017A	Riegos de Alcora	Superficial	1,89	0
081010A	C.R. Canal de la cota 100MD	Mixto	15,07	15,07
081013A	C.R. Canal cota 220	Mixto	11,94	11,94
081011A	Nuevos regadíos y Fuente Llosa	Subterránea	0	36,76
081008A	C.R. Canal de M <sup>a</sup> Cristina	Mixto	7,48	7,48
TOTALES			114,94	71,25

Tabla 77. Unidades de demanda agrícola dependientes en todo o en parte de suministros superficiales en el sistema Mijares-Plana de Castellón

## MEDIDAS A ADOPTAR EN LAS FASES DE NORMALIDAD Y PREALERTA

En relación con medidas de incremento de la oferta cabe destacar las siguientes:

- Redacción Planes de emergencia en los siguientes abastecimientos urbanos: Castellón de la Plana, Mancomunidad de la Plana Baixa (Alquerías del Niño Perdido, Betxi , Burriana, Chilches, Llosa (la), Moncofar, Nules, Onda, Vall d'Uixó (la), Villarreal y Villavieja).
- Redacción y ejecución de proyectos de reutilización de aguas residuales contemplados en las inversiones del II Plan Director de Saneamiento de la Generalitat Valenciana.

EDAR	REUTILIZACIÓN POTENCIAL (m <sup>3</sup> /año)	Zona de aplicación
Alamassora	4.000.000	Regadíos Plana de Castellón y Delta del Millars
Alcora	2.000.000	Regadíos Plana de Castellón e Industria Cerámica
Benicasim	2.000.000	Regadíos de la Plana de Castellón
Castellón de la Plana	13.000.000	Regadíos de la Plana de Castellón
Almenara	500.000	Zona regable del Camp de Morvedre
Burriana	3.000.000	Regadíos de la Plana de Castellón
La Vall d'Uxo	2.500.000	Regadíos de la Plana de Castellón
Nules - Villavieja	2.000.000	Regadíos de la Plana de Castellón
Onda – Betxi-Villarreal	3.000.000	Regadíos de la Plana de Castellón
Totales	31.000.000	

Tabla 78. Reutilización potencial en el sistema Mijares-Plana de Castellón

- Inventario, mantenimiento y actualización de la infraestructura de pozos de sequía disponible, la cual se resume en la tabla adjunta:

Cod.UDA	Denominación	Origen	Dem.Bruta (Hm3)	Nº pozos sequía	Unidad Hidrogeológica	Caudal Aforado (l/s)	Potencia Instalada (CV)
081006A	Riegos tradicionales del Mijares	Superficial	78,56	1	12	190,00	160,00
081011A	Nuevos Regadíos y Fuente de la Llosa	Subterránea	36,76	3	20	97,00	190,00
081010A	C.R. Canal de la cota 100 MD	Mixto	30,14	1	12	85,00	30,00
TOTALES			165,03	5		372	380

Tabla 79. Pozos de sequía disponibles en el sistema Mijares-Plana Castellón

Los pozos de sequía se realizan para cubrir el déficit de suministro hídrico en el abastecimiento de las demandas agrícolas en fases de emergencia.

En el caso de los pozos de sequía disponibles en el Sistema de Explotación Mijares – Plana de Castellón, referidos en el cuadro anterior, sus posibilidades de explotación son pequeñas si se compara con los volúmenes de demanda, tal y como se indica a continuación:

- La unidad de demanda 081011 A: Nuevos regadíos y Fuente de la Llosa con aguas subterráneas procedentes de la Unidad Hidrogeológica 08.20: Medio Palancia. La demanda bruta asciende a 43 hm<sup>3</sup>/año y tuvo problemas de abastecimiento en la sequía del año 1994/1995 por agotamiento del caudal de las captaciones y salinización de algunos pozos. Dispone de 3 captaciones de sequía en la Unidad Hidrogeológica 08.20, con un caudal aforado de 97 l/s y una potencia instalada de 190 CV. Supuesta una necesidad de funcionamiento de 210 días, durante 24 horas y un rendimiento en la explotación del 50 %, podría extraerse para abastecimiento a esta unidad de demanda unos 0,8 hm<sup>3</sup>.
- La unidad de demanda 081006 A: Riegos tradicionales del Mijares dispone de 1 captación de sequía en la Unidad Hidrogeológica 08.12: Plana de Castellón, con un caudal aforado de 190 l/s y una potencia instalada de 160 CV. Supuesta una necesidad de funcionamiento de 210 días, durante 24 horas y un rendimiento en la explotación del 50 %, podrían extraerse para abastecimiento a esta unidad de demanda unos 1,6 hm<sup>3</sup>.
- La unidad de demanda 081010A: Comunidad de Regantes Canal de la cota 100 MD dispone de 1 captación de sequía en la Unidad Hidrogeológica 08.12: Plana de Castellón, con un caudal aforado de 85 l/s y una potencia instalada de 160 CV. Supuesta una necesidad de funcionamiento de 210 días, durante 24 horas y un rendimiento en la explotación del 80 %, podrían extraerse para abastecimiento a esta unidad de demanda unos 0,8 hm<sup>3</sup>.

Con respecto a las medidas a adoptar en relación con la gestión de la demanda, cabe destacar las siguientes actuaciones:

- Redacción y ejecución de los siguientes planes de consolidación y Modernización de regadíos contemplados por el Plan Nacional de Regadíos y a desarrollar por la Sociedad Estatal de Infraestructuras Agrarias de la Meseta Sur (S.E.I.A.S.A meseta sur).

<b>Actuación</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Estado</b>
Modernización y Consolidación de Regadíos en la C.R. de Castellón	895	En ejecución
Modernización y Consolidación de Regadíos en C.R. de Villarreal	1.251	En ejecución
Modernización y Consolidación de Regadíos en C.General de Vall D' Uxó.	2.670	Convenio firmado
Totales	4.816	

Tabla 80. Planes de modernización en el sistema Mijares-Plana de Castellón y situación actual

En el sistema de explotación Mijares Plana de Castellón se estima que la ejecución de los proyectos de modernización de regadíos contemplados en el Plan Nacional de Regadíos para el horizonte del año 2008 puede suponer un ahorro de 6 hm<sup>3</sup>/año.

- Redacción de planes de ahorro en grandes consumidores urbanos aplicable a los municipios con los consumos industriales conectados a la red de distribución urbana que se indican en la tabla adjunta.

Municipio	Consumo industrial (m <sup>3</sup> /año) (Según última actualización seguimiento del PHCJ, 2001/2002) (1)	Consumo industrial con recursos propios (m <sup>3</sup> /año) (Según datos Entidad de Saneamiento) (2)	Consumo industrial conectado a la red urbana (m <sup>3</sup> /año) (1)-(2)
Castellón de la Plana	18.049.190	938.170	17.111.020
Villarreal	5.007.747	2.031.088	2.976.659
Vall d'Uixó (la)	4.337.592	98.525	4.239.067
Burriana	3.883.480	445.316	3.438.164
Nules	2.721.100	509.005	2.212.095
Almanzora	1.843.236	690.235	1.153.001
Onda	1.667.071	903.777	763.294
Alcora (l')	1.382.537	799.919	582.618
Betxí	731.526	11.653	719.873
Moncofar	625.041	3.773	621.268
TOTALES	40.248.520	6.431.459	33.817.060

Tabla 81. Consumos industriales en la Plana de Castellón

En el apartado de medidas administrativas cabe llevar a cabo las siguientes actuaciones:

- Reasignación de recursos, tal y como establece la orden del 13 de agosto de 1.999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Júcar.
  - Sustituir el riego con aguas superficiales (embalse de Sichar) por aguas subterráneas y aguas residuales depuradas (disponibilidad de reutilización hasta unos 31 hm<sup>3</sup> anuales).
  - En el caso del área de Nules, Vall d'Uxó y Moncófar se fomentará la recarga del acuífero de la Rambleta con la aportación de las emergencias no reguladas en el manantial de las Grutas de San José y de posibles excedentes del río Mijares, a través del canal de la cota 100 y del río Palancia.
  - Reserva de 20 hm<sup>3</sup>, en el primer horizonte del PHCJ, de los recursos superficiales del río Mijares para el abastecimiento a la Plana de Castellón. Estos recursos podrán ser incrementados hasta 30 hm<sup>3</sup>/año en el segundo horizonte del Plan; debiéndose construir la Planta Potabilizadora del río Mijares.
- Aprobación de los planes de emergencia de Castellón de la Plana y municipios de la Plana Baixa.
- Aprobación de los proyectos de concesión de aguas residuales para riego, que en este sistema permitirían incrementar la oferta de recursos para uso agrícola hasta 31 hm<sup>3</sup>/año.

- Aprobación concesiones para producción de agua por desalación en Benicassim y Plana Sur y la posibilidad de incrementar la oferta hasta 15 hm<sup>3</sup>.

El programa AGUA del Ministerio de Medio Ambiente prevé en este sistema el siguiente conjunto de actuaciones recogidas en la Ley 11/2005 de 22 de junio por la que se modifica la ley 10/2001 del 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional.

- Desarrollo de programas para captación de aguas subterráneas para abastecimientos y regadíos en Castellón.
- Regulación de excedentes invernales del río Belcaire
- Adecuación del embalse de Arenós
- Plan de modernización de regadíos en la Plana de Castellón
- Prolongación del Canal cota 100 del río Mijares
- Mejora de la depuración y reutilización de aguas residuales en la Plana de Castellón.
- Planta potabilizadora del río Mijares.

#### MEDIDAS A ADOPTAR EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

##### *Medidas para la atención de demandas*

En relación con el incremento de la oferta y gestión de la demanda en el cuadro adjunto se muestran los déficit de suministro de aguas superficiales para abastecimiento de la demanda agrícola, (obtenidos a partir del modelo de optimización de la gestión del sistema) en las fases de alerta y emergencia, sobre la base de la relación volumen de fallos (déficit de suministros) – índice de estado.

SITUACIÓN	DÉFICIT INICIAL (hm <sup>3</sup> )	MEDIDA	AHORRO / INCREMENTO OFERTA (hm <sup>3</sup> )
ALERTA	43	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas superficiales hasta un 31%	39,6
		Funcionamiento de pozos de sequía	3,4
EMERGENCIA	80	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas superficiales hasta un 60%	76,6
		Puesta en marcha pozos de sequía	3,4

Tabla 82. Medidas a adoptar en alerta y emergencia en el sistema Mijares-Plana de Castellón

Las medidas a adoptar son las siguientes:

- Activación planes de emergencia Castellón de la Plana y municipios de la Plana Baixa.
- Activación de Planes de Ahorro de grandes consumidores urbanos: usuarios industriales conectados a la red urbana de Castellón de la Plana, Villarreal, Vall d'Uxó, Burriana, Nules, Almanzora, Onda, L'Alcora, Betxi y Moncofar.
- Puesta en operación de la reutilización aguas residuales depuradas para riego (hasta un máximo de 31 hm<sup>3</sup>/año).
- Estudiar la posibilidad de utilizar los volúmenes producidos en las desaladoras existentes.

PLANTA	TIPO	PRODUCCIÓN (m <sup>3</sup> /día)
Bechí	Osmosis Inversa	1.500
Burriana	Osmosis Inversa	7.500
Nules	Osmosis Inversa	2.500
Moncófar	Osmosis Inversa	4.000
Vall d'Uxo	Osmosis Inversa	7.500
Capacidad producción total		23.000

Tabla 83. Desaladoras en el sistema Mijares-Plana de Castellón

- Activación de los pozos de sequía: 5 captaciones con un caudal total aforado de 372 l/s; el funcionamiento de estas captaciones 24 horas/día durante los meses de marzo a octubre (210 días) permitiría disponer de un volumen máximo adicional de aguas subterráneas de 3,4 hm<sup>3</sup> en el período de mayor necesidad de riego.

*Medidas de control del impacto sobre los espacios naturales.*

- Establecimiento de una red de control piezométrico, de calidad, intrusión y de control de extracciones en su perímetro. Estas medidas afectarían a los pozos de sequía existentes en los espacios naturales que se muestran en la tabla adjunta.

Espacio natural	Unidad Hidrogeológica - Acuífero
Marjal de Almenara	08.12: Plana de Castellón

Tabla 84. Control piezométrico en espacios naturales del sistema Mijares-Plana de Castellón

7.3.4 Sistema de explotación Palancia – Los Valles

DEMANDA PARA USO URBANO Y AGRÍCOLA

La demanda total para uso urbano y agrícola se muestra en el cuadro adjunto, distribuida según uso y origen del agua utilizada:

XXXcompletar tabla siguiente:

Tipo	Origen del agua				TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)
	Superficial (hm <sup>3</sup> /año)	Subterránea (hm <sup>3</sup> /año)	Reutilización (hm <sup>3</sup> /año)	Desalación (hm <sup>3</sup> /año)	
Urbana	8	8	-		16
Agrícola	46	51	5	-	102
TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)	54	59	5		118

Tabla 85. Demanda para uso urbano y agrícola en el sistema Palancia-Los Valles

La demanda prioritaria dependiente de la gestión directa de la CHJ es la demanda de origen superficial situada aguas abajo del embalse de Regajo y el abastecimiento de Sagunto por el Canal Júcar-Turia.

VOLUMEN DE DÉFICIT EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

No se dispone de modelo de simulación de este sistema de explotación, por lo que se suponen los mismos porcentajes de déficit que los globales de cuenca, según se muestra en la figura y tabla adjunta. Los indicadores referidos a la curva de embalse se representan en la figura siguiente:

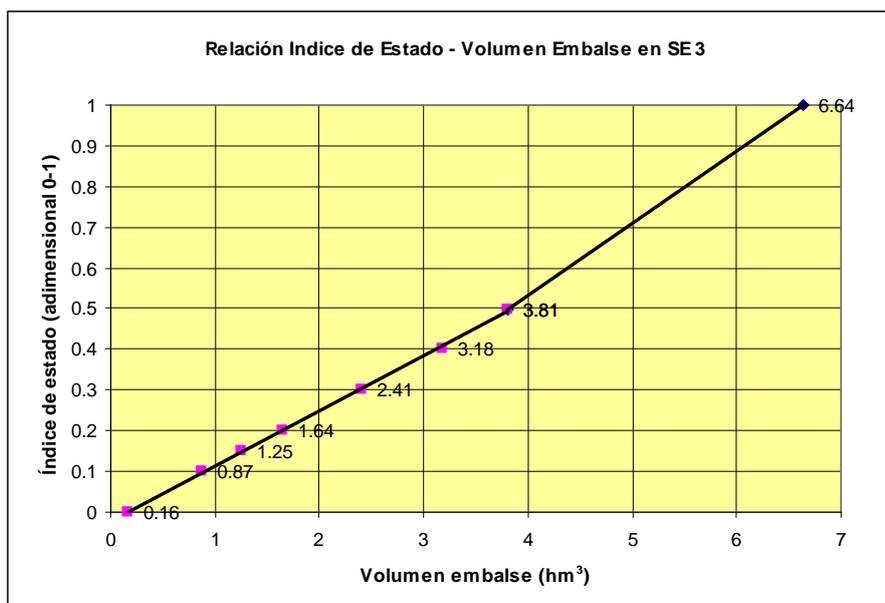


Figura 90. Relación Índice de estado – Volumen de embalse en el sistema Palancia los Valles

PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS EN SE-3 PALANCIA-LOS VALLES							
Indicador	1 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2	0,2 - 0,15	0,15 - 0,1	0,1 - 0
Estado	Normalidad	Prealerta		Alerta		Emergencia	
Déficit (%)	0	0-8	8-17	17-27	27-32	32-36	36-46
Déficit (hm³)	0	0-4	4-9	9-13	13-16	16-18	18-23
Embalse (hm3)	6,6-3,8	3,8-3,2	3,2-2,4	2,4-1,6	1,6-1,2	1,2-7	7-1

Tabla 86. Parámetros de caracterización de sequías en Palancia-Los Valles

En relación con los indicadores y su volumen de fallos en el sistema el déficit de suministro con aguas superficiales y reutilización debe acotarse en los siguientes valores:

Estado de Sequía	Índice Estado	Déficit sobre suministro agrícola con aguas superficiales	
		%	hm³
ALERTA	0,3	17	9
EMERGENCIA	0,15	32	16

Tabla 87. Relación indicador de estado-déficit de suministro en el sistema Palancia-Los Valles

## UNIDADES DE DEMANDA AFECTADAS

### Unidades de demanda urbana

La demanda urbana se abastece con aguas subterráneas, a excepción del municipio de Sagunto – Polígono Industrial de Sagunto, que se suministra con aguas superficiales del Júcar a través de la conducción Júcar – Turia.

El municipio de Sagunto dispone para su abastecimiento con aguas subterráneas de 6 captaciones: tres ubicadas en la Unidad Hidrogeológica 08.20: Medio Palancia y otras tres en la Unidad Hidrogeológica 08.21: Plana de Sagunto.

Dichas captaciones tienen una potencia instalada de 1.455 CV con un caudal aforado de 288 l/s. Supuesto un rendimiento del 50 % y un bombeo de 24 horas durante 210 días, de estas captaciones podrían extraerse para paliar el déficit de abastecimiento urbano unos 2,6 hm<sup>3</sup> anuales.

#### Unidades de demanda agrícola

Las unidades de demanda agrícola, abastecidas total o parcialmente con aguas superficiales, afectadas en situaciones de alerta y emergencia son las siguientes:

Cod.UDA	Nom.UDA	Origen	Dem.Bruta Superficial (Hm <sup>3</sup> )	Dem.Bruta Subterránea (Hm <sup>3</sup> )
081019A	Regadios aguas abajo embalse Regajo	Superficial	12,70	0
081020A	Acequia Mayor de Sagunto	Mixto	27,14	16,87
081018A	Regadios aguas arriba embalse Regajo	Mixto	8,86	4,43
TOTALES			48,70	21,30

Tabla 88. Unidades de demanda agrícola dependientes en todo o en parte de suministros superficiales en el sistema Palancia-Los Valles

#### MEDIDAS A ADOPTAR EN LAS FASES DE NORMALIDAD Y PREALERTA

En relación con el incremento de la oferta:

- Deben realizarse los estudios pertinentes de uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas en las Unidades Hidrogeológicas 08.14: Alto Palancia; 08.20: Medio Palancia y 08.21: Plana de Sagunto.
- Redacción del Plan de emergencia del abastecimiento a Sagunto y Polígono industrial de Sagunto.
- Redacción y ejecución proyectos reutilización aguas residuales. De conformidad con las previsiones del II Plan Director de Saneamiento de la Comunidad Valenciana será preciso redactar y ejecutar los siguientes proyectos de reutilización de aguas residuales depuradas para su utilización en regadío:

EDAR	REUTILIZACIÓN POTENCIAL (m <sup>3</sup> /año)
Sistema Alto Palancia	750.000
Canet d'en Berenguer	1.500.000
Mancomunitat Les Valls	500.000
Almenara	500.000
Sagunto	5.250.000
Total	8.500.000

Tabla 89. Reutilización potencial en el sistema Palancia

En relación con la gestión de la demanda cabe realizar las siguientes actuaciones:

- Redacción de los Planes de ahorro en grandes consumidores urbanos, como es el caso del municipio de Segorbe, con un importante volumen de consumo industrial conectado a la red urbana.

Como medidas administrativas cabe adoptar las siguientes:

- Aprobación del Plan de Emergencia de abastecimiento a Sagunto y polígono industrial de Sagunto.
- Aprobación de la concesión de aguas residuales para riego que incrementaría la disponibilidad de recursos hídricos hasta 8,5 hm<sup>3</sup>, frente a los 5,5 que se aprovechan en la actualidad.

## MEDIDAS A ADOPTAR EN ESTADO DE ALERTA Y EMERGENCIA

### *Medidas para la atención de demandas*

Se consideran las siguientes actuaciones básicas sobre los suministros agrícolas dependientes de aguas superficiales con una demanda bruta de unos 42 hm<sup>3</sup>/año (UDAs 081019A, 081020A y 081018A):

SITUACIÓN	DÉFICIT (hm <sup>3</sup> )	MEDIDA	AHORRO/INCREMENTO OFERTA (hm <sup>3</sup> )
ALERTA	9	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas suministradas con aguas superficiales hasta un 14%	7
		Reutilización agua residual	2
EMERGENCIA	16	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas hasta un 27%	14
		Reutilización agua residual	2

Tabla 90. Medidas a adoptar en alerta y emergencia en el sistema Palancia-Los Valles

En relación con la oferta en estas fases de sequía cabe adoptar cronológicamente las siguientes actuaciones:

- Activación del plan de emergencia para el abastecimiento a Sagunto y polígono industrial de Sagunto.
- Activación y máxima potenciación de la reutilización de aguas residuales depuradas para uso agrícola, con una disponibilidad de unos 2 hm<sup>3</sup>/año.

*Medidas de control del impacto sobre los espacios naturales.*

- Establecimiento de una red de control piezométrico, de calidad, intrusión y de control de extracciones en su perímetro. Estas medidas afectarían a los pozos de sequía existentes en los espacios naturales que se muestran en la tabla adjunta.

Espacio natural	Unidad Hidrogeológica – Acuífero
Marjal de Almenara y Marjal del Moro	08.21: Plana de Sagunto

Tabla 91. Control piezométrico en espacios naturales del sistema Palancia-Los Valles

7.3.5 Sistema de explotación Turia

DEMANDA TOTAL PARA USO URBANO Y AGRÍCOLA

La demanda total para uso urbano y agrícola en este sistema se cifra en unos 606 hm<sup>3</sup>/año, con la distribución por usos y origen del agua que se indica en la tabla adjunta:

Tipo	Origen del agua				TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)
	Superficial (hm <sup>3</sup> /año)	Subterránea (hm <sup>3</sup> /año)	Reutilización (hm <sup>3</sup> /año)	Desalación (hm <sup>3</sup> /año)	
Urbana	163 (37)	33		1	197 (71)
Agrícola	222	111	76		408
TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)	385(259)	144	76	1	606(480)

Tabla 92. Demanda para uso urbano y agrícola en el sistema Turia (entre paréntesis la atendida desde el propio sistema Turia, excluyendo los aportes del Júcar)

La gestión directa de la CHJ determina el suministro de la demanda urbana de Valencia y de su área metropolitana y a los riegos tradicionales de la Vega de Valencia, riegos de Pueblos Castillo, riegos del Canal de Campo del Turia y riegos de la Acequia de Moncada.

De conformidad con la normativa del Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar el abastecimiento a Valencia y su área metropolitana tiene asignado un caudal continuo de 1 m<sup>3</sup>/s procedente de los recursos del Turia regulados en los embalses de Benagéber y Loriguilla y de los caudales fluyentes aguas abajo de los mismos y de un caudal de 3 m<sup>3</sup>/s procedente del Júcar a través del Canal Júcar – Turia. La población abastecida se sitúa en torno a 1.400.000 habitantes, con una demanda bruta de agua superficial del orden de 160 hm<sup>3</sup>/año (el resto se atiende con aguas subterráneas).

VOLUMEN DE DÉFICIT EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

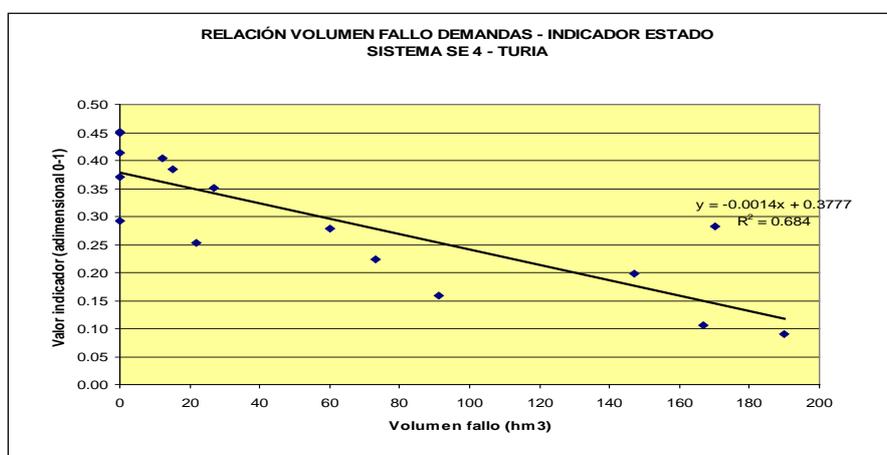


Figura 91. Relación Índice de estado – Volumen de fallo en el sistema Turia

A partir de los datos de demanda de origen superficial atendida desde el sistema Turia se obtiene el siguiente cuadro.

PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS EN SE-4 TURIA							
Indicador	1 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2	0,2 - 0,15	0,15 - 0,1	0,1 - 0
Estado	Normalidad	Prealerta	Alerta		Emergencia		
Déficit (%)	0	0	0-22	22-50	50-63	63-78	78-90
Déficit (hm <sup>3</sup> )	0	0	0-56	56-127	127-163	163-198	198-228
Embalse (hm <sup>3</sup> )	236-137	137-108	108-81	81-54	54-41	41-27	27-0

Tabla 93. Parámetros de caracterización de sequías en el sistema Turia

De la relación entre el volumen de fallos en el suministro con aguas superficiales obtenidos con el modelo de simulación del sistema de explotación Turia y del índice de estado del sistema, los déficit correspondientes a los umbrales de alerta y emergencia se indican en la tabla adjunta.

Estado de Sequía	Índice Estado	Déficit de suministro con aguas superficiales	
		%	hm <sup>3</sup>
ALERTA	0,3	22	56
EMERGENCIA	0,15	63	163

Tabla 94. Relación indicador de estado-déficit de suministro en el sistema Turia

## UNIDADES DE DEMANDA AFECTADAS

### Unidades de demanda urbana

En situación de alerta y emergencia pueden verse afectados por problemas de suministro la ciudad de Valencia y demás municipios integrados en la Entidad de Servicios Hidráulicos del Área Metropolitana de L'Horta, abastecidos con aguas superficiales del sistema Júcar-Turia. Estos municipios representan una población en torno a 1.400.000 habitantes con una demanda bruta de 170 hm<sup>3</sup>/año.

En la última década esta unidad de demanda ha sido abastecida preferentemente desde el sistema Júcar (concesión según normativa del Plan Hidrológico de la cuenca del Júcar de 3 m<sup>3</sup>/s) y en menor proporción desde el Turia (asignación de 1 m<sup>3</sup>/s). Con vistas a paliar la merma de aportaciones del río Júcar en períodos secos, se hace preciso la conexión en las potabilizadoras de Manises (Turia) y Picassent (Júcar) con vistas a reequilibrar el sistema y tener capacidad de abastecer a Valencia y su área metropolitana desde las dos fuentes de suministro legalmente asignadas (tomar mas recursos del sistema Turia y aliviar al sistema Júcar).

En caso de necesidad de restricción de suministro a estas poblaciones a partir de aguas superficiales en situaciones muy extremas, se dispone de las 45 captaciones que las abastecían

a partir de aguas subterráneas, aunque con problemas de contaminación por nitratos y/o intrusión marina. Estas captaciones tienen una capacidad de bombeo conjunto de 722 l/s y una potencia instalada de 2.345 CV y realizaban una extracción conjunta de 17 hm<sup>3</sup>/año en la Unidad Hidrogeológica 08.25: Plana de Valencia Norte.

Con el régimen de explotación considerado en las captaciones de los antiguos pozos de abastecimiento urbano podrían extraerse unos 13 hm<sup>3</sup>/año en 210 días de funcionamiento continuo para suplir el déficit de abastecimiento superficial con estas captaciones.

La ciudad de Teruel también se abastece del sistema Turia, en concreto desde el embalse de Arquillo de San Blas. Los pozos de sequía existentes serían prácticamente capaces de abastecer esta población en situación de sequía, por lo que no es de esperar problemas en atender sus demandas.

#### Unidades de demanda agrícola

Las unidades de demanda agrícola que pueden verse afectadas en situaciones de alerta y emergencia son aquellas que dependen en todo o en parte del suministro con aguas superficiales y son las siguientes.

Cod.UDA	Nom.UDA	Origen	Dem.Bruta Superficial (Hm <sup>3</sup> )	Dem.Bruta Subterránea (Hm <sup>3</sup> )
081030B	R. Tradi. de la Vega - Resto Acequia	Superficial	82,07	0
081030A	R. Tradi. de la Vega - Acequia Moncada	Superficial	54,41	0
081028A	Camp del Turia	Mixto	31,65	51,11
081029A	Riegos del Turia (Pueblos Castillos)	Mixto	62,83	6,47
TOTALES			230,96	57,58

Tabla 95. Unidades de demanda agrícola dependientes en todo o en parte de suministros superficiales en el sistema Turia

Para estas unidades de demanda se dispone de los siguientes pozos de sequía (construidos en el período 1993-95). En la tabla adjunta se indica, en las condiciones ya referidas para otros sistemas de explotación, las posibilidades de extracción de aguas subterráneas.

Cod.UDA	Denominación	Nº pozos sequía	Unidad Hidrogeológica	Caudal Aforado (l/s)	Potencia Instalada (CV)	Posibilidades de extracción (hm <sup>3</sup> )
081028A	Camp del Turia	7	18 - 22	963	2.190	8,8
081030B	R. Tradi. de la Vega - Resto Acequias	9	25	647	730	6
081029A	Riegos del Turia (Pueblos Castillos)	4	22-23	470	165	4
081030A	R. Tradi. de la Vega - Acequia Moncada	8	25	625	750	6
TOTALES		28		2.705	3.835	24,8

Tabla 96. Pozos de sequía disponibles en el sistema Turia

## MEDIDAS A ADOPTAR EN LAS FASES DE NORMALIDAD Y PREALERTA

En relación con la oferta es necesario adoptar las siguientes medidas estratégicas:

- Ejecución de las siguientes actuaciones infraestructurales de corrección del déficit hídrico contempladas en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar y el programa AGUA del Ministerio de Medio Ambiente:
  - Presa de Villamarchante para regulación del bajo Turia.
  - Reordenación de la infraestructura hidráulica de la huerta y mejora de la red de saneamiento del área metropolitana de l’Horta.
  - Modernización de Regadíos en el Campo del Turia
  - Regulación diaria del Turia mediante el azud de la Cañada
  - Gran reparación y automatización del canal principal del Campo del Turia.
  - Completar el tratamiento terciario a la depuradora de Pinedo.
  - Interconexión entre las potabilizadoras de Manises y Picassent
  - Modernización del Canal Júcar – Turia

También como medidas para el incremento de la oferta cabe destacar las siguientes:

- Redacción del plan de emergencia de los municipios que componen el área metropolitana de l’Horta y de otras poblaciones como Liria, Teruel, etc.
- De conformidad con el II Plan Director de Saneamiento y Depuración de la Comunidad Valenciana será precisa la redacción y ejecución de los siguientes proyectos de reutilización de aguas residuales depuradas aplicables a riego:

EDAR	REUTILIZACIÓN POTENCIAL (m <sup>3</sup> /año)	Unidades de demanda de riego de aplicación
Betera	2.000.000	Riegos del Camp del Turia 081028 A
Camp del Turia 1ª fase	2.000.000	Riegos Tradicionales Vega de Valencia 081030B
Camp del Turia 2ª fase	2.000.000	Riegos Tradicionales Vega de Valencia 081030B
Náquera - Serra	1.000.000	Riegos del Camp del Turia 081028 A
Valencia (EDAR Pinedo)	63.000.000	Riegos Tradicionales Vega de Valencia 081030B y otras aplicaciones
Valencia (Massarrojos)	136.875	Riegos Tradicionales Vega de Valencia 081030B
Valencia (Pedanía de Pinedo)	130.305	Riegos Tradicionales Vega de Valencia 081030B
Carraixet (Sistema)	5.000.000	Riegos Tradicionales Vega de Valencia 081030B y Acequia de Moncada 081030 A
L'Horta Nord	4.000.000	Acequia de Moncada 0810A30A
Paterna – Fuente del Jarro	6.000.000	Riegos Tradicionales Vega de Valencia 081030B
Quart – Benatger	10.000.000	Riegos Tradicionales Vega de Valencia 081030B
Torrent	5.000.000	Canal Júcar – Turia 081056 A y 081057 B
TOTALES	100.267.180	

Tabla 97. Reutilización potencial en el sistema Turia

- Mantenimiento de la siguiente infraestructura de pozos de sequía para riego.

Cod.UDA	Denominación	Origen	Demanda bruta (hm <sup>3</sup> /año)	Nº pozos sequía	Unidad hidrogeológica	Caudal aforado (l/s)	Potencia instalada (CV)
081028A	CAMP DEL TURIA	Mixto	82,76	7	18 - 22	963	2.190
081030B	R. Tradi. de la Vega - Resto Acequias	Superficial	82,07	9	25	647	730
081029A	Riegos del Turia (Pueblos Castillos)	Mixto	69,30	4	22-23	470	165
081030A	R. Tradi. de la Vega - Acequia Moncada	Superficial	54,41	8	25	625	750
TOTALES			288,54	28		2.705	3.835

Tabla 98. Mantenimiento de infraestructura de pozos de sequía en el sistema Turia

- Es necesario, también, el mantenimiento de las 45 captaciones antiguas de abastecimiento urbano a los municipios del área metropolitana de l’Horta las cuales presentan las siguientes características básicas.

Profundidad media de la obra	137 metros
Caudal de explotación conocido	722 l/s
Potencia instalada conocida	2.345 CV
Profundidad media de aspiración de la bomba	75 metros
Volumen de explotación anual conocido	17.062.193 m <sup>3</sup> /año (12 hm <sup>3</sup> /año corresponden a la unidad Hidrogeológica 08.25: Plana de Valencia Norte)

Tabla 99. Características de las captaciones antiguas

En relación con la gestión de la demanda es necesario acometer las siguientes actuaciones:

- Redacción y ejecución de los siguientes planes de modernización de regadíos.

Actuación	UDA implicada	hectáreas
Modernización de los regadíos de la C.R. de la Acequia de Moncada	081030A R. Tradicionales de la Vega de Valencia (Acequia de Moncada)	5.850
Modernización de los regadíos de la Comunidad General de Regantes del Canal Principal del Campo del Turia	081028A Campo del Turia	3.500
		9.350

Tabla 100. Modernización de regadíos en el sistema Turia

En el sistema Turia, la ejecución de los proyectos referidos se estima que puede suponer un ahorro de 26 hm<sup>3</sup>/año en las unidades de demanda señaladas.

- Redacción de planes de ahorro en los grandes consumidores urbanos: Esta medida deberá aplicarse en los municipios en los que existan importantes consumidores industriales conectados a la red de abastecimiento urbano. En el Sistema Turia se han identificado los siguientes: Área Metropolitana de Valencia, L’Elia, Paterna, Polígono Industrial del Oliveral en Alaquás, zona industrial de Quart de Poblet, Polígono Industrial Fuente del Jarro, Ademuz, Parque Tecnológico en Burjassot y Red Ford.

Como medidas administrativas deben materializarse las siguientes:

- Propuesta de reasignación de recursos: El contenido normativo del Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Júcar, aprobado por R.D. 1664/1998, de 24 de

julio establece que “Los volúmenes provenientes de medidas de ahorro de los regadíos de aguas abajo del sistema Loriguilla – Benagéber y los que provengan de la futura regulación del bajo Turia (Actuación 11012: Presa de Villamarchante, para la regulación del bajo Turia) se destinarán a la satisfacción de las necesidades de abastecimiento urbano de las poblaciones de Ribarroja, La Eliana, Benaguacil y el resto del Camp del Turía. En el caso de que estos recursos no sean suficientes, dichas necesidades se atenderán a partir de los recursos asignados a la zona regable del Camp del Turía, mediante la correspondiente reasignación de recursos”.

- Aprobación de los planes de emergencia de los municipios que abastecen los Servicios Hidráulicos del Área Metropolitana de l’Horta y las poblaciones de mas de 20.000 habitantes.
- Aprobación de las concesiones de aguas residuales depuradas para riego que en este sistema incrementarían la oferta de recursos hídricos hasta 100 hm<sup>3</sup> adicionales.

## MEDIDAS A ADOPTAR EN LAS FASES DE ALERTA Y EMERGENCIA

### *Medidas para la atención de las demandas*

SITUACIÓN	DÉFICIT (hm <sup>3</sup> )	MEDIDA	AHORRO/ INCREMENTO OFERTA (hm <sup>3</sup> )
ALERTA	56	Bombeo en pozos de sequía	6
		Reutilización agua residual depurada	50
EMERGENCIA	163	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas superficiales en regadíos del Turia hasta un 25 %	57
		Bombeo en pozos de sequía	25
		Reutilización agua residual depurada	75
		Bombeo en antiguos pozos de abastecimiento	6

Tabla 101. Medidas a adoptar en alerta y emergencia en el sistema Turia

En la tabla anterior se ha asumido que a corto plazo, en los estados de alerta y emergencia podrían reutilizarse del orden de un 50% y 75%, respectivamente, del máximo previsto de 100 hm<sup>3</sup>/año.

Como medidas sobre la oferta en estas fases de sequía habrá que activar las siguientes actuaciones concretas:

- Movilización generalizada de reservas de acuíferos: Las captaciones de sequía en este sistema de explotación tienen un caudal aforado de 2.705 l/s; suponiendo una eficiencia en el bombeo del 50 % podría extraerse con un bombeo de 24 horas por día durante 210 días hasta 25 hm<sup>3</sup>/año de las unidades hidrogeológicas 18, 22, 23 y 25.
- Las antiguas captaciones que se utilizaban para el abastecimiento urbano en este sistema de explotación del área metropolitana de L'Horta, tienen un caudal de explotación conocido de 722 l/s; con los mismos supuestos que en el caso anterior podrían extraerse hasta 6 hm<sup>3</sup>/año de las unidades hidrogeológicas 20, 23, 25 y 26 para uso urbano.
- El canal Júcar-Turia podría utilizarse para llevar agua para riego de socorro en el Turia, en el caso que el sistema Júcar se encontrase en una situación hidrológica más favorable que el sistema Turia.

7.3.6 Sistema de explotación Júcar

DEMANDA URBANA Y AGRÍCOLA:

La demanda total para uso urbano y agrícola en este sistema de explotación se cifra en 1.789 hm<sup>3</sup>/año, con la distribución según uso y origen del agua utilizada que se muestra en la tabla adjunta.

Tipo	Origen del agua				TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)
	Superficial (hm <sup>3</sup> /año)	Subterránea (hm <sup>3</sup> /año)	Reutilización	Desalación	
Urbana	27 (153)	99			126 (252)
Agrícola	934	724	5		1663
TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)	961(1087)	823	5		1789 (1915)

Tabla 102. Demanda para uso urbano y agrícola en el sistema Júcar (las cifras entre paréntesis incluyen las demandas externas atendidas externas al sistema Júcar: area metropolitana de Valencia y Sagunto)

La gestión directa de la CHJ determina el suministro con aguas superficiales de la demanda urbana y de la demanda agrícola de todas las UDAs del sistema de explotación.

VOLUMEN DE DÉFICIT EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

En el gráfico y en la tabla adjuntas se muestra la relación entre el volumen de fallos (déficit en el suministro con aguas superficiales) y el índice de estado del sistema.

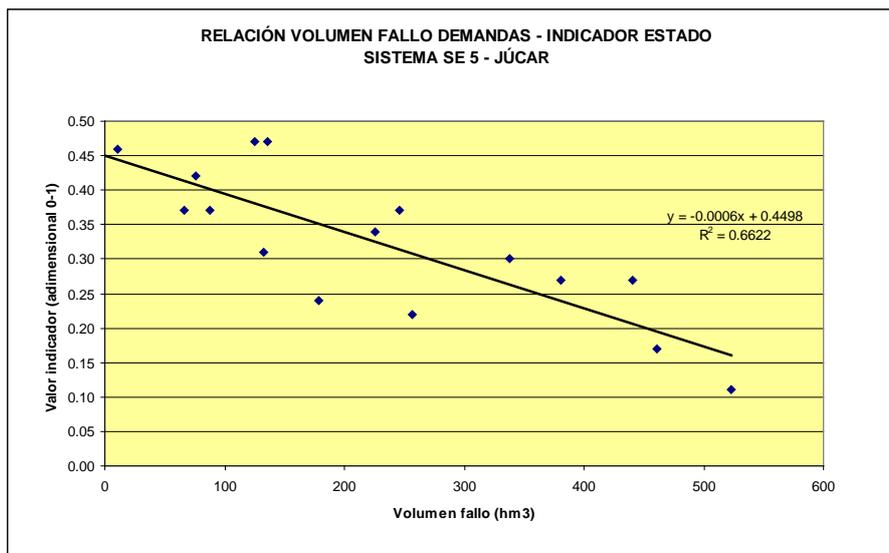


Figura 92. Relación Índice de estado – Volumen de fallo en el sistema Júcar

A partir de los datos de demanda de origen superficial atendida desde el sistema Júcar se obtiene el siguiente cuadro.

PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS EN SE-5 JÚCAR							
Indicador	1 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2	0,2 - 0,15	0,15 - 0,1	0,1 - 0
Estado	Normalidad	Prealerta		Alerta		Emergencia	
Déficit (%)	0	0-8	8-23	23-38	38-46	46-54	54-69
Déficit (hm <sup>3</sup> )	0	0-83	83-250	250-416	416-500	500-583	583-750
Embalse (hm <sup>3</sup> )	1475-606	606-500	500-375	375-250	250-188	188-125	125-0

Tabla 103. Parámetros de caracterización de sequías en el sistema Júcar

De la relación entre volumen de fallos (déficit en el suministro con aguas superficiales) los déficit correspondientes a los umbrales de alerta y emergencia, pueden acotarse en los siguientes valores.

Estado de Sequía	Indicador Estado	Déficit en el suministro con aguas superficiales	
		%	hm <sup>3</sup>
ALERTA	0,3	23	250
EMERGENCIA	0,15	46	500

Tabla 104. Relación indicador de estado-déficit de suministro en el sistema Júcar

## UNIDADES DE DEMANDA AFECTADAS

### Unidades de demanda urbana

En situación de alerta y emergencia pueden verse afectados por problemas de suministro los municipios que en este sistema son abastecidos con aguas superficiales del Júcar – Turia (Picassent; Catarroja, Torrent, Albal, Paiporta, Alaquás, Alcácer, Beniparrell, Picanya, Silla). Estos municipios representan una población en torno a los 200.000 habitantes y una demanda en torno a los 24 hm<sup>3</sup>/año. El municipio de Valencia se ha incluido también en este sistema de explotación, aunque ya había sido descrito en el sistema Turia. Algunas de las actuaciones como la reutilización de las aguas residuales depuradas se han incluido en el sistema Turia al ser preferentemente allí donde iban a utilizarse esos recursos. La ciudad de Albacete también se abastece de recursos superficiales del Júcar utilizando la infraestructura del Acueducto Tajo-Segura y también podría encontrarse en situación de alerta y emergencia por falta de recursos superficiales.

La población de Cuenca se abastece con aguas subterráneas y no es de esperar problemas en situación de sequía.

En caso extremo de necesidad de restricción de suministro a estas poblaciones a partir de aguas superficiales, se dispone sin embargo de captaciones de aguas subterráneas. En el caso de la ciudad de Albacete se localizan sobre el acuífero de la Mancha Oriental y han servido hasta fechas recientes para el abastecimiento de esta población mediante aguas subterráneas. En el caso de las poblaciones citadas de la provincia de Valencia, podrían utilizarse las captaciones que abastecían a partir de aguas subterráneas a estos municipios, aunque con

problemas fundamentalmente de contaminación por nitratos. Las características de estas captaciones se muestran en la tabla adjunta.

Unidad Hidrogeológica	Caudal aforado en pozos de sequía y antiguos abastecimientos urbanos (l/s)	Volumen de explotación anual máximo estimado (hm <sup>3</sup> /año)
26: Plana de Valencia Sur	6.158	28
27: Caroch Norte	461	2
28: Caroch Sur	125	1
31: Sierra de las Agujas	917	4
TOTALES	7.661	35

Tabla 105. Caudales y volúmenes en pozos de sequía del sistema Júcar

#### Unidades de demanda agrícola

Las unidades de demanda agrícola que se abastecen en todo o en parte con suministros superficiales y que pueden verse afectadas en situaciones de alerta y emergencia se muestran en la tabla adjunta.

Cod.UDA	UDA	Origen	Demanda bruta Superficial (hm <sup>3</sup> )	Demanda bruta Subterránea (hm <sup>3</sup> )
081057A	Canal Júcar-Turia M.D.	Mixto	39,02	43,89
081056A	Canal Júcar-Turia M.I.	Mixto	30,68	49,56
081051A	Zona del Magro	Mixto	10,59	31,78
081038A	Regadíos de la Mancha Oriental	Mixto	0	384,13
081054B	R. Tradi - Acequia Real del Júcar	Superficial	339,51	0
081054C	R. Tradi - Ribera Baja	Superficial	250,47	0
081054A	R. Tradi - Acequia Escalona y Carcagente	Superficial	93,66	0
TOTALES			763,93	509,36

Tabla 106. Unidades de demanda agrícola dependientes en todo o en parte de suministros superficiales en el sistema Júcar

Para estas unidades de demanda se dispone de los siguientes pozos de sequía y se indica, en las condiciones ya referidas para otros sistemas de explotación, las posibilidades de extracción de aguas subterráneas.

Cod.UDA	Denominación	Nº Pozos Sequía	Unidad Hidrogeológica	Caudal Aforado (l/s)	Potencia Instalada (CV)	Posibilidades de extracción (hm <sup>3</sup> )
081054B	R. Tradi - Acequia Real del Júcar	51	25,26,28	5.344	4.624	48
081054C	R. Tradi - Ribera Baja	3	26	275	220	2,4
081051A	Zona del Magro	4	27	51	195	0,6
081054A	R. Tradi - Acequia Escalona y Carcagente	8	26	884	619	8
081056A	Canal Júcar-Turia M.I.	5	26-27	440	510	4
TOTALES		71		6.994	6.168	63

Tabla 107. Pozos de sequía en UDAs del Júcar

Debe señalarse que de las Unidades Hidrogeológicas 08.25 y 08.26: Planas de Valencia Norte y Sur, sería conveniente observar la respuesta del acuífero a la explotación con el fin de mantener los caudales ecológicos, las salidas al mar e impedir la intrusión marina.

#### MEDIDAS A ADOPTAR EN LAS FASES DE NORMALIDAD Y PREALERTA

En relación con el incremento de la oferta deberán adoptarse las siguientes medidas estratégicas.

- Estudios de optimización y gestión de los recursos superficiales y subterráneos en las unidades hidrogeológicas 08.27: Caroch Norte; 08.28: Caroch Sur y 08.32: Sierra Grossa.
- Redacción de los planes de emergencia de los municipios del área metropolitana de l'Horta en el sistema Júcar, Ribera Alta y de las poblaciones de Albacete, Ontinyent, Cuenca, Xátiva y Almansa.
- De conformidad con el II Plan Director de Saneamiento y Depuración de la Comunidad Valencia redacción de los siguientes planes de reutilización de aguas residuales depuradas.

EDAR	REUTILIZACIÓN POTENCIAL (m <sup>3</sup> /año)	Unidades de demanda de riego de aplicación
Algemesi - Albalat	1.000.000	Zona regable de la Ribera
Alberic – Masalaves - Benimuslem	1.000.000	Zona regable de la Ribera
Albufera sur (sistema)	6.000.000	Zona regable de la Ribera
Alzira (sistema)	6.000.000	Zona regable de la Ribera
Carlet - Benimodo	500.000	Zona regable de la Ribera
L' Alcuïdia - Benimodo	1.000.000	Zona regable de la Ribera
Cullera	2.000.000	Zona regable de la Ribera
Sueca y pedanías	3.000.000	Zona regable de la Ribera
Xàtiva	2.000.000	Zona regable del Albaida
Cuenca de Albaida	1.000.000	Zona regable del Albaida
Ontinyent - Agullent	3.000.000	Zona regable de Albaida e industria textil
<b>TOTALES</b>	<b>26.500.000</b>	

Tabla 108. Reutilización potencial en el sistema Júcar

- Inventario mantenimiento e infraestructura de sequía consistente en las siguientes captaciones, además de los rebombes existentes en las acequias de la Ribera Baja.

Cod.UDA	Denominación	Origen	Dem.Bruta (Hm <sup>3</sup> )	Nº pozos sequía	Unidad Hidrogeológica	Caudal Aforado (l/s)	Potencia Instalada (CV)
081054B	R. Tradi - Acequia Real del Júcar	Superficial	339,51	51	25-26-28	5.344	4.624
081054C	R. Tradi – Ribera Baja	Superficial	250,47	3	26	275	220
081051A	Zona del Magro	Mixto	42,37	4	27	51	195
081054A	R. Tradi - Acequia Escalona y Carcagente	Superficial	93,66	8	26	884	619
081056A	Canal Júcar-Turia M.I.	Mixto	80,24	5	26-27	440	510
<b>TOTALES</b>			<b>1.273,29</b>	<b>71</b>		<b>6.994</b>	<b>6.168</b>

Tabla 109. Mantenimiento e infraestructura de pozos de sequía en el sistema Júcar

Como medidas en relación con la gestión de la demanda cabe considerar las siguientes:

- De conformidad con el Plan Nacional de regadíos ejecución de los siguientes proyectos de consolidación y modernización de regadíos:

Actuación	UDA implicada
Comunidad General de Usuarios del Canal Júcar - Turia	081056A y 081057 A: Canal Júcar – Turia MD Y MI
Acequia Real del Júcar	081054 B: Riegos Tradicionales: Acequia Real del Júcar
Zona Regable de los Llanos	081038 A: Mancha Oriental
Zona Regable La Gineta I	081038 A: Mancha Oriental
Riegos de la Fuente La Canal (Tobarra)	081038 A: Mancha Oriental
Rincón del Moro (Tobarra)	081038 A: Mancha Oriental
C.R. Bazalote - La Herrera	081038 A: Mancha Oriental

Tabla 110. Modernización de regadíos en el sistema Júcar

En el sistema Júcar, la ejecución de los proyectos referidos se estima que supondrá un ahorro total del orden de 176 hm<sup>3</sup>/año.

- Redacción de planes de ahorro en los grandes consumidores urbanos: Se refiere a aquellos municipios que tienen consumo industrial conectado a la red, incluye los municipios abastecidos en el Área Metropolitana de l’Horta ubicados en el sistema Júcar y las poblaciones de Albacete, Ontinyent, Agullent, Llaurí, , Cuenca, Xátiva y Almansa

Como medidas administrativas cabe elaborar las siguientes

- Aprobación de los Planes de Emergencia de los municipios abastecidos por los Servicios Hidráulicos del Area Metropolitana de L’Horta desde el sistema Júcar – Turia, municipios del Plan de Abastecimiento a La Ribera y las poblaciones de Albacete, Ontinyent, Cuenca, Xátiva y Almansa.
- Aprobación de los proyectos de concesión de aguas residuales depuradas para el riego de La Ribera, y para uso industrial textil en las comarcas de la Vall d’Albaida, L’Alcoia y el Comptat. Esta medida permitiría incrementar la oferta de recursos hídricos en 26,5 hm<sup>3</sup>/año

Como medidas a adoptar contempladas en el programa AGUA del Ministerio de Medio Ambiente cabe considerar las siguientes actuaciones recogidas en la Ley 11/2005 de 22 de junio por la que se modifica la ley 10/2001 del 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional.

- Modernización de la acequia Real del Júcar (segunda fase).
- Modernización de los riegos tradicionales de Escalona, Carcaixent, Sueca, Cullera y Cuatro Pueblos.

- Modernización del Canal Júcar – Turia
- Reutilización de aguas residuales en la depuradora de Pinedo
- Reutilización de aguas residuales en la EDAR de Sueca
- Reutilización de aguas residuales depuradas de la Albufera Sur.
- Abastecimiento a la Manchuela con aguas superficiales.

MEDIDAS A ADOPTAR EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

*Medidas para la atención de las demandas*

Como medidas inmediatas se consideran las siguientes:

SITUACIÓN	DÉFICIT (hm <sup>3</sup> )	MEDIDA	AHORRO/INCREMENTO OFERTA (hm <sup>3</sup> )
ALERTA	250	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas superficiales hasta un 22 %	202
		Puesta en marcha de pozos de sequía	31
		Puesta en marcha de antiguas captaciones de abastecimiento urbano	17
EMERGENCIA	500	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas superficiales hasta un 43%	402
		Bombeo en pozos de sequía	63
		Bombeo en antiguos pozos de abastecimiento urbano	35

Tabla 111. Medidas a adoptar en alerta y emergencia en el sistema Júcar

Sobre la gestión del sistema Júcar en situaciones de escasez, debe indicarse que el 23 de julio de 2001 se firmó, en cumplimiento del Plan de cuenca del Júcar, el “Convenio específico

sobre el embalse de Alarcón para la gestión optimizada y unitaria del sistema hidráulico del Júcar (Alarcón-Contreras-Tous)” celebrado entre el Ministerio de Medio Ambiente y la Unidad Sindical de Usuarios del Júcar (USUJ). En el citado convenio se establece una reserva en Alarcón a favor de los usuarios integrados en USUJ con el objeto de garantizar sus derechos prioritarios. En la explotación del sistema Júcar en situaciones de escasez de recursos en las cuales se esté por debajo de la curva de reserva, deberá tenerse en cuenta lo especificado en este convenio.

*Medidas de control del impacto sobre los espacios naturales.*

- Establecimiento de una red de control piezométrico, de calidad, intrusión y de control de extracciones en su perímetro. Estas medidas afectarían a los pozos de sequía existentes en los espacios naturales que se muestran en la tabla adjunta.

Espacio natural	Unidad Hidrogeológica - Acuífero
Albufera de Valencia	08.25: Plana de Valencia Norte y 08.26: Plana de Valencia Sur
Marjal Sur del Júcar	08.26: Plana de Valencia Sur y 08.31: Sierra de las Agujas, sector norte

Tabla 112. Control piezométrico en espacios naturales del sistema Júcar

En el caso de La Albufera de Valencia, la detracción de aportaciones generada por las extracciones y la disminución de las dotaciones de riego debería ser compensada por otros recursos. Podría estudiarse la posibilidad de utilizar las aguas residuales depuradas procedente del terciario de la EDAR de Pinedo, si éste reúne las condiciones de calidad adecuadas, especialmente en lo que a fosfatos se refiere.

- Protección de especies amenazadas. Cuando sea previsible la muerte masiva de especies amenazadas, entre ellas las loinas, deberá contemplarse de mantener los caudales necesarios para su supervivencia.

7.3.7 Sistema de Explotación Serpis

DEMANDA TOTAL PARA USO URBANO Y AGRÍCOLA

La demanda total para uso urbano y agrícola en este sistema se cifra en unos 132 hm<sup>3</sup>/año con la distribución por usos y origen del agua que se muestra en la tabla adjunta.

Tipo	Origen del agua				TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)
	Superficial (hm <sup>3</sup> /año)	Subterránea (hm <sup>3</sup> /año)	Reutilización (hm <sup>3</sup> /año)	Desalación (hm <sup>3</sup> /año)	
Urbana	0	30			30
Agrícola	69	33	0,3		102
TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)	69	63	0,3		132

Tabla 113. Demanda para uso urbano y agrícola en el sistema Serpis

La demanda prioritaria dependiente de la gestión directa de la CHJ es la demanda de origen superficial situada aguas abajo del embalse de Beniarrés.

VOLUMEN DE DÉFICIT EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

No se dispone de un modelo de simulación de la explotación de este sistema, por lo que se suponen los mismos porcentajes de déficit que los globales de la CHJ, calculados sobre la base de la relación entre el índice de estado y el volumen de fallos (déficit en el suministro con aguas superficiales). Los indicadores referidos a la curva de embalse se representan en la figura siguiente.

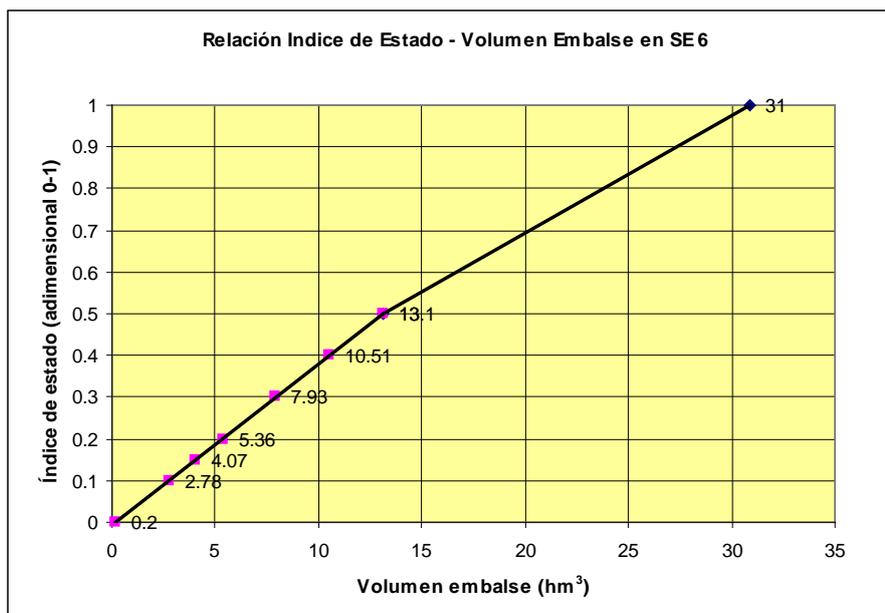


Figura 93. Relación Índice de estado – Volumen de embalse en el sistema Serpis

PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS EN SE-6 SERPIS							
Indicador	1 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2	0,2 - 0,15	0,15 - 0,1	0,1 - 0
Estado	Normalidad	Prealerta		Alerta		Emergencia	
Déficit (%)	0	0-8	8-17	17-27	27-32	32-36	36-46
Déficit volumétrico (hm <sup>3</sup> )	0	0 - 6	6 - 12	12 - 19	19 - 22	22 - 25	25 - 32
Embalse (hm <sup>3</sup> )	31-13	13-11	11-8	8-5	5-4	4-3	3-0

Tabla 114. Parámetros de caracterización de sequías en el sistema Serpis

En relación con los indicadores el déficit puede acotarse en los siguientes valores:

Estado de Sequía	Indicador Estado	Déficit de suministro con aguas superficiales	
		%	hm <sup>3</sup>
ALERTA	0,3	17	12
EMERGENCIA	0,15	32	22

Tabla 115. Relación indicador de estado-déficit de suministro en el sistema Serpis

## UNIDADES DE DEMANDA AFECTADAS

### Unidades de demanda urbana

El abastecimiento a los municipios de esta unidad de explotación se realiza a partir de aguas subterráneas y no se estima que ninguno de los municipios con población superior a los 20.000 habitantes se vea afectado por falta de disponibilidad de recursos. En ninguna de las sequías históricas auditadas se han registrado problemas de suministro urbano.

### Unidades de demanda agrícola

Se consideran aquellas que se abastecen en todo o en parte por aguas superficiales y son las que se muestran en la tabla adjunta.

Cod. UDA	UDA	Origen	Demanda bruta Superficial (hm <sup>3</sup> )	Demanda bruta Subterránea (hm <sup>3</sup> )
081059A	Acequia Real de Gandía	Mixto	40,76	9,35
081060A	Canales altos del Serpis	Mixto	10,21	3,71
081063A	Pequeños regadíos. Alcoia y El Comtat	Superficial	3,74	0
081058A	Regadíos del río Jaraco	Mixto	2,10	8,41
081061A	Pequeños regadíos. Valle de Albaida	Mixto	1,20	4,80
TOTALES			62,81	26,27

Tabla 116. Unidades de demanda agrícola dependientes en todo o en parte de suministros superficiales en el sistema Serpis

En este sistema no se dispone de captaciones de sequía.

#### MEDIDAS A ADOPTAR EN ESTADOS DE ESTABILIDAD Y PREALERTA

Se deben llevar a cabo las siguientes medidas estratégicas para el incremento de la oferta:

- Mejorar el conocimiento hidrogeológico, optimizar los recursos hídricos disponibles y mejorar la gestión en la U.H. 08.44: Barrancones – Carrasqueta.
- Estudios de optimización y gestión de los recursos hídricos en la unidad hidrogeológica 08.38: Plana de Gandía – Denia, con el objetivo de reordenar las explotaciones, mantener las zonas húmedas y evitar la intrusión marina.
- Redacción de los planes de emergencia para el abastecimiento urbano a las siguientes poblaciones: Alcoy, Gandía e Ibi.
- De conformidad con el II Plan Director de Saneamiento de la Comunidad Valenciana redactar y ejecutar los siguientes proyectos de reutilización de aguas residuales depuradas:

EDAR	REUTILIZACIÓN POTENCIAL (m <sup>3</sup> /año)	Unidades de demanda de riego de aplicación
Gandia (Sistema Safor Sur)	3.000.000	081059 A: Acequia Real de Gandía; 081060 A: Canales Altos del Serpis; 081062 A: Regadíos no tradicionales del Bajo Serpis
Oliva	500.000	081059 A: Acequia Real de Gandía; 081060 A: Canales Altos del Serpis; 081062 A: Regadíos no tradicionales del Bajo Serpis
Tavernes de Valldigna	500.000	081059 A: Acequia Real de Gandía; 081060 A: Canales Altos del Serpis; 081062 A: Regadíos no tradicionales del Bajo Serpis
Xeraco	500.000	081059 A: Acequia Real de Gandía; 081060 A: Canales Altos del Serpis; 081062 A: Regadíos no tradicionales del Bajo Serpis; Mantenimiento Marjal de Xeraco.
Font de la Pedra	1.000.000	081059 A: Acequia Real de Gandía; 081060 A: Canales Altos del Serpis; 081062 A: Regadíos no tradicionales del Bajo Serpis; Industria textil y Papelera de Muro de Alcoi
Alcoi	2.500.000	081063 A: Pequeños regadíos de la Alcoia – El Comptat; Industria textil de Alcoi, Cocentaina y Muro de Alcoi
Ibi	2.000.000	Sin destino específico
<b>TOTALES</b>	<b>10.000.000</b>	

Tabla 117. Reutilización potencial en el sistema Serpis

Como medidas administrativas cabe destacar las siguientes:

- Redacciones de planes de ahorro específicos en los grandes consumidores urbanos: Se refiere a municipios con consumo industrial conectado a la red de abastecimiento urbano, se identifican los siguientes municipios: Alcoi, Gandía, Ibi, Cocentaina y Muro de Alcoy.
- Aprobación de los Planes de Emergencia de los municipios de Alcoy, Gandía e Ibi.
- Aprobación de los proyectos de concesión de aguas residuales depuradas para riego que incrementaría la disponibilidad de recursos hídricos en el sistema.

## MEDIDAS A ADOPTAR EN SITUACIONES DE ALERTA Y EMERGENCIA

### *Medidas para la atención de las demandas*

Se consideran las siguientes medidas sobre las unidades de demanda agrícola señaladas:

SITUACIÓN	DÉFICIT (hm <sup>3</sup> )	MEDIDA	AHORRO /INCREMENTO OFERTA (hm <sup>3</sup> )
ALERTA	12	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas en un 17%	12
EMERGENCIA	22	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas en un 32%	22

Tabla 118. Medidas a adoptar en alerta y emergencia en el sistema Serpis

- En relación con el incremento de la oferta en esta fase cabe considerar la activación de los planes de emergencia en los municipios de Alcoy, Gandía e Ibi.
- Intensificar el uso de recursos no convencionales mediante la reutilización para riego de aguas residuales depuradas que este sistema de explotación.

### *Medidas de control del impacto sobre los espacios naturales.*

- Establecimiento de una red de control piezométrico, de calidad, intrusión y de control de extracciones en su perímetro. Estas medidas afectarían a los pozos de sequía existentes en los espacios naturales que se muestran en la tabla adjunta.

Espacio natural	Unidad Hidrogeológica - Acuífero
Marjal de la Safor	Acuífero de Marchuquera – Halconera de la U.H 08.32: Sierra Grossa y U.H.0838: Plana de Gandía – Denia

Tabla 119. Control piezométrico en espacios naturales del sistema Serpis

7.3.8 Sistema de explotación Marina Alta

DEMANDA TOTAL PARA USO URBANO Y AGRÍCOLA

La demanda total para uso urbano y agrícola en este sistema asciende a unos 96 hm<sup>3</sup>/año con la distribución que según origen del agua y uso se muestra en la tabla adjunta:

Tipo	Origen del agua				TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)
	Superficial (hm <sup>3</sup> /año)	Subterránea (hm <sup>3</sup> /año)	Reutilización (hm <sup>3</sup> /año)	Desalación (hm <sup>3</sup> /año)	
Urbana	4	20		15	39
Agrícola	3	52	2		57
TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)	7	72	2	15	96

Tabla 120. Demanda para uso urbano y agrícola en el sistema Marina Alta

Ninguna de las demandas depende de la gestión directa de la CHJ, pues se carece de embalses de regulación.

VOLUMEN DE DÉFICIT EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

En este sistema los volúmenes de déficit en situaciones de alerta y emergencia se consideran sobre el total de las demandas para abastecimiento urbano y agrícola. El abastecimiento se realiza en su mayor parte a partir de acuíferos salinizados: Acuífero Pego – Denia en el sector de Denia en U.H 08.38: Plana de Gandía – Denia y contaminados por nitratos y con baja capacidad de regulación, muy sensibles a situaciones de sequía: Castell de la Solana – Solana de la Llosa en la unidad hidrogeológica 08.47: Peñón – Montgó- Bernia-Benisa.

El déficit se ha estimado por extrapolación de los valores de déficit globales de la cuenca y su relación con el índice de estado:

Estado de Sequía	Indicador Estado	Déficit	
		%	hm <sup>3</sup>
ALERTA	0,3	17	16
EMERGENCIA	0,15	32	31

Tabla 121. Relación indicador de estado-déficit de suministro en el sistema Marina Alta

UNIDADES DE DEMANDA AFECTADAS

Unidades de demanda urbana

Las unidades de demanda urbana que más pueden verse afectadas por situaciones de alerta y emergencia son los municipios costeros de Denia, Javea y Calpe con una demanda conjunta anual de 25 hm<sup>3</sup> y los interiores de Gata de Gorgos y Pedreguer, con una demanda global anual de 1 hm<sup>3</sup>.

#### Unidades de demanda agrícola

Las unidades de demanda agrícola que pueden verse afectadas son las siguientes:

Cod. UDA	UDA	Origen	Dem. Bruta Superficial (hm <sup>3</sup> )	Dem. Bruta Subterránea (hm <sup>3</sup> )
081065A	Zona regable de Oliva-Pego	Subterráneo	0	26,46
081068A	Resto del sistema Marina Alta	Subterráneo	0	13,67
081066A	Zona regable del río Girona	Mixto	2,34	9,38
081067A	Zona regable del río Gorgos	Mixto	0,98	3,94
TOTALES			3,32	53,45

Tabla 122. Unidades de demanda agrícola dependientes en todo o en parte de suministros superficiales en el sistema Marina Alta

#### MEDIDAS A ADOPTAR EN ESTADOS DE ESTABILIDAD Y PREALERTA

En relación con el incremento de la oferta cabe adoptar las siguientes medidas:

- Redacción de los planes de emergencia para el abastecimiento a los siguientes municipios: Javea, Calpe y Denia.
- De conformidad con el II Plan Director de Saneamiento de la Comunidad Valenciana redacción y ejecución de los siguientes proyectos de reutilización de aguas residuales depuradas:

EDAR	REUTILIZACIÓN POTENCIAL (m <sup>3</sup> /año)	INVERSIÓN (en miles de euros)	Unidades de demanda de riego de aplicación
Pego	1.000.000	361	Zona regable de la Marina Alta y Marjal Pego - Oliva
Denia – Ondara - Pedreguer	2.000.000	2.000	Zona regable de la Marina Alta
Xàbia	1.000.000	1.202	Zona regable de la Marina Alta
Tulada (Moraira)	1.000.000	361	Zona regable de la Marina Alta
Calpe	1.000.000	1.022	Zona regable de la Marina Alta
TOTALES	6.000.000	4.946	

Tabla 123. Reutilización potencial en el sistema Marina Alta

- Redacción y ejecución del proyecto de Planta desaladora Calpe II, con capacidad de producción de 3.000 m<sup>3</sup>/día (1,1 hm<sup>3</sup>/año).
- Se consideran en este sistema las medidas contempladas por el programa AGUA del Ministerio de Medio Ambiente recogidas en la Ley 11/2005 de 22 de junio por la que se modifica la ley 10/2001 del 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional y consistentes en la ampliación de la planta desaladora de Javea y en la construcción de la Denia.

En relación con la gestión de la demanda deben prepararse planes de ahorro en los grandes consumidores urbanos: Infraestructura de explotación turística de los municipios de Denia, Xàbia, Calpe, Teulada – Benitachell.

## MEDIDAS A ADOPTAR EN LAS FASES DE ALERTA Y EMERGENCIA

### *Medidas para la atención de las demandas*

Como medidas relacionadas con el incremento de la oferta cabe desarrollar las siguientes:

- Activación de los Planes de Emergencia en los municipios de Xàbia, Calpe y Denia.
- Reutilización al máximo de las aguas residuales depuradas para riego. La disponibilidad es de 6 hm<sup>3</sup>/año.
- Activación al máximo de la capacidad de producción de las plantas desaladoras existentes.

PLANTA	PROVINCIA	AÑO	TIPO	PRODUCCIÓN (m <sup>3</sup> /día)	ORIGEN AGUA
Benitachell	Alicante	2000	Osmosis Inversa	4,000	Subterránea
Denia	Alicante	1991	Osmosis Inversa	24,500	Superficial
Teulada	Alicante	2000	Osmosis Inversa	6,000	Superficial
Jávea	Alicante	2001	Osmosis Inversa	26,000	Superficial
Vergel	Alicante	2003	Osmosis Inversa	2,880	Subterránea
Calpe	Alicante	1999	Osmosis Inversa	8,000	Subterránea
Total actual en producción				71.380 m <sup>3</sup> /día	(26,01 hm <sup>3</sup> /año)

Tabla 124. Capacidad de producción de las plantas desaladoras existentes

La capacidad de producción de agua desalada se cifra en 71.380 m<sup>3</sup>/año con un volumen potencial de producción de 26 hm<sup>3</sup>/año.

En relación con la gestión de la demanda deben activarse los planes de ahorro de los grandes consumidores urbanos con infraestructura turística de Denia, Calpe, Xàbia, Teulada – Benitachell.

### *Medidas de control del impacto sobre los espacios naturales.*

- Establecimiento de una red de control piezométrico, de calidad, intrusión y de control de extracciones en su perímetro. Estas medidas afectarían a los pozos de sequía existentes en los espacios naturales que se muestran en la tabla adjunta.

Espacio natural	Unidad Hidrogeológica - Acuífero
Marjal de Pego - Oliva	U.H. 08.37: Almirante – Mustalla y 08.38: Plana de Gandía - Denia

Tabla 125. Control piezométrico en espacios naturales del sistema Marina Alta

7.3.9 Sistema de explotación Marina Baja

DEMANDA TOTAL PARA USO URBANA Y AGRÍCOLA

La demanda total para uso urbano agrícola en este sistema asciende a 73 hm<sup>3</sup>/año, con la distribución por usos y origen del agua que se indica en el cuadro adjunto:

Tipo	Origen del agua				TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)
	Superficial (hm <sup>3</sup> /año)	Subterránea (hm <sup>3</sup> /año)	Reutilización (hm <sup>3</sup> /año)	Desalación (hm <sup>3</sup> /año)	
Urbana	17	23			40
Agrícola	10	12	11		33
TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)	27	35	11		73

Tabla 126. Demanda para uso urbano y agrícola en el sistema Marina Baja

Casi la totalidad de la demanda depende de la gestión directa de la CHJ a través del Consorcio de la Marina Baja.

VOLUMEN DE DÉFICIT EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

La estimación del volumen de déficit respecto a la demanda de origen superficial y de reutilización se sintetiza en el gráfico y figuras adjuntas:

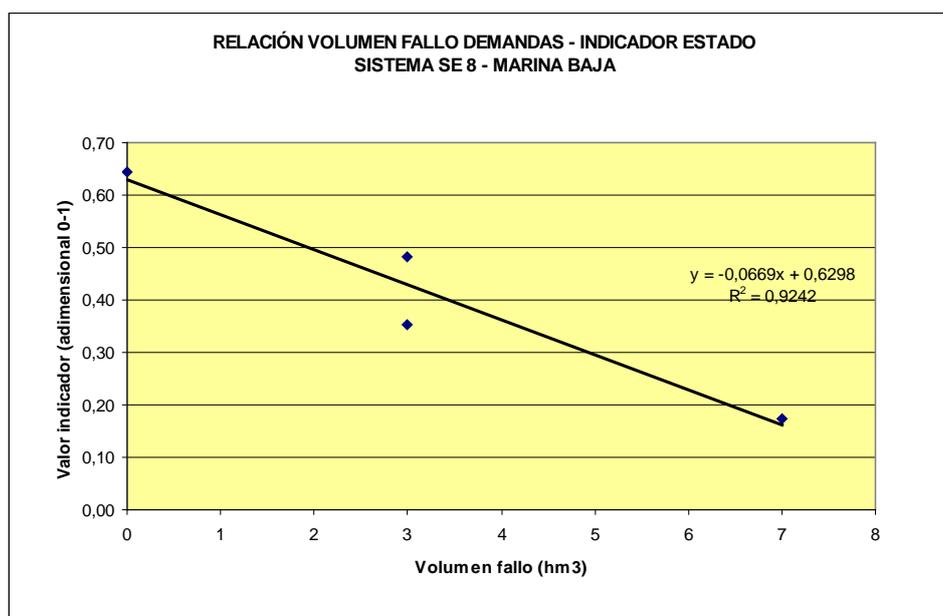


Figura 94. Relación Índice de estado – Volumen de fallo en el sistema Marina Baja

PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN DE SEQUÍAS EN SE-8 MARINA BAJA							
Indicador	1 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2	0,2 - 0,15	0,15 - 0,1	0,1 - 0
Estado	Normalidad	Prealerta		Alerta		Emergencia	
Déficit (%)	0-5	5-8	8-13	13-16	16-18	18-21	21-24
Déficit (hm <sup>3</sup> )	0-2	2-3	3-5	5-6	6-7	7-8	8-9
Embalse (hm <sup>3</sup> )	30-10	10-8	8-6	6-4	4-3	3-2	2-0

Tabla 127. Parámetros de caracterización de sequías en el sistema Marina Baja

Los resultados del modelo de simulación contemplan las aportaciones externas desde Alarcón a través del Trasvase Tajo-Segura, Canales del Taibilla y conducción de Rabasa-Fenollar-Amadorio, lo que da una gran robustez a este frágil sistema de explotación.

Por ello refleja una situación de déficit mucho menor que la que se producía antes de poder utilizar este esquema de transferencias de socorro, que han sido habituales en años de sequía a razón de 5-10 hm<sup>3</sup>/año.

Estado de Sequía	Indicador Estado	Déficit	
		%	hm <sup>3</sup>
ALERTA	0,3	13	5
EMERGENCIA	0,15	18	7

Tabla 128. Relación indicador de estado-déficit de suministro en el sistema Marina Baja

## UNIDADES DE DEMANDA AFECTADAS

### Unidades de demanda urbana

Los municipios que integran el Consorcio de Aguas de la Marina Baja (Alfás del Pi (I'), Altea, Benidorm, Finestrat, Nucía (Ia), Polop, Villajoyosa/Vila Joiosa (Ia)) con una demanda bruta anual de 38 hm<sup>3</sup>.

### Unidades de demanda agrícola

Se consideran aquellas que se abastecen en todo o en parte por aguas superficiales y son las siguientes:

Cod. UDA	UDA	Origen	Dem.Bruta Superficial (hm <sup>3</sup> )	Dem. Bruta Subterránea (hm <sup>3</sup> )
081070A	Riegos del Sindicato Algar-Guadalest	Mixto	4,58	4,58
081069A	Pequeños regadíos Marina Baja	Mixto	0,98	3,92
081071A	Riegos del Amadorio	Mixto	1,62	1,63
081070B	Riegos del canal Bajo del Algar	Mixto	4,46	4,45
TOTALES			11,64	14,58

Tabla 129. Unidades de demanda agrícola dependientes en todo o en parte de suministros superficiales en el sistema Marina Baja

### MEDIDAS A ADOPTAR EN ESTADOS DE NORMALIDAD Y PREALERTA

Entre las medidas estratégicas para incrementar la oferta disponible se considera necesario realizar las siguientes actuaciones:

- Redacción de los planes de emergencia a los abastecimientos urbanos de Altea, Villajoyosa, Finestrat, Polop, Alfas del Pi, Benidorm y la Nucía.
- De conformidad con el II Plan Director de Saneamiento de la Comunidad Valenciana redacción y ejecución de los siguientes proyectos de reutilización de aguas residuales depuradas.

EDAR	REUTILIZACIÓN POTENCIAL (m <sup>3</sup> /año)	Unidades de demanda de riego de aplicación
Altea	4.000.000	081070 A : Riegos del Sindicato de Algar – Guadalest y 081069 A: Pequeños regadíos de la Marina Baja
Benidorm – Alfas del Pi	11.000.000	081070 B: Riegos del Canal del Bajo Algar y Terra Mítica
Villajoyosa	3.000.000	081071 A: Riegos del Amadorio
TOTALES	18.000.000	

Tabla 130. Reutilización potencial en el sistema Marina Baja

- Aprobación de las concesiones de aguas residuales depuradas para riego que incrementaría en este sistema la oferta de recursos hídricos para en este uso en 18 hm<sup>3</sup>.
- Aprobación de los Planes de Emergencia de los municipios que componen el Consorcio de Aguas de la Marina Baja (Alfaz del Pí, Altea, Benidorm, Finestrat, La Nucia, Polop y Villajoyosa) con una demanda bruta anual de 38 hm<sup>3</sup>.
- Estudios de esquemas de uso conjunto aguas superficiales – aguas subterráneas en las unidades hidrogeológicas 08.45: Sierra Aitana, 08.46: Serrella – Aixorta – Algar y 08.48: Anticlinales de Orçeta.

- Puesta en funcionamiento de la planta desaladora de Terra Mítica que permitiría incrementar la oferta de agua en 1,8 hm<sup>3</sup>/año.
- Propuesta de reasignación de recursos: Utilización de aguas residuales para riego y reserva de recurso hídricos subterráneos de buena calidad para abastecimiento urbano.
- De conformidad con el programa AGUA del Ministerio de Medioambiente recogidas en la Ley 11/2005 de 22 de junio por la que se modifica la ley 10/2001 del 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional ejecución de la desaladora de la Marina Baja con una capacidad de producción de 20 hm<sup>3</sup>/año

## MEDIDAS A ADOPTAR EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

### *Medidas para la atención de las demandas*

Se consideran imprescindibles las siguientes medidas en relación con el suministro con aguas superficiales:

SITUACIÓN	DÉFICIT (hm <sup>3</sup> )	MEDIDA	AHORRO /INCREMENTO OFERTA (hm <sup>3</sup> )
ALERTA	5	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas hasta un 10%	1,3
		Transferencias desde el Júcar (1)	3,7
EMERGENCIA	7	Reducción progresiva de dotaciones agrícolas hasta un 10%	1,3
		Explotación de reservas acuífero del Algar (hasta 5 hm <sup>3</sup> )	2
		Transferencias desde el Júcar	3,7

- (1) Desde el año 1999 se realizan transferencias de agua de la cuenca del río Júcar al sistema Marina Baja. Estos volúmenes se conducen desde el embalse de Alarcón siguiendo el siguiente recorrido: utilización del Acueducto Tajo – Segura, circulación por las infraestructuras de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla y finalmente circulación a través de la conducción Rabasa - Fenollar - Amadorio

Tabla 131. Medidas a adoptar en alerta y emergencia en el sistema Marina Baja

7.3.10 Sistema de explotación Vinalopó - Alacantí

DEMANDA PARA USO URBANO Y AGRÍCOLA

La demanda total para uso urbano y agrícola en este sistema asciende a 282 hm<sup>3</sup>/año, con la distribución por usos y origen del agua que se indica en el cuadro adjunto

Tipo	Origen del agua				TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)
	Superficial (hm <sup>3</sup> /año)	Subterránea (hm <sup>3</sup> /año)	Reutilización (hm <sup>3</sup> /año)	Desalación (hm <sup>3</sup> /año)	
Urbana	90	14	0	25	129
Agrícola	8	120	25	0	153
TOTALES (hm <sup>3</sup> /año)	98	134	25	25	282

Tabla 132. Demanda para uso urbano y agrícola en el sistema Vinalopó-Alacantí

VOLUMEN DE DÉFICIT EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

En este sistema los volúmenes de déficit en situaciones de alerta y emergencia se consideran sobre el total de las demandas para abastecimiento urbano y agrícola.

El déficit se ha estimado por extrapolación de los valores de déficit globales de la CHJ, según la relación entre índice de estado y volumen de fallos en el suministro.

Estado de Sequía	Indicador Estado	Déficit	
		%	hm <sup>3</sup>
ALERTA	0,3	17	47
EMERGENCIA	0,15	32	91

Tabla 133. Relación indicador de estado-déficit de suministro en el sistema Vinalopó-Alacantí

UNIDADES DE DEMANDA AFECTADAS

Unidades de demanda urbana

Las unidades de demanda urbana que en este sistema de explotación pueden verse afectadas por déficit en situaciones de alerta y emergencia son las siguientes: Alicante/Alacant, Elche/Elx, San Vicente del Raspeig, Campello (el), Elda, Villena, Petrer, Novelda, Santa Pola, con una población de derecho de 719.015 habitantes y una demanda de 112,8 hm<sup>3</sup>/año. Estos municipios dependen en un 70 % de los suministros procedentes de la Mancomunidad de los Canales del Taibilla para su abastecimiento.

Unidades de demanda agrícola

Las unidades de demanda agrícola en que pueden plantearse serios problemas de suministro en este sistema de explotación en situaciones de alerta y emergencia se muestran en la tabla adjunta.

<b>Cod. UDA</b>	<b>Nombre UDA</b>	<b>Origen</b>	<b>Dem. Bruta Superficial (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>Dem. Bruta Subterránea (hm<sup>3</sup>)</b>
081074B	Riegos mixtos del Alto Vinalopó	Mixto	0,86	3,47
081074A	Riegos subterráneos del Alto Vinalopó	Subterráneo	0	39,52
081076A	Riegos del Medio Vinalopó	Subterráneo	0	64,23
081077A	Bajo Vinalopó	Subterráneo	0	9,40
081078A	Alacantí	Mixto	3,06	12,21
TOTALES			3,92	128,33

Tabla 134. Unidades de demanda agrícola dependientes en todo o en parte de suministros superficiales en el sistema Vinalopó-Alacantí

El 80 % de la superficie regada en este sistema de explotación se realiza con aguas subterráneas procedentes de acuíferos sobreexplotados. En situaciones de sequía se produce un acusado descenso de los niveles piezométricos, por incremento del bombeo y una pérdida progresiva del rendimiento en las captaciones.

#### MEDIDAS A ADOPTAR EN ESTADOS DE ESTABILIDAD Y PREALERTA

Las medidas básicas que debe adoptar la Confederación Hidrográfica del Júcar en situaciones de alerta y emergencia son las siguientes:

En relación con el incremento de la oferta cabe adoptar las siguientes medidas:

- Redacción de los planes de emergencia de los siguientes municipios: Petrer, Elda, Novelda, El Campello, Villena, Alicante, Elche y Santa Pola.
- De conformidad con el II Plan Director de Saneamiento y Depuración de la Comunidad Valenciana redacción y ejecución de los siguientes proyectos de reutilización de aguas residuales depuradas:

EDAR	REUTILIZACIÓN POTENCIAL (m <sup>3</sup> /año)	Unidades de demanda de riego de aplicación
Elx ( Algorós, Arenales y Carrizales)	9.000.000	Riegos tradicionales del Campo de Elx
Santa Pola	3.000.000	Riegos de Levante
Alicante (Rincón de León)	14.000.000	Zona Regable del Vinalopó - Alacantí
Alicante (Monte Orgegia)	8.000.000	Riegos de Levante. Deportivo
Villena (Sistema)	2.000.000	Zona regable del Vinalopó
Aspe	1.000.000	Zona regable del Vinalopó
Elda – Petrer	4.000.000	Zona regable del Vinalopó
Novelda – Monforte de Cid	1.000.000	Zona regable del Vinalopó. Deportivo
TOTALES	42.000.000	

Tabla 135. Reutilización potencial en el sistema Vinalopó-Alacantí

- De conformidad con el Plan Nacional de Regadíos, redacción y ejecución de los siguientes planes de modernización de regadíos:

Actuación	UDA implicada
Alto Vinalopó	081074 A: Riegos subterráneos del Alto Vinalopó y 081074 B: Riegos mixtos del Alto Vinalopó
C.G.U. Medio Vinalopó	081076 A: Riegos del Medio Vinalopó
C.R. Monforte de Cid	Resto
C.R. Monteagudo (Novelda)	Resto
C.R. SAT PERCAMP N° 3.509	Resto
TOTALES	

Tabla 136. Modernización de regadíos en el sistema Vinalopó-Alacantí

Se estima un ahorro de 52 hm<sup>3</sup>.

- Redacción de los planes de ahorro en los grandes consumidores urbanos de Alicante, Elche, Santa Pola, El Campello, Petrer, Elda, Novelda y Villena. (Turísticos e industriales).
- Aprobación de las concesiones de agua que se deriven para los usos pertinentes procedentes de la conducción Júcar – Vinalopó.
- Aprobación de los planes de emergencia de los siguientes municipios: Alicante, Elche, S. Vicente del Raspeig, El Campello, Elda, Villena, Petrer, Novelda, Tibi y Santa Pola con una demanda bruta anual de 112,8 hm<sup>3</sup>.

- Aprobación de los proyectos de concesión para reutilización de aguas residuales para riego que en este sistema supondrían un incremento de la oferta para este uso de 45 hm<sup>3</sup>,
- Aprobación y puesta en marcha de la concesión para producción de agua en la planta desaladora de Alicante que permitiría incrementar la oferta para uso urbano en el sistema en 18 hm<sup>3</sup>/año.

Entre las actuaciones contempladas en el programa AGUA del Ministerio de Medioambiente cabe destacar las siguientes recogidas en la Ley 11/2005 de 22 de junio por la que se modifica la ley 10/2001 del 5 de julio del Plan Hidrológico Nacional.

- Desaladora para l'Alacantí.
- Reutilización y balsa de regulación en Villajoyosa.
- Reutilización de aguas residuales de la EDAR de Novelda y Monforte del Cid.
- Reutilización de aguas residuales en el sistema Vinalopó-Alacantí.

## MEDIDAS A ADOPTAR EN ESTADOS DE ALERTA Y EMERGENCIA

### *Medidas para la atención de las demandas*

Este sistema presenta un déficit de abastecimiento estructural debido a que esta sometido a unas demandas por encima de los recursos medios disponibles. Este déficit estructural esta valorado por el PHCJ en 175 hm<sup>3</sup>/año.

Las medidas concretas a adoptar en estos estados de sequía son las siguientes:

- Activación de los Planes de Emergencia en los siguientes municipios: Alicante, Elche, Santa Pola, El Campello, Petrer, Elda, Novelda y Villena.
- Activación de la reutilización de aguas residuales depuradas para riego: Disponibilidad 42 hm<sup>3</sup>/año.
- Activación de los planes de ahorro en grandes consumidores urbanos: Alicante, Elche, Santa Pola, El Campello, Petrer, Elda, Novelda y Villena. (turísticos e industriales).

## 8 BIBLIOGRAFÍA

Agnew, C.T. (1999). "Using the SPI to Identify Drought". Drought Network News Vol 12, nº 1, winter 1999 – spring 2000, pp. 6-11.

Canal de Isabel II (1996). "Manual de gestión de sequías". Memoria (123 pp) y Apéndices.

Carles Genóves, J.C.; García Mollá, M. y Vega Carrero, V (2000): "Las aguas subterráneas en la gestión de las sequías en la Comunidad Valenciana". Rev.R.Acad.Cienc.Exact.Fis.Nat.(Esp). Vol. 94, Nº. 2, pp 267-276. Monográfico: Aguas subterráneas y sequías.

CEDEX (2000) "Las aguas continentales en los países mediterráneos de la Unión Europea". Ministerio de Medio Ambiente. 293 pp.

Confederación Hidrográfica del Júcar. Oficina de Planificación Hidrológica (2002): "Implantación del sistema de control y seguimiento del Plan Hidrológico del Júcar". Informe inédito.

Confederación Hidrográfica del Júcar, Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación; Instituto Geológico y Minero de España (1995): "Control de acuíferos ante las actuaciones de sequía para satisfacer la demanda agrícola".

D.G.O.H – C.H.J. (1989): "Caracterización de los períodos de sequía y determinación de las normas de explotación del sistema para el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar". Inédito.

EEA (1999c). Environment in the European Union at the Turn of the Century. Environmental Assessment Report No.2. Copenhagen, European Environment Agency.

Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Agua de Sevilla (EMASESA) (1998): Manual de Gestión de sequías

Estevan, Antonio (1998) «El nuevo desarrollismo ecológico», Archipiélago, n. 33, pp. 47-60

ETC -IW (1999a). Groundwater quality and quantity in Europe. Environmental assessment report No 3. European Environment Agency, Copenhagen.

González y Díez de la Cortina, A. (1995): "Impacto de la sequía en un abastecimiento urbano". En "Los Problemas del Agua" Seminario permanente de Ciencia y Tecnología del Agua. Iberdrola Instituto Tecnológica. Pp. 307 – 331. Valencia 1995.

ICID (1998). "How to work out a drought mitigation strategy. DVWK. Guidelines 309/1998. International Commission on Irrigation and Drainage (ICID).

IGME, CHJ (2000). Redes de control "CHJ.2000" de las aguas subterráneas en la Cuenca del Júcar. Evoluciones piezométricas y situación de las aguas en el mes de mayo.

Llamas M.R. (1999). Efectos de – y acciones mitigantes contra- las sequías. Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. En : El clima y sus efectos: conocimiento e incertidumbres”. Volumen 93 nº1, pp. 127-135.

McKee, T.B., Doesken N.J. and Kleist J. (1993). The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8 th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, CA, pp. 179-184.

MIMAM. (1998) Catálogo de acuíferos con problemas de sobreexplotación o salinización. Predefinición del programa de actuación. Convenio DGOHCA-ITGE. 7 volúmenes.

MIMAM (2.000) “ Libro Blanco del Agua en España”. Ministerio de Medio Ambiente. 2000. 637 pp.

Nieto Salvatierra, M. (2000): El agua y los humedales una relación de dependencia.

OLCINA, J. (1994). “Riesgos climáticos en la Península Ibérica”. Acción Divulgativa (Colección Libros Phentalon). Madrid. 440 pp.

OMM (2000). “Día Mundial del Agua 2000-Agua para el Siglo XXI”. Mensaje del Prof. Obasi. Ginebra.

Pajares Candela, A. (2002): “Modelación cuasidistribuida de los recursos hídricos y establecimiento de zonas hidroclimáticamente afines en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar”. EFC de la E.T.S.I.C.C.P. Universidad Politécnica de Valencia. Inédito.

Pezzey, John C.V. and Greig Mill (1998). A Review of Tariffs for Public Water Supply. Report for National Water Demand Management Centre, U.K. Environment Agency, Worthing, Sussex, January 1998. (62pp).

Sahuquillo, A. 1996. Posibilidades del uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas en la planificación hidráulica. Las Aguas Subterráneas en las cuencas del Ebro, Júcar e Internas de Cataluña y su papel en la planificación hidrológica. Asociación Internacional de Hidrogeólogos. Grupo Español, Lleida, 59-71.

Sanz Bellver, J (1995):” El impacto de la sequía sobre la agricultura de las producciones mediterráneas”. Los Problemas del Agua. Iberdrola Instituto Tecnológico. Seminario Permanente de Ciencia y Tecnología del Agua. pp. 335 – 356.

Villalba, J (1995): “ Sequía. Afección al sector eléctrico” En “Los Problemas del Agua” Seminario permanente de Ciencia y Tecnología del Agua. Iberdrola Instituto Tecnológica. Pp. 387 – 393. Valencia 1995.

World Bank (1995 a): Social Indicators of Development