

Evolución histórica de sequías en España

Historical drought occurrence in Spain

Javier Álvarez Rodríguez. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Coordinador de Programa Técnico-Científico. Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX).
Ministerio de Fomento. javier.alvarez@cedex.es

Ángela Potenciano de las Heras. Dra. en Ciencias Geológicas.

Personal de Investigación. Centro de Estudios Hidrográficos (CEDEX). Ministerio de Fomento. angela.potenciano@cedex.es

Julio José Villaverde Valero. Licenciado en Ciencias Geológicas.

Técnico Superior. Confederación Hidrográfica del Duero. Ministerio de Medio Ambiente. jvv@chduero.es

Resumen: Este artículo presenta una recopilación de sequías históricas identificadas por diversos autores desde el siglo XVIII hasta la actualidad, así como la aplicación de modelos estadísticos para su identificación y caracterización en el periodo de planificación hidrológica que abarca desde 1940/41 hasta 2006/07. Los modelos se han aplicado a series de precipitación anual medias en diversas regiones de España. Se concluye que la ocurrencia de sequías en España desde comienzos del siglo XX ha sido más frecuente durante la década de los años 40 y los años comprendidos entre 1980 y la actualidad, con los periodos secos más intensos y persistentes.

Palabras Clave: Sequías históricas; Siglos XVIII-XXI; Frecuencia e intensidad de sequías; Precipitación; España

Abstract: This article presents a compilation of historical droughts in Spain identified by different authors from the eighteenth century to the present day, together with the application of statistical models for their identification and characterisation throughout the hydrological planning period from 1940/1 to 2006/07. The models have been applied to a series of annual average rainfalls in different regions of Spain. The article concludes that droughts in Spain since the turn of the nineteenth century have been more frequent, intense and persistent in the 1940s and from the 1980s to the present time.

Keywords: Historical droughts; 18th -21st century; Frequency models; Rainfall; Spain

Introducción

La recopilación de datos sobre sequías históricas es una tarea compleja debido a la variedad de impactos que provocan y a la diferente sensibilidad con la que se perciben. Aporta información con la que poder estudiar el riesgo natural, es decir, la frecuencia de ocurrencia, intensidad y duración, además de permitir juzgar los eventos realmente singulares. La propia esencia del fenómeno sequía tampoco facilita este trabajo. La sequía se manifiesta coyunturalmente, sin unos límites temporales o espaciales precisos y con intensidades variables en regiones y periodos.

La sequía viene determinada por la escasez del recurso hídrico con impactos en cualquiera de los posteriores usos y estados de él dependientes. Tienen una

causa meteorológica y en los estudios técnicos, las crónicas y referencias bibliográficas, se analizan los efectos y señales que dejan en sectores como la agricultura, la hidrología y la salud, tales como hambrunas y enfermedades, entre otros. Identificar las sequías supone manejar abundante información meteorológica, hidrológica, económica y social, tratada según distintos criterios dependiendo, en primer lugar, del campo técnico-científico desde el que se aborde y, en segundo lugar, de la variable vulnerabilidad de los sistemas. La sensibilidad ante una sequía cambia con la región, con el tiempo y con el sector que recibe sus efectos. Todo ello complica el análisis y recopilación histórica de las sequías y sus efectos, tal como ya aparecía destacado en la clásica referencia de Dracup, Lee y Paulson (1980) sobre la definición de sequías.

La administración hidráulica ha tenido que tratar con el problema de las sequías en España, tanto desde el punto de vista de la gestión de situaciones de emergencia (MIMAM, 2007), como desde la planificación hidrológica. En el Libro Blanco del Agua en España, (MIMAM, 2000), se exponían varios de los problemas científico-técnicos relativos al problema de las sequías, pero también se hacía eco de la falta de una recopilación histórica de causas e impactos. Los Planes Especiales de Sequías (MIMAM, 2007) elaborados por las Demarcaciones Hidrográficas han incluido recientemente capítulos donde se recopilan sequías históricas procedentes de distintas fuentes documentales y nuevos estudios.

El objetivo principal de este artículo es exponer los eventos de sequía acaecidos en España reflejados, por un lado, en una serie de estudios y documentación histórica realizada por los especialistas que se mencionan. Por otro lado, se aplican herramientas estadísticas a la serie de lluvias anuales de una serie de regiones en España durante el periodo de información sistemática que se asimila al utilizado en la planificación hidrológica y que parte desde 1940 hasta la actualidad.

Sequías históricas entre los siglos XVIII y XX

Las fuentes de información para el análisis de sequías históricas son múltiples. Una referencia clave es la que publicó Font Tullot en 1988 que, a su vez, compila información tratada por diferentes autores sobre eventos en las regiones de España, desde la Edad de Hielo hasta finales del siglo XX. Esta línea ha sido seguida por otros autores como Linés Escardó (1991). Desde el Instituto Universitario de Geografía de la Universidad de Alicante y la Revista de Investigaciones Geográficas se ha publicado un notable conjunto de artículos sobre la descripción de las causas y efectos de las sequías en España. Abarcan numerosas facetas de las sequías y recorren la identificación de eventos históricos, de rogativas y frecuencias de las sequías, la caracterización por medio de índices, la investigación climática de sus causas o la recopilación de información sobre impactos en sectores agrícolas, ganaderos, energéticos, sanitarios, medio ambientales y económicos en general. Por último, también hay una importante fuente documental sobre sequías y sequías históricas elaborada durante el

proceso de planificación hidrológica, anterior y posterior a la ley de Aguas del año 1985, y que actualmente culmina con la elaboración de los Planes Especiales de Sequías (MIMAM, 2007).

Los eventos secos señalados por los trabajos anteriores constituyen el punto de partida para la catalogación de los eventos de sequías. Recopilan un conjunto de eventos en España dentro de una perspectiva histórica que pueden ser comparables con los actuales. Las series sistemáticas de registros hidrometeorológicos son la base del estudio de la frecuencia y extensión de las sequías a través de modelos e índices. Sin embargo, la ventana temporal de trabajo queda reducida, en el mejor de los casos y dejando aparte los problemas de lagunas y calidad de los datos o su representatividad regional, al último siglo y medio. Esta situación realza el valor de los trabajos de reconstrucción climática y del uso de información indirecta, *proxy*, procedente de crónicas de rogativas, análisis de datos físicos y biológicos de suelos, vegetación, pólenes y dendrocronología (González et al, 2003), etc. para reconstruir el clima e identificar los eventos de sequía.

La climatología histórica usa las fuentes documentales históricas para identificar y cuantificar diferentes aspectos climáticos del pasado. Las crónicas de rogativas (Martín-Vide y Barriendos, 1995) reflejan, desde una perspectiva religiosa, la reacción ante condiciones climáticas adversas y sus efectos socioeconómicos. Couchoud y Sánchez (1965) realizan una revisión de la información sobre eventos hidrológicos ocurridos desde 1535, *año en que falleció la piadosa Maricastaña hasta la devastadora riada de Santa Teresa acaecida el mes de octubre de 1879 con grave quebranto y peligro de la ciudad y Reino de Murcia*, pero circunscritos a Murcia y a la cuenca del Segura. Estas crónicas describen ceremonias de rogativas, obras de protección frente a riadas, saneamiento de aguas estancadas o hambrunas y epidemias de peste que se relacionaban con la variabilidad climática.

Las rogativas se celebran diariamente, durante las estaciones en las que se sufre la escasez de agua. Las rogativas y las fases de las ceremonias son señales para los especialistas de diferentes niveles de intensidad de la sequía (Romero y Mayer, 2002; Zamora Pastor, 2000; Martín Vide y Barriendos, 1995) cuya percepción, varía en función de la región en que se celebran (tabla 1) y, posiblemente, están influen-

Tabla 1. Niveles de rogativas según su gravedad establecidos por diversos autores en distintas zonas de España

Autor	Zona	Nivel	Tipo de Rogativa
Martín Vide y Barriendos (1995)	NE peninsular	I II III IV V	rogativas simples: letanías, colectas, gozos, etc. exposición de reliquias e imágenes en el altar de las iglesias procesión con reliquias e imágenes por la población inmersión de reliquias e imágenes en agua o exposición del Santísimo Sacramento peregrinación a centros religiosos lejanos
Zamora Pastor (2000)	SE peninsular	I II III IV	rogativas públicas colecta <i>pro pluvia</i> en misa exposición del intercesor (Virgen María patrona o Jesús Nazareno) procesión del Intercesor
Romero y Mayer (2002)	Canarias	I II III	celebración de "misas del agua" y actos de penitencia y plegarias procesión con los santos de la ciudad, trasladándose de lugar procesión general con los santos de la ciudad, de los pueblos y de la Patrona insular

ciadas por valores socioculturales y religiosos de cada época (Domínguez-Castro et al, 2007).

En cuanto a las sequías históricas registradas en el Sureste español, las crónicas de Couchoud y Sánchez (1965) son ilustrativas del alcance de este tipo de información, al ofrecer una recopilación completa de los eventos secos en Murcia, región especialmente vulnerable a la falta de agua. La crónica del año 1721 relata que:

"Las primeras rogativas de este año se celebraron el día 23 de febrero. El 15 de marzo se celebró misa solemne a las benditas Ánimas del Purgatorio. El día 16 se expuso la imagen de Nuestra Señora de las Lágrimas. El 17 se colocó en el altar mayor la reliquia de la Leche Virginal de María Santísima. El 18 se hizo lo mismo con la del Lignum Crucis. El 19 se trajo en procesión a la Virgen de la Fuensanta. El 14 de abril se la llevó a la iglesia de San Pedro. El 12 de noviembre se celebraron las últimas rogativas de este año tan devoto como parco en lluvias."

Los niveles de gravedad de la sequía en Murcia durante esa época, reflejados en el protocolo de las ceremonias, serían entonces similares a los que describe Zamora Pastor (2000) sobre el caso de Orihuela, tabla 2.

El número de rogativas en Murcia es alto y muchas de ellas se concentran en los primeros meses de cada año natural, entre final del invierno y principios de la primavera, quizás por el temor de los efectos de falta de agua en los cultivos y ganadería. También la falta de lluvias en otoño suele iniciar las ceremonias *pro pluvia*, que concluían en una misa de acción de gracias al llegar las lluvias. Las exposiciones y procesiones de los intercesores son indicadores de alta intensidad de sequía en el caso de Murcia. Ocurren durante diversos años y se podrían destacar los correspondientes a 1711, año que se inicia con rogativas y termina con un otoño seco, si bien en el invierno de ese año ya se celebran procesiones y acción de gracias por las lluvias; el ciclo entre otoño de 1718 y 1721, con abundantes ceremonias durante los meses de enero, febrero y marzo;

Tabla 2. Niveles de rogativas según su gravedad en la cuenca del Segura

Nivel	Intensidad	Tipo de ceremonia
I	LEVE	Rogativas públicas
II	MODERADA	Colecta <i>pro pluvia</i> en misas (benditas Ánimas del Purgatorio)
III	GRAVE	Exposición del intercesor (Nuestra Señora de las Lágrimas), Leche Virginal de María Santísima y Lignum Crucis
IV	Muy GRAVE	Procesión del intercesor (Virgen de Arrixaca, de la Fuensanta y N.P. Jesús)

1737-1738, con procesiones en el primer trimestre del año natural; la década de los 40 del mismo siglo, en que se celebran procesiones con los intercesores, predominantemente durante los meses de marzo y abril, con excepción de los años 1741, 1743, 1745 y 1749 y, finalmente, los periodos 1780-1783 y 1789-1792. En el siglo XIX, la intensidad de las rogativas que reflejan las crónicas es menor, aunque destacan los años 1800, 1803, 1804, 1847, 1851 y 1865 como secos y de éstos, especialmente secos 1803 y 1847.

Las sequías citadas en los párrafos siguientes toman como punto de partida el final de la denominada Pequeña Edad de Hielo y el siglo XVIII (tabla 3 y 4). En la tabla 3 se representan años en los que se ha recogido alguna referencia de evento seco durante los siglos XVIII y XIX en alguna parte de España. Están recopiladas de la bibliografía comentada anteriormente. Aparte de cierta indefinición sobre los periodos temporales y regiones con las que se puede recoger este tipo de información sobre sequía, tienen como principal limitación el que reflejan con mayor intensidad eventos ocurridos en regiones con menor recurso hídrico como el sur, sureste, levante peninsular o fachada mediterránea. Son escasas las menciones a sequías en el norte ocurridas durante la primera mitad del siglo XVIII. Los eventos identificados en el siglo XIX están enmarcados en periodos más extensos. Se ha interpretado que estos periodos están bajo el predominio de condiciones secas y se han representado en amarillo, dejando en naranja eventos que parecen de especial intensidad o que fueron identificados con mayor claridad. Sigue habiendo un predominio de eventos en zonas de menor recurso hídrico. Algunas características de todos estos eventos se han recogido en la tabla 4, con la referencia de la que proceden las descripciones. El estudio de las series de inundaciones y sequías en Cataluña desde el siglo XV ya identifica tres oscilaciones climáticas relevantes localizadas entre los siglos XVI y XVII, a finales del siglo XVIII, oscilación Maldá (Barriendos y Llasat, 2003), y a mediados del siglo XIX.

Font Tullot (1988) destacaba por su duración y extensión en España, el episodio de sequía 1749-1753, con fuerte intensidad durante el año 1752 en la submeseta norte, con importantes impactos en el sistema hidrológico (secado del río Tormes y de pozos y fuentes) y la agricultura. Durante esos años, las crónicas de Couchoud y Sánchez (1965) reflejan una serie de sequías intermitentes. Siguiendo a Font Tullot, el siglo XIX

Tabla 3. Resumen de los principales años de sequía durante los siglos XVIII y XIX en España. Predominio de condiciones secas en amarillo; en naranja eventos más intensos de sequía

1701	1711	1721	1731	1741	1751	1761	1771	1781	1791	1801	1811	1821	1831	1841	1851	1861	1871	1881	1891
1702	1712	1722	1732	1742	1752	1762	1772	1782	1792	1802	1812	1822	1832	1842	1852	1862	1872	1882	1892
1703	1713	1723	1733	1743	1753	1763	1773	1783	1793	1803	1813	1823	1833	1843	1853	1863	1873	1883	1893
1704	1714	1724	1734	1744	1754	1764	1774	1784	1794	1804	1814	1824	1834	1844	1854	1864	1874	1884	1894
1705	1715	1725	1735	1745	1755	1765	1775	1785	1795	1805	1815	1825	1835	1845	1855	1865	1875	1885	1895
1706	1716	1726	1736	1746	1756	1766	1776	1786	1796	1806	1816	1826	1836	1846	1856	1866	1876	1886	1896
1707	1717	1727	1737	1747	1757	1767	1777	1787	1797	1807	1817	1827	1837	1847	1857	1867	1877	1887	1897
1708	1718	1728	1738	1748	1758	1768	1778	1788	1798	1808	1818	1828	1838	1848	1858	1868	1878	1888	1898
1709	1719	1729	1739	1749	1759	1769	1779	1789	1799	1809	1819	1829	1839	1849	1859	1869	1879	1889	1899
1710	1720	1730	1740	1750	1760	1770	1780	1790	1800	1810	1820	1830	1840	1850	1860	1870	1880	1890	1900

fue más suave en cuanto a la ocurrencia de sequías con un reducido número de eventos de escala nacional. Domínguez-Castro et al (2007) proponen dos amplios periodos con alta frecuencia de rogativas *pro lluvia* registradas en Toledo. Uno entre 1717 y 1798 y otro, entre 1851 y 1900. Morales Gil et al. (2000) tratan los impactos de las sequías producidas en diversos puntos de España durante los siglos XIX y XX, identificando como años secos del siglo XIX algunos que no aparecen en el trabajo de Font Tullot (1988), como son 1836, 1853 y 1882; y sequías, como periodos secos de duración mayor a un año: 1800-1808, 1820-1830, 1840-1850 y 1861-1880. En este último periodo, Témez (2007) sitúa los mínimos anuales, naturales o hidrológicos según el caso, de series históricas de las estaciones pluviométricas de Badajoz (1869; 170,8 mm), Barcelona (1877/78; 250,5 mm), San Fernando (1877/78; 116,4 mm), Valencia (1878/79; 148,0 mm) y Perpiñán (1878; 291,0 mm).

Durante el siglo XX (tabla 5 a y b) se ha destacado el periodo 1944-1954 por el predominio de una serie de sequías alternadas con periodos húmedos, pero con un importante impacto sobre la economía nacional (Font Tullot, 1988). La década de los 80 sufre una serie de sequías intercaladas con eventos de signo opuesto e incluso catastrófico, como las crecidas en Levante de 1982 o las inundaciones en Cataluña registradas ese mismo año. Estas sequías se extienden a la mayor parte de España. Olcina Cantos (1994) sitúa en el periodo 1978-1984 esta secuencia de indigencia pluviométrica, y la describe como la más importante de la última mitad del siglo XX. Este autor describe la dinámica climática de estos años, que había partido del verano de 1978, desde el sureste, aunque el norte peninsular aún registraba lluvias acusadas. Posteriormente el evento seco más importante, abarca la primera mitad de los años 90 y se extiende a prácticamente toda la Península Ibérica, con intensidades muy secas durante el año hidrológico 1994/95, lo que hace que se tome como referencia.

Tabla 4. Sequías en España durante los siglos XVIII y XIX

Siglo XVIII		Siglo XIX	
1703	Rogativas en Zaragoza, sequía excepcional (2) De febrero a enero del año siguiente, sequía en el sureste con procesiones de la Fuensanta y rogativa al Lignum Crucis (3)	1800-1816	1801 en Andalucía y Levante (1) 1803 Generalizada. En Levante, carestía de alimentos, "Año del Hambre" (1) y rogativas en Zaragoza (2) En el Segura son años secos 1800, 1803 y 1804 con rogativas en invierno y final del verano. Muy seco en 1803 (3) En (4) se hace referencia a la sequía de 1817 por lo que se podría prolongar el período. Periodo definido en (5) En (6) 1800-1808 y cita otra secuencia de sequía relacionada con ésta entre 1808-1824 que afectó a Cataluña.
1711	Submeseta norte (1) En el sureste se celebran durante el otoño rogativas y procesiones con la Virgen de la Fuensanta (3)	1812-1818	Entre 1815 y 1816, en el litoral mediterráneo y Baleares (1) En 1817 en la submeseta norte (1) Sequía especialmente grave en Cataluña (2)
1714	Submeseta norte (1)	1820-1830	Entre 1827-1828, centro, Levante, Andalucía y Sureste (1) Sequía (6)
1718-1719	Miñad sur de la Península y Aragón. Sin cosechas en los Monegros entre 1718 y 1725 (1) Sequía grave en sureste (3)	1836	Año seco (6)
1721	Sequía en la cuenca del Segura entre invierno y primavera (3)	1840-1850	Entre 1841-1842 sequía en la mayor parte de España (1) Entre 1848-1849, litoral mediterráneo, Baleares y Sureste (1) Muy seco 1847 en el Segura con rogativas todo el año (3) Sequía (6)
1725	Levante, Aragón y Urgel (1)	1851	Submeseta norte. Tormes y Esla, vadeables (1) Rogativas en marzo y agosto (3)
1737-1739	Ambas Castillas y Andalucía (1) Sequía grave en sureste entre 1737 y 1738 (3)	1853	Año seco (6)
1741-1745	Sequías en la cuenca del Segura. 1741, entre enero y mayo; 1743 y 1745, entre mayo y noviembre (3)	1858	Submeseta norte (1)
1748-1755	Monegros. Muy seco. Entre 1749-1753, sequía más larga del siglo con impactos hidrológicos, secado del Tormes, pozos, y fuertes. Muy intensa en 1752 en submeseta norte. Menor afección en cuencas del norte (1) Sucesión intermitente de sequías graves en sureste y Segura durante toda la década (3) Sequía en Cataluña (4)	1861-1880	Rogativas en el Segura a finales del invierno y primavera (3) Sequía (6) Año 1868 en submeseta norte. Prolongada hasta 1870 en Valladolid y Zamora. Entre 1868-1869 en el Levante (1) y muy seca por descenso brusco de precipitaciones en Ebro (2) Entre 1872-1879 en Levante. En Valencia, los cuatro últimos años son conocidos como "la seca dels quatre anys". En 1878 Castilla, Extremadura y Andalucía (1)
1757	Meseta y Levante (1)	1881	Invierno seco (1)
1764	Meseta y Levante. En Castilla hambrunas (1)	1882	Año seco (6)
1772-1774	Litoral mediterráneo y Baleares (1)	1883	Sequías de corta duración (1)
1779-1784	Meseta y Levante en 1779 (1) Monegros. Extremada sequedad (1) Sequía grave en sureste entre 1780 y 1783 con rogativas en otoño e invierno (3)	1891	Sequías de corta duración (1)
1789-1792	Levante (Campos de Liria y Valencia) en 1792 (1) Sequía grave en sureste (3)		
1796	Castilla, Aragón y Murcia (1)		
1799	Sureste (1)		

Font Tullot (1988) (1); PES Ebro (MIMAM, 2007) (2); Couchoud y Sánchez (1965) (3); Barriendos et al. (1996) (4); Zamora (2000) (5); Morales et al. (2000) (6)

Tabla 5 a. Sequías en España durante el siglo XX

1905	(1)
1907	Año seco en (1) (2)
1909-1914	Levante y sureste peninsular. Emigración campesinos a Argelia (2). Año 1913 seco (1). En el País Vasco 1913-1915 según referencias de prensa (3)
1918	Año seco (1)
1921-1923	Años muy secos en el sureste (2)
1924	Precipitaciones deficitarias en la mayor parte de la Península (1). Muy seco en el valle del Ebro (2). Rogativas en Zaragoza (4)
1925	Muy seco en el cantábrico (2)
1926	En el País Vasco según referencias de prensa (3)
1930	Precipitaciones deficitarias en la mayor parte de la Península (1). En el País Vasco 1930-1931 según referencias de prensa (3)
1934	Precipitaciones deficitarias en la mayor parte de la Península (1)
1938-1939	Secuencia seca; particularmente seco 1939. Impactos en el campo español. (2)
1941-1945	1944/45. "Una de las más perniciosas que ha padecido España, al menos desde mediados del siglo XIX" (1). Muy acusada mengua de lluvias (2) 1941/42 Sequía en el Miño. Sequías en cuencas cantábricas 1942/43-1943/44 severa y 1945/46. Extrema en Norte oriental (8) Entre los años hidrológicos 1943/44 y 1944/45 en la cuenca del Tajo, más intensa en la parte baja de la cuenca (10)
1948-1950	Desde otoño a primavera de 1948 a 1949. Otoño de 1950 (1). 1949-1950 seco en sur y sureste. Año 1950 seco (2) Rogativas en Zaragoza en 1948. Sequía generalizada en el Ebro durante los años hidrológicos 1948/49 y 1949/50 (4). Sequía en norte de España (8)
1952-1955	Periodo de sequías estacionales (1). Años 1952, 1955 y 1956 seco en el sureste (2). 1952/53-1954/55 (5) 1953/54 Sequía severa en Miño. 1954/55 Sequía en cuencas cantábricas (8)
1956-1959	Periodo de sequías estacionales (1). 1956/57-58/59: Margen izquierda del Ebro en cuencas del Aragón, Arba y del Gallego y Cinca (4) 1956/57. Sequía en Miño y cuencas cantábricas (8)
1961-1970	Sequías esporádicas y estacionales. 1968 impactos en Murcia y 1970 en la mitad norte (1). Años 1961, muy seco; mengua pluviométrica desde octubre 1963 hasta principios de 1967 en el sureste; 1964, precipitaciones de 177 mm/año en Elche y 171 mm/año en Orihuela; mayo 1965 grave situación en Campo de Elche y Bajo Segura; 1966 y 1970 secos; 1968-1969, sequía hidrológica con valores normales de lluvia en el sureste (2). 1963/64 sequía en cuencas del centro y este del Norte. 1964/65 en el Miño (8). 1973-1976 1974-1975. Sequía severa en España (1). 1973 año seco en España (2). 1975/76 sequía en el Miño (8). Sequía en el Guadalquivir (11)
1978-1984	Indigencia pluviométrica más importante del siglo XX, habiendo comenzado en el sureste de España desde el verano de 1978 (2) En el Guadiana se fija entre los años hidrológicos 1979/80-1982/83 (5). Entre los años 1980 y 1981 se definieron situaciones de prealerta en el Júcar (6). Entre 1980 y 1983 en la cuenca del Segura (9). Entre los años 1979/80 y 1982/83 en la cuenca del Tajo (10)
1981-1986	Sequía de los 80. Periodos de sequías intercalados con lluvias importantes (1981, catastróficas en 1982, 1984 en Levante). Vertientes mediterránea y atlántica lo que las hace extremas. Precipitaciones en Madrid prácticamente nulas hasta 1983. Consecuencias importantes en norte de España y cabecera del Ebro durante 1985. Catástrofes por incendios en 1986 en Extremadura, Galicia La Rioja, Valencia y Cataluña (1). En el Júcar y Ebro se identifica el periodo 1983-1985. En (6) se aclara dentro del periodo seco 1977/78-1986/87. A raíz de esta sequía se crea la Comisión Permanente de Sequía en el Júcar, para establecer las medidas oportunas ante situaciones de alerta. En 1983 se declara situación de emergencia. 1985/86-86/87: En cabecera del Ebro, hasta la cuenca del Iregua y cuenca del Irati, Arga y Ega. También en el Segre. Margen derecha del Ebro (4). 1981/82 Sequía en cuencas cantábricas del Norte (8). Guadalquivir entre 1981 y 1983 (11)
1988-1995	Generalizada en el Ebro. Impacto inicial importante por afectar a la cabecera y abastecimiento de Vitoria y de núcleos conectados al Consorcio de Aguas de Bilbao (4). Guadiana. El periodo 1990/91-1994/95 fue el que sufrió más la escasez de precipitaciones, aumentando los efectos por la situación precaria que ya arrastraban las infraestructuras de almacenamiento y abastecimiento. Problemas en el abastecimiento de Ciudad Real y Puertollano. Demandas de riego sin atender desde 1992 (5). Duero. 1988/89 fue uno de los años con menores aportaciones medias anuales (1940/41-1998/99). Entre 1990 y 1994, la sequía más aguda del periodo 1940/41-1995/96 (7) Norte. 1989-1991. Una de las sequías más importantes registradas en la Confederación Hidrográfica del Norte se produjo entre agosto de 1988 y noviembre de 1990 en el País Vasco, centrándose especialmente en el área metropolitana de Bilbao y Vitoria (8) (2) Entre 1990 y 1995 en el Segura. (9). En el Tajo entre los años hidrológicos 1990/91 y 1994/95. Problemas en el abastecimiento a Toledo. Mínimos históricos en precipitaciones y aportaciones. Obras de emergencia, conexión de recursos superficiales y apertura de pozos (10) En el Guadalquivir entre 1992 y 1995. Importantes restricciones en el abastecimiento a núcleos como Sevilla, Córdoba y Jaén. Disminución paulatina de dotaciones de regadío de cultivos permanentes hasta anularlas en 1995 (11)

Font Tullot, 1988 (1). Olcina (1994) y Morales et al. (2000) (2); Hernández et al. (2003) (3); PES Ebro (MIMAM, 2007) (4); PES Guadiana (MIMAM, 2007) (5); PES Júcar (MIMAM, 2007) (6); PES Duero (MIMAM, 2007) (7); PES Norte (MIMAM, 2007) (8); PES Segura (MIMAM, 2007) (9); PES Tajo (MIMAM, 2007) (10); PES Guadalquivir (MIMAM, 2007) (11)

Tabla 5 b. Sequías en España durante el siglo XX

1992-1996	Documentados importantes impactos en multitud de sistemas hidrológicos, ecológicos, sociales y económicos (2). Júcar (6)
1997-2000	Ebro (4). Júcar El ciclo analizado (1997/98 a 2000/01) se define como racha seca más que como sequía. Mayor impacto durante el año 1999/00 (6). Duero. Agosto de 1999, Órbigo, Carrión, Pisuerga y Bajo Duero en excepcionalidad (7)
1998	Año seco (2). Duero, el año 1998/99 fue en pluviometría un 50% inferior al medio (7)
2001	2001/02. Margen derecha del Ebro (Iregua, Leza, Huecha y Jalón) y a la cuenca del Segre. Periodo más seco en aportaciones y precipitaciones (4)
2001/02.	Duero (7)

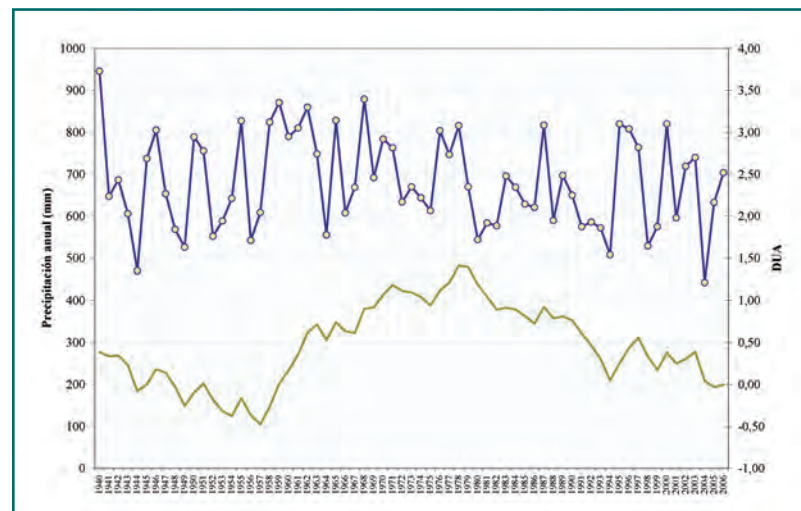
Font Tullot, 1988 ⁽¹⁾; Olcina (1994) y Morales et al. (2000) ⁽²⁾; Hernández et al. (2003) ⁽³⁾; PES Ebro (MIMAM, 2007) ⁽⁴⁾; PES Guadiana (MIMAM, 2007) ⁽⁵⁾; PES Júcar (MIMAM, 2007) ⁽⁶⁾; PES Duero (MIMAM, 2007) ⁽⁷⁾; PES Norte (MIMAM, 2007) ⁽⁸⁾; PES Segura (MIMAM, 2007) ⁽⁹⁾; PES Tajo (MIMAM, 2007) ⁽¹⁰⁾; PES Guadalquivir (MIMAM, 2007) ⁽¹¹⁾

Las tablas 4 y 5a y 5b muestran ciertas discrepancias en los eventos identificados por distintos autores que, evidentemente, manejan distintos criterios, impactos de las sequías y fuentes de información en general. Se pueden volver a recordar las consideraciones de Dracup et al. (1988) respecto a los diferentes campos académicos, al paso temporal o a la vulnerabilidad de los sistemas que sufren sus efectos. En las publicaciones consultadas hay diferencias en la definición de sequías, de años secos o de periodos secos. Algunos eventos son distintos según los diversos autores y, muchos de los comunes, aparecen con distintas fechas de inicio y fin por la propia evolución de intensidades secas en cada región. La información es más detallada desde los años 80, lo que permite contemplar que, si bien España ha sufrido sequías en las últimas décadas del siglo XX, los eventos secos con mayor duración, verdaderamente persistentes, son poco frecuentes en esta etapa.

gico, i.e. sequías respecto a la disponibilidad de agua en el suelo, acuíferos o sistema hidráulico. Las sequías pueden atenuarse durante esta propagación, en función de las características naturales de suelos y acuíferos, capaces de regular los volúmenes de agua que por ellos circulan, de la capacidad hidráulica y de las operaciones de embalse que se hayan realizado, atendiendo a este u otros objetivos, de las posibilidades de reubicar el recurso hídrico y del uso de recursos no convencionales.

La figura 1 muestra la evolución de las precipitaciones totales por año hidrológico (de octubre a septiembre) en España. El valor alcanzado en el año hidrológico 2004/05 es el mínimo de la serie, aunque alrededor de este valor no hay persistencia en bajas lluvias anuales durante los años posteriores que, por otra parte, sí aparece durante el septenio 1989/90-1995/96 y a principios de los años 80. La evolución de las desviaciones unitarias acumuladas respecto a la media anual, DUA, también representada en la misma gráfi-

Fig. 1. En línea con marcador, evolución de las precipitaciones totales anuales en España (mm); en línea simple, desviaciones unitarias acumuladas. Periodo 1940/41-2006/07.



Sequías en el periodo de Planificación Hidrológica

El horizonte temporal con el que ha trabajado la Planificación Hidrológica en España después de la ley de Aguas de 1985 parte de la década de 1940. La caracterización hidrometeorológica de sequías con series sistemáticas se puede plantear usando modelos de identificación de sequías basados en índices como el estandarizado de precipitación, IPE, (McKee, 1995), el índice de severidad de sequía de Palmer, PDSI (Palmer, 1965), entre otros, o la clásica teorías de rachas y umbrales (Yevjevich, 1983). Desde el punto de vista hidrológico, la precipitación es una variable básica cuya escasez condiciona la propagación de sequías en el resto del ciclo hidroló-

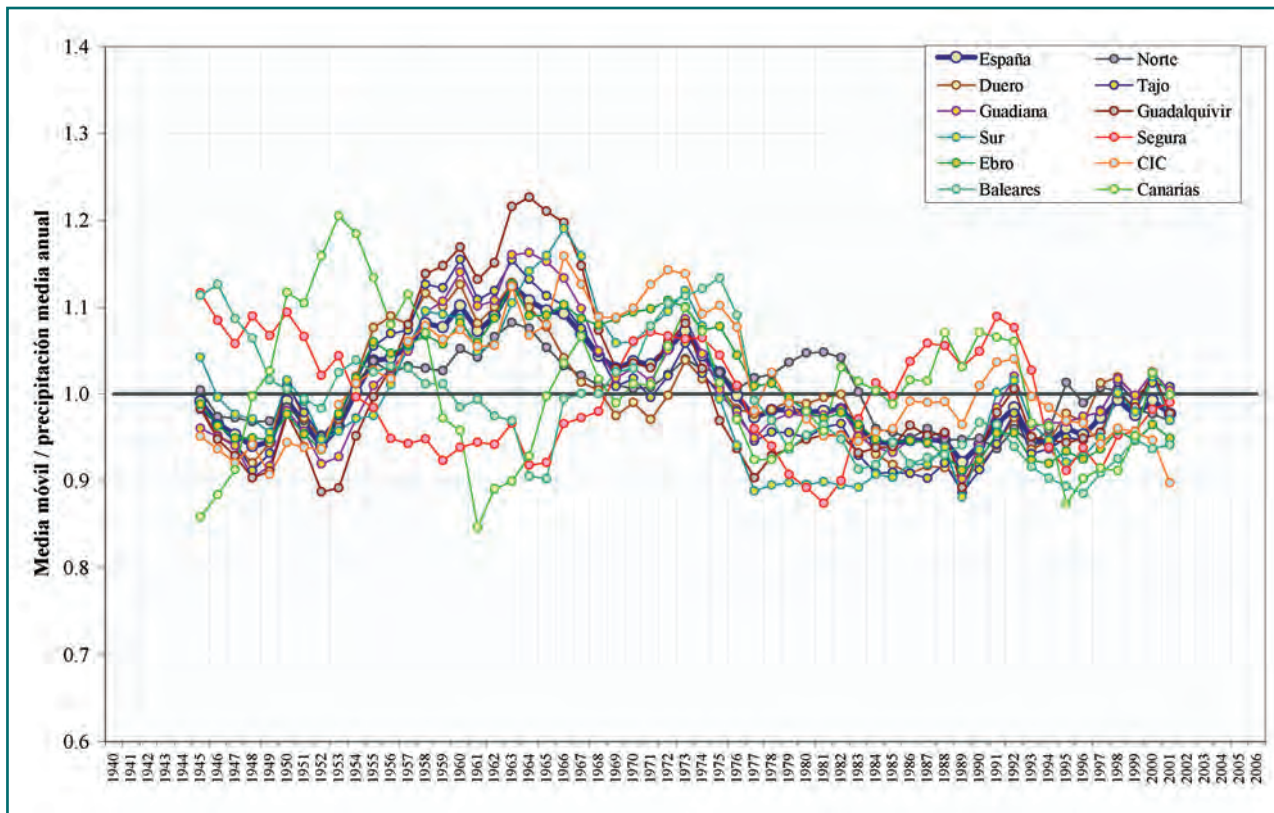


Fig. 2. Relación medias móviles/ precipitación media para cada una de las grandes cuencas españolas.

ca, destaca el predominio de precipitaciones inferiores a la media anual desde aproximadamente el inicio de los años 80 hasta el año hidrológico 1995/96. Desde entonces se comprueba que hay una alternancia entre años secos, medios y húmedos, con el mínimo correspondiente al mencionado 2004/05.

La siguiente gráfica (figura 2) muestra un cociente entre medias móviles y precipitación media para cada una de las grandes cuencas españolas a la que se añade una media de España. La evolución general de las grandes cuencas aparece bien representada por la media española. Las cuencas que se alejan de esta tónica son, aparte de las insulares, las del Norte, Sur, Segura y, no tan claramente, las Cuencas Internas Catalanas. Todos estos territorios están próximos al mar y sus cuencas tienen un recorrido menor, por lo que cabría esperar similares discrepancias en cualquier subcuenca o región influenciada por el mar.

En la evolución anual de las lluvias en España se distingue un primer periodo que abarcaría desde el año 1940/41 hasta 1955/56, caracterizado por la irregularidad pluviométrica y mínimos intensos. Esta anomalía negativa de precipitación, entre 1935 y 1950

fue común a toda la Península (Llasat y Quintas, 2004) y de hecho la sequía registrada entorno a los años 40 afectó a cuencas mediterráneas. Los eventos deficitarios son de corta duración e intensos, con valores bajos comparables a los alcanzados en el 2004/05. Es el caso del año hidrológico 1944/45 que, a su vez, vino precedido de otro seco, 1943/44, de menor intensidad. Se dan también pequeñas secuencias deficitarias, especialmente en las grandes cuencas atlánticas (figura 3) durante los años 1948/49-1949/50, 1952/53-1953/54 y 1956/57-1957/58. En cuencas mediterráneas no aparecen las mismas secuencias y se podrían seleccionar episodios de mayor duración como el que abarcaría desde 1942/43 hasta 1944/45, con un último año especialmente seco. Otra secuencia propensa a la ocurrencia de sequías es la que abarca desde 1952/53 hasta 1957/58, de 6 años de duración, pero intermitente, con años intermedios ligeramente húmedos.

Un segundo periodo abarcaría desde finales de los años 50 y los años 60 hasta la primera mitad de los 70. En ellos hay predominio de años húmedos. Dejando aparte la intensidad seca del año 1963/64 en cuencas orientales del norte y cabecera del Ebro

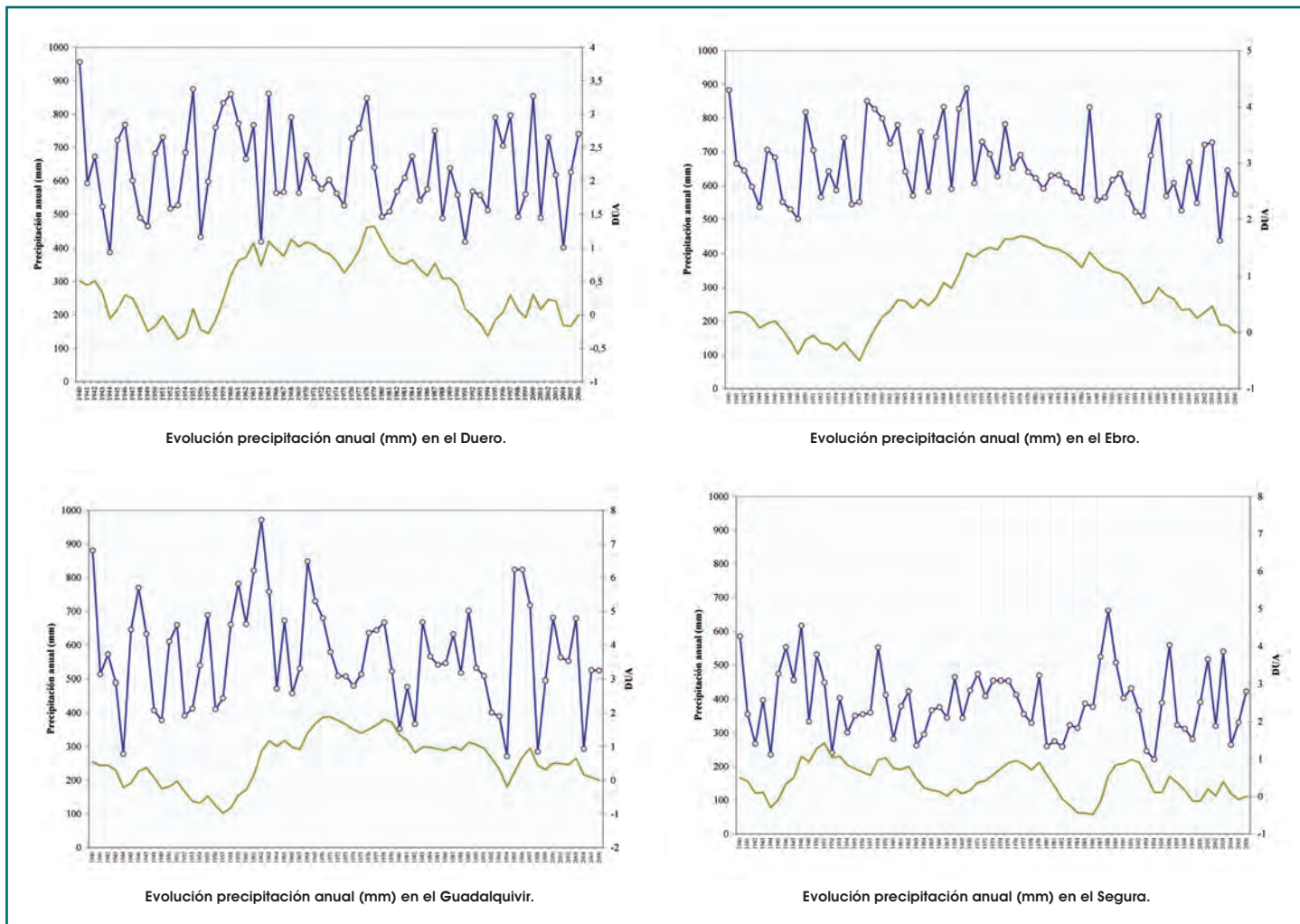


Fig. 3. En línea con marcador, evolución de precipitaciones anuales; en línea simple, desviaciones unitarias acumuladas respecto a la media.

y cuencas mediterráneas, 1964/65 en cuencas del Duero y 1964/65 y 1966/67 en cuencas de margen derecha del Ebro, hay que llegar prácticamente hasta principios de los 80 para encontrar otra secuencia de déficit intenso y extendido a la práctica totalidad de la Península.

Desde la segunda mitad de los años 70, se entra en un periodo con predominio de valores de lluvia inferiores a los medios. Las secuencias pluviométricas que abarcan desde los años 80 y primera mitad de los 90 muestran como singularidad una persistencia en los valores bajos. Aquí se identifican sequías en dos ciclos. Durante los años 80, en su primera mitad y a finales de la década, que enlazaría con la sequía de la primera mitad de los 90. Solamente hay un año claramente húmedo en todas las cuencas, 1987/88. La secuencia de los años 80 en las cuencas atlánticas abarca desde 1980/81 hasta 1982/83, pu-

diendo adelantar su inicio a 1979/80. En las cuencas mediterráneas, los años de mayor intensidad seca son también los que van de 1980/81 hasta 1982/83, pero hay un par de ciclos secos de baja intensidad, pero acumulativos, que lo preceden y prolongan, desde 1977/78 y hasta 1986/87. Las máximas intensidades secas se alcanzan en el año 1988/89 y 1989/90 en cuencas del norte, desde Galicia al País Vasco, cabeceras del Ebro y del Carrión y, el último año, en el Duero.

Desde 1990/91 se desarrolla de norte a sur y de oeste a este, una sequía de unos 5 años de duración con altas intensidades secas en las cuencas del Duero y Tajo entre 1990/91 y 1991/92; en el centro peninsular y Levante en 1993/94; en el Tajo, Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura, Levante, Ebro, excepto en su cabecera, y Baleares durante el año 1994/95. La siguiente serie de mapas del índice IPE

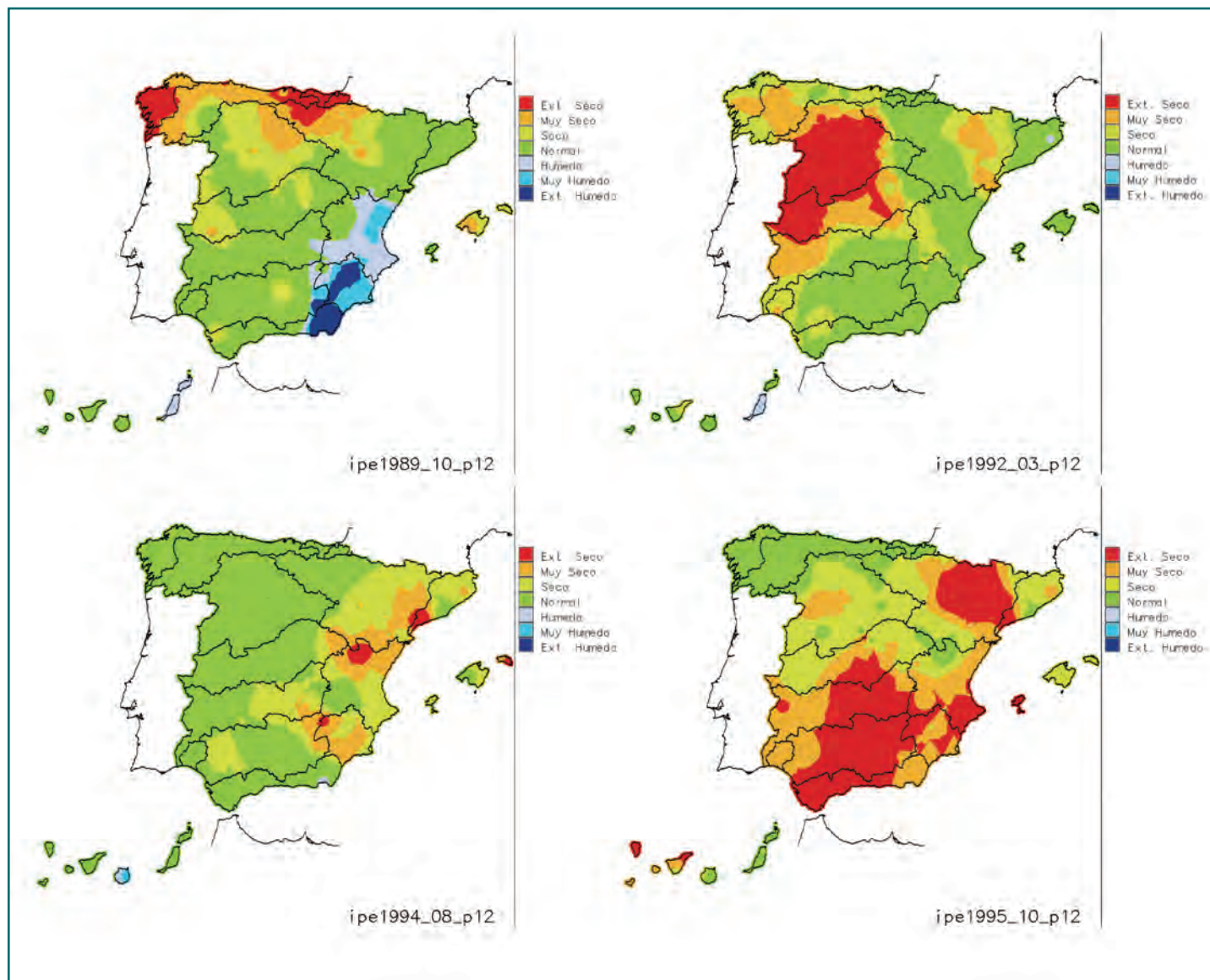


Fig.4. Índice de precipitación estandarizado de 12 meses. Fechas, de izquierda a derecha y de arriba abajo: octubre de 1989; marzo de 1992; agosto de 1994 y octubre de 1995.

calculado con los 12 meses anteriores a cada fecha (figura 4), pretende ilustrar esta evolución.

Desde mediados de los años 90, las lluvias parecen comportarse de nuevo con gran variabilidad, dando picos y valles de escasa persistencia. En las cuencas atlánticas, los años 1998/99 y 2004/05 dan lluvias en los mínimos de la serie. En el Ebro, los años 1999/00 y 2001/02 son secos. Este carácter se manifestó con especial intensidad en cuencas de cabecera y cuencas nororientales del norte de la Península, extendiéndose hacia Cataluña. En las cuencas mediterráneas destacan los años secos 1997/98-1999/00 y el 2004/05. Respecto a la singular persistencia en años secos del tercer ciclo en la evolución de lluvias en España e in-

termitencia de eventos de crecidas importantes en el periodo 1980-1997, Témez (2006) ve similitudes con eventos del periodo 1864-1879 y con otros estudiados por otros autores en Castilla y Andalucía, como Fontana Tarrats en su Historia del Clima de las Mesetas, inédito, tal como cita el propio Témez.

En las islas Baleares, los periodos más secos abarcan los años hidrológicos 1963/64-1967/68, 1981/82-1984/85, 1991/92-1993/94 y 1998/99-2000/01. En Canarias, trabajando con valores totales promediados, se distinguen las secuencias 1959/60-1962/63, que podría extenderse hasta 1966/67 con un año 1962/63 húmedo intercalado; 1997/98-1998/99 y los años 1947/48, 1956/57, 1974/75, 1982/83, 2000/01 son intensamente secos.

La tabla 6 muestra una selección de eventos de sequía utilizando series medias de precipitación en cada una de las grandes cuencas españolas. También se incluyen algunas regiones hidrográficas como las cabeceras de los grandes ríos. La gravedad de la sequía se ha estimado en función de su duración y del déficit alcanzado. Es decir, los altos periodos de retorno se pueden alcanzar tanto en eventos duraderos como en eventos intensos. Se considera que el umbral de entrada en sequía es el valor medio de precipitación. En color rojo se resaltan los años hidrológicos en sequía extraordinaria, con altos periodos de retorno; en naranja los que tienen periodos de retorno entre el rango de 50 y 200 años.

Se observa que las sequías más intensas ocurren desde el año hidrológico 1980/81 hasta la actualidad. La sequía de la década de los 80 alcanza sus peores niveles en momentos variables en función de la región afectada. Las zonas de mayor impacto fueron las cabeceras del Tajo, Guadiana y Guadalquivir, cuencas de margen derecha del Ebro, cuencas del sureste y levante peninsular. Los déficit no son muy intensos, pero la duración sí hace que esta sequía sea extraordinaria. En la sequía de la primera mitad de los 90, esos peores niveles aparecen de manera simultánea en los años 1993/94 y 1994/95 en casi todas las cuencas peninsulares, a excepción de las cuencas costeras como las del norte. Además, es en general más intensa que la de los años 80. Las cuencas del Pirineo Oriental, Cuencas Internas de Cataluña y Segre, son las que con mayor intensidad sufren el déficit acumulado de lluvias durante el trienio 2004/05-2006/07. Utilizando la serie de precipitaciones totales anuales 1940/41-2006/07, se comprueba que, aunque se han dado precipitaciones tan bajas como las de los tres últimos años (Barrera y Llasat, 2005), constituye un evento singular la sucesión de estos tres años con precipitaciones inferiores a las que marca el percentil 20%.

Si bien en el inicio, la situación seca era generalizada en toda la Península, finalizado el año hidrológico 2006/07, la sequía meteorológica en las cuencas Catalanas aparece local, intensa y extraordinaria (figura 5). Sin embargo, en el gráfico anterior se vuelven a ver las notas básicas de una evolución climática general en la Península, con particularidades regionales (Llasat y Capó, 1999). En el año 2004/05 la sequía sí estaba extendida en casi toda

Tabla 6. Identificación de sequías anuales en diversas regiones de España

Año Hidrológico	Norte	Norte III y C. I. País Vasco	Duero	Tajo	Cabecera del Tajo	Guadiana	Cabecera del Guadiana	Guadalquivir	Cabecera del Guadalquivir	C. Mediterráneas Andalucía	Segura	Júcar	Ebro	Cabecera del Ebro	C. Margen Derecha Ebro	C. Gállego y Segre	C. I. Cataluña	Balears	Canarias	España
1940/41																				
1941/42																				
1942/43																				
1943/44																				
1944/45																				
1945/46																				
1946/47																				
1947/48																				
1948/49																				
1949/50																				
1950/51																				
1951/52																				
1952/53																				
1953/54																				
1954/55																				
1955/56																				
1956/57																				
1957/58																				
1958/59																				
1959/60																				
1960/61																				
1961/62																				
1962/63																				
1963/64																				
1964/65																				
1965/66																				
1966/67																				
1967/68																				
1968/69																				
1969/70																				
1970/71																				
1971/72																				
1972/73																				
1973/74																				
1974/75																				
1975/76																				
1976/77																				
1977/78																				
1978/79																				
1979/80																				
1980/81																				
1981/82																				
1982/83																				
1983/84																				
1984/85																				
1985/86																				
1986/87																				
1987/88																				
1988/89																				
1989/90																				
1990/91																				
1991/92																				
1992/93																				
1993/94																				
1994/95																				
1995/96																				
1996/97																				
1997/98																				
1998/99																				
1999/00																				
2000/01																				
2001/02																				
2002/03																				
2003/04																				
2004/05																				
2005/06																				
2006/07																				

la Península, y es persistente, hasta el momento, en el noreste peninsular. La sequía de la primera mitad de los 90 aparece más grave que la actual si se atiende a su extensión y persistencia.

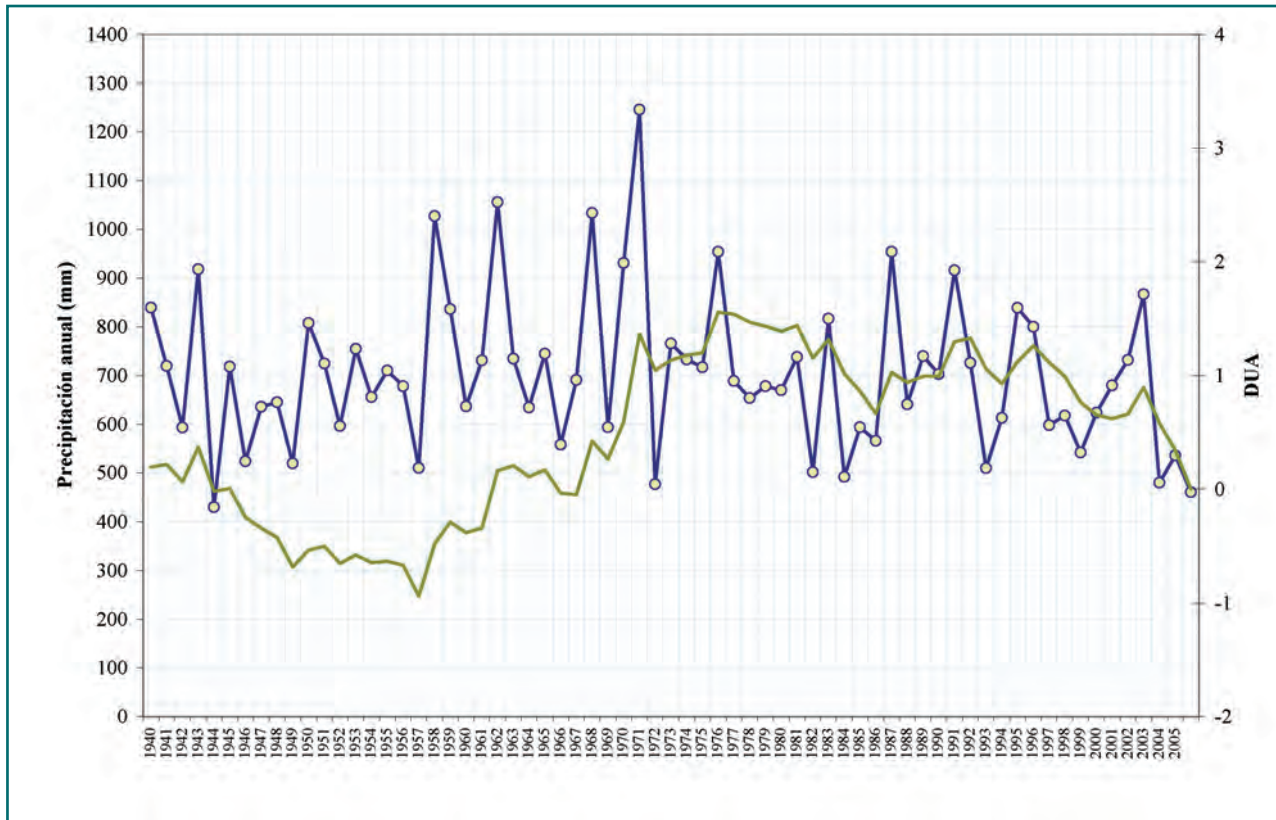


Fig. 5. En línea con marcado, serie de precipitaciones anuales (mm); en línea simple, desviaciones unitarias acumuladas respecto a la media, en Cuenca Interna de Cataluña.

Conclusiones

El artículo muestra eventos de sequía identificados en España. En primer lugar se ha realizado una recopilación de los eventos y sus impactos publicados por especialistas en libros y revistas especializados en temas del agua en España. Una parte importante de esta información histórica procede de los estudios sobre ceremonias de rogativas. Estas rogativas son reacciones de carácter religioso para intentar resolver los problemas estacionales del déficit de recurso. Constituyen, por tanto, una información de marcado carácter regional y asociada a los valores socioculturales y religiosos de la época. En este período se suceden varios episodios secos, atendiendo a las rogativas celebradas, pero en su mayoría parece tratarse de episodios de escasa duración y extensión. Aún así, en este primer periodo se pueden destacar una serie de secuencias secas, generalizadas en prácticamente toda la Península, con una alta frecuencia en las rogativas: 1748-55, 1779-84, 1800-16, 1840-50, 1861-80. Desde un punto de vista histórico, faltaría completar aspectos relativos a la identificación de patrones climáticos que ya tratan algunos de los autores consultados.

Otra de las tareas planteadas es completar en lo posible y ampliar información sobre impactos sectoriales derivados. La utilización de series climáticas reconstruidas puede además permitir la aplicación de modelos estadísticos para la identificación de sequías a series más extensas que las actualmente disponibles.

Se han aplicado modelos estadísticos, valorando la intensidad y la duración del déficit de lluvia en diferentes regiones de España. Las series abarcan desde el año hidrológico 1940/41 hasta el 2006/07. En la serie de valores de precipitación media en España aparecen tres periodos. El anterior a los años 60 es de carácter seco; ésta década y la primera mitad de los 70 son de carácter húmedo; y finalmente, la tendencia de los últimos treinta años, vuelve a ser seca, con sequías intensas y persistentes desde la década de los 80 hasta la actualidad. De esta última secuencia son destacables dos etapas. Por un lado, las sequías de la década de los 80, de larga duración y baja intensidad; por otro lado, la sequía de la primera mitad de los 90, que afectó a la mayor parte de las cuencas peninsulares con valores de lluvia intensamente reducidos, especialmente en los años hidrológicos 1993/94 y 1994/95.

En los últimos años, desde 2004/05 hasta 2006/07, se ha producido en España una sequía con un déficit de precipitaciones especialmente intenso durante el año 2004/05. Esta situación se ha hecho persistente en el noroeste de la Península, donde la falta de lluvias ha llegado hasta el año 2006/07. La propagación del déficit de lluvias por el ciclo hidrológico retrasa el impacto de la sequía y hace que el efecto del año más seco se haya notado con posterioridad.

Agradecimientos

Estos trabajos se realizan como materia de la actuación "Elaboración de un sistema de indicadores hidrológicos para la identificación de situaciones de sequía"

de la encomienda de gestión por la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente al Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) del Ministerio de Fomento para la realización de asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materias de su competencia. Se agradece a D. Teodoro Estrela Monreal y D. Alberto Rodríguez Fontal, de la Subdirección de Planificación y Uso Sostenible del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, la coordinación y dirección de los trabajos realizados.

Por último, agradecer la colaboración del Dr. Silvano Castaño Castaño, del Instituto Geológico y Minero de España, IGME, y de la Dra. María del Carmen Llasat Botija, del Departament d'Astronomia i Meteorologia (Universitat de Barcelona), en la lectura, revisión y aportaciones realizadas al trabajo. ♦

Referencias:

- Barrera, A.; Llasat Botija, M. C. (2005). *Nota sobre la evaluación de la situación de sequía en España* (septiembre 2004-mayo 2005). RAM. Revista del Aficionado a la Meteorología. Nº 33, sep 2005. <http://www.meteored.com/ram>
- Barriendos, M.; Llasat, M. C. (2003). *The case of "Maldá" anomaly in the western mediterranean basin (AD 1760-1800): an example of a strong climatic variability*. Climatic Change. Nº 61. pp. 191-216
- Barriendos Vallvé, M.; Martín-Vide, J. (1996). *Actas XXV Jornadas Científicas de la Asociación Meteorológica Española (AME). Desertificación y degradación de suelos en España*. 1996. pp. 41-44
- Couchoud Sebastián, R.; Sánchez Ferlosio, R. (1965). *De los anales del Segura*. Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid. 104 p.
- Domínguez-Castro, F.; Santisteban, J. I.; Mediavilla, R.; Barriendos, M. (2007). *Evolución de eventos climáticos (inundaciones y sequías) para la zona central de la Península Ibérica desde el siglo XVI a partir del registro de rogativas e inundaciones históricas*. II Semana de Jóvenes Investigadores del IGME. Eds. D. D. Bermúdez, M. Najarro, C. Quesada. Madrid, IGME. pp. 57-63.
- Dracup, J.A.; Seong, L.K.; Paulson E.G. (1980). *On the statistical characteristics of drought events*. Water Resources Research. Vol 16, nº 2, abr 1980. pp 289-296
- Dracup, J.A. Seong, L.K. Paulson E.G. (1980). *On The definition of droughts*. Water Resources Research. Vol 16. Nº 2, abr 1980. pp 297-302
- Font Tullot, I. (1988). *Historia del Clima de España*. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid. 297 p.
- González, J.; Valdés, J. (2003). *Bivariate Drought Recurrence Analysis Using Tree Ring Reconstructions*. J. Hydrologic Engrg., Vol. 8, nº 5, sep-oct 2003. pp. 247-258.
- Hernández Varela, L.; Lozano Valencia, M. Á.; Soletto García, C. (2003). *Estudio de los acontecimientos meteorológicos extraordinarios en la Comunidad Autónoma del País Vasco (1870-1954) a través de la prensa*. Investigaciones Geográficas. Nº 30. pp. 165-180.
- Linés Escardo, A. (1991). *Cambios en el sistema climático: una aproximación al problema*. Ministerio de Transportes, Turismo y Comunicaciones, Madrid, 1991. 125 p.
- Llasat, M. C.; Quintas, L. (2004). *Stationarity of Monthly Rainfall Series since the Middle of the XIXth Century. Application to the Case of Peninsular Spain*. Natural Hazards. Nº 31. pp. 613-622.
- Llasat Botija, M. C.; Capó Truyols, E. (1999). *Definición de un índice meteorológico global para el diagnóstico de situaciones de sequía en España*. Convenio de Colaboración entre el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas y la Fundación Bosch y Gimpera (Universidad de Barcelona). Inédito
- Martín-Vide, J.; Barriendos Vallvé, M. (1995). *The use of rogation ceremony records in climatic reconstruction: a case study from Catalonia (Spain)*. Climatic Change nº 30, Kluwer Academic Publishers. pp. 201-220.
- McKee, T.; Doesken, N.; Kleist, J. (1995). *Drought Monitoring with Multiple Time Scales*. American Meteorological Society, 9th. Conference on Applied Climatology. pp. 233-236.
- MIMAM (2000). *Libro Blanco del Agua*. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas.
- MIMAM (2007). *Planes Especiales de Sequía*. Ministerio de Medio Ambiente. Secretaría de Estado de Aguas y Costas. Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas. http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/ons/planes_sequia_i_sas/
- Morales Gil, A.; Olcina Cantos, J.; Rico Amorós, A. M. (2000). *Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección*. Investigaciones Geográficas. Nº 23. pp. 5-46.
- Olcina Cantos, J. (1994). *Riesgos climáticos en la Península Ibérica*. Libros Penthalon. Acción Divulgativa, S.L. Madrid. 440 p.
- Palmer, W.C. (1965). *Meteorological drought*. Research Paper No. 45. U.S. Weather Bureau. NOAA Library and Information Services Division, Washington, D.C. 58 p.
- Témez Peláez, J. R. (2006). *Las catástrofes hidrológicas españolas y el cambio climático*. Revista de Obras Públicas. Vol. 153, nº 3467. pp. 7-11.
- Témez Peláez, J. R. (2007). *Sequías, Península Ibérica, Leyes de frecuencia*. Records históricos de lluvias y caudales. Ingeniería Civil. Nº 145, ene-feb-mar 2007. pp. 133-139.
- Yevjevich, V. (1983). *Methods for determining statistical properties of droughts*. In: Coping with Droughts (Eds. V. Yevjevich, L. Da Cunha y E. Vlachos), Water Resources Publications, Fort Collins, Colorado, EE.UU. 417 p.
- Zamora Pastor, R. (2000). *El Estudio de la Sequía de Principios del Siglo XIX en Orihuela a partir de los valores de las rogativas "pro lluvia"*. Investigaciones Geográficas. Nº 23. pp. 165-173.