

ANÁLISIS DE LOS PERÍODOS DE SEQUÍAS EN LAS LLANURAS DE CASTILLA Y LEÓN DE 1988 A 2015



Universidad de Valladolid



Roberto Aparicio López
Trabajo Fin de Grado
Departamento de Geografía y Ordenación del Territorio
Facultad de Filosofía y Letras, Valladolid

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. EL ÁREA DE ANÁLISIS.....	3
3. METODOLOGÍA	7
4. SOBRE EL CONCEPTO DE SEQUÍA Y SUS DIFERENTES FORMAS	15
5. CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS EN CASTILLA Y LEÓN: RESULTADOS.....	17
5.1. Intensidad de los periodos se sequedad	17
5.2. Resultados del estudio sinóptico	21
5.3. La duración de los episodios de sequia.....	26
5.4. Comportamiento pluviométrico de los años analizados ..	30
6. RELACIÓN ENTRE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA Y LA SEQUÍA HÍDRICA	40
7. PROBLEMAS DERIVADOS DE LAS SEQUÍAS.....	52
8. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	55
9. CONCLUSIONES.....	56
10. BIBLIOGRAFÍA	59
11. RECURSOS INTERNET.....	60
12. ÍNDICE DE FIGURAS	60
13. ÍNDICE DE CUADROS	61
14. ÍNDICE DE FOTOS	61

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo de investigación que se presenta analiza las sequías en las llanuras de Castilla y León durante el período comprendido entre 1988 a 2015. Se trata de un tema de gran interés en una Comunidad Autónoma en cuyo interior los registros pluviométricos anuales no son de gran entidad, y donde la actividad agraria sigue ejerciendo un gran peso en la economía de la región.

Así mismo, en la elección de este tema ha primado el gran interés que despierta en mí el poder relacionar dos materias de gran importancia dentro de la Geografía, como son la Climatología y la Hidrogeografía, que se encuentran entre mis favoritas. Por ello, el desarrollo de dicho trabajo, aunque bastante laborioso, ha sido un gran aliciente, desarrollándolo con gran ilusión e interés.

Desde que comencé mis estudios en el Grado de Geografía y Ordenación del Territorio tuve en mente desarrollar un Trabajo Fin de Grado sobre algún tema relacionado con los recursos hídricos o con el clima, y ante esta oportunidad no lo dude. Particularmente me llama mucho la atención todo lo relacionado con el Cambio Climático actual. Saber si todo lo que se dice al respecto es cierto o hasta qué punto. Por eso me pareció muy interesante la idea de investigar acerca de los períodos de sequías en Castilla y León. Ver la entidad de las mismas, analizar sus intervalos de aparición, su mayor o menor duración, etc., para poder llegar a establecer posibles pautas de comportamiento y cambios en su evolución y desarrollo prácticamente en las tres últimas décadas.

Además, es un tema muy actual, del que se habla con asiduidad en los medios de comunicación. Existe al respecto una enorme preocupación en la sociedad ante la falta de las precipitaciones, o ante la cada vez más irregular forma de producirse.

2. EL ÁREA DE ANÁLISIS

Castilla y León es una Comunidad Autónoma situada en el cuadrante noroccidental de la Península Ibérica (Figura 1), de elevada altitud media (unos 800 m), y estando integrada por 9 provincias (Ávila, Burgos, León, Palencia, Salamanca, Segovia y Soria, Valladolid y Zamora).

Su territorio, con una extensión de 94.147 km², se encuentra estructurado en dos grandes conjuntos: una orla montañosa por prácticamente todo su alrededor, con potentes cordales montañosos que la rodean con una gran altitud superando frecuentemente los 2.000 metros, y un conjunto de llanuras a diferentes niveles altitudinales en su interior. La Cuenca del Duero que ocupa unos 200 kilómetros en sentido meridiano, situada entre las cordilleras Cantábrica y Central y unos 250 kilómetros en sentido zonal, entre las montañas galaico-leonesas y el Sistema Ibérico, Al oeste no encontramos elevaciones tan significativas como en el resto del entorno, destacando en la línea fronteriza con Portugal en los Arribes del Duero. No obstante, en territorio portugués aparece el sector montañoso de Tras-os-Montes, que contribuye a cerrar a la región por este sector occidental.

Figura 1. LOCALIZACIÓN DE CASTILLA Y LEÓN EN ESPAÑA



Fuente: Elaboración propia a partir de *Google earth*.

Recorriendo su interior aparece el prolongado valle del Duero, que atraviesa la extensa cuenca sedimentaria de Castilla y León, hundida en la orogénesis alpina y rellena a lo largo del Terciario alcanzado en determinados sectores más de 2000 m de espesor. En ella dominan litologías en general blandas y calcáreas, fundamentalmente arcillas, margas y yesos y calizas. Rocas unas veces más consistentes y otras más permeables, que han permitido la aparición de formas de relieve bien características en su interior como son los páramos y las campiñas, así como algunos cerros testigos, indicadores de hasta donde llegaban las extensas plataformas estructurales de los páramos. Esta región

desde el punto de vista climático pertenece al clima mediterráneo, con algunas excepciones en los lugares más cercanos a los sistemas montañosos, sobre todo más septentrionales, donde algunos autores señalan incluso rasgos de cierta oceanidad, aunque pertenecen a zonas de montaña. El clima mediterráneo se caracteriza por la escasez e irregularidad en las precipitaciones a lo largo del año, pudiendo variar entre los 300 y 700 mm; unas temperaturas contrastadas estacionalmente y en ocasiones con fuerte amplitud térmica, aunque su principal rasgo que le caracteriza es la aridez estival, gracias al dominio de situaciones anticiclónicas, sobre todo del anticiclón de las Azores, que le afectan en gran número de días a la Península Ibérica

Como señalan C. Morales Rodríguez y M^a T. Ortega Villazán (2002), un factor clave en la caracterización climática de esta región es su configuración geomorfológica. El fuerte contraste entre su cingulo montañoso periférico y la planitud del interior más deprimida supone un factor decisivo en su clima, más incluso que el que se encuentre en la parte noroccidental de la Península ibérica.

Por su localización, la región queda a merced del balanceo estacional que experimenta la circulación de los vientos del Oeste, con la variedad de situaciones dinámicas que lleva asociadas. También es importante destacar el papel que desempeña la Cordillera Central como divisoria climática, dado que existe una fuerte disimetría entre vertientes por su situación respecto a las irrupciones de aire frío del noroeste y de aire cálido del suroeste.

A su vez, por el norte la Cordillera Cantábrica contribuye a singularizar aún más los rasgos climáticos del interior de la Cuenca del Duero (Mournier, 1979). Pues la potencia y la extensión de esta cordillera generan un importante elemento diferenciador entre dos dominios climáticos, el dominio climático atlántico y el mediterráneo.

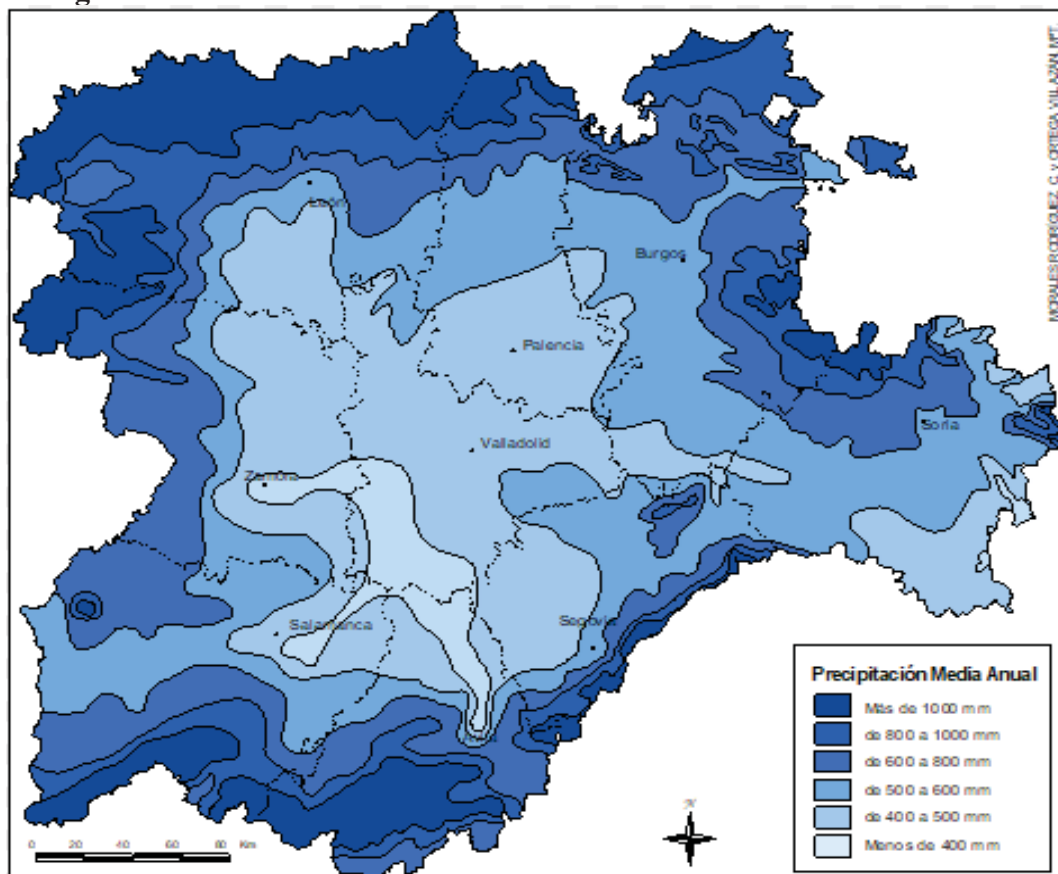
Por lo tanto, aunque el factor situación geográfica incida sobre todo en rasgos muy generales del clima regional, como por ejemplo la duración de los veranos y sobre todo las variaciones estacionales, su configuración morfológica es aún más determinante, principalmente para las llanuras del interior, siempre más mermadas en los registros de precipitaciones y donde la aridez estival se afianza con mayor fuerza.

No a todos los espacios de la Comunidad les afecta por igual los episodios de sequía. Además, teniendo en cuenta que solo se van a analizar las llanuras, la parte más central

de la región, descartando las montañas periféricas, aun así, cada provincia tiene unas características propias a nivel más específico.

Hay capitales de provincia que tienen elevada altitud, caso de Ávila (1.131m), Soria (1.063 m) o Segovia (1.005), o tienen sistemas montañosos próximos (Cordillera Central en Ávila y Segovia; Cordillera Ibérica en Soria), o las hay incluso con una total ausencia de montañas, caso de Valladolid que está en pleno valle del Duero. Esto va a originar distintos comportamientos a la hora de producirse precipitaciones (Figura 2), y también en el desarrollo y forma de manifestarse los episodios de sequía. Aunque el análisis se ha realizado a escala general, para las llanuras de Castilla y León, la localización de cada uno de los observatorios y su respectivo medio físico va a condicionar las distintas formas de manifestarse la sequedad y su grado de prolongación.

Figura 2. PRECIPITACIÓN MEDIA ANUAL DE CASTILLA Y LEÓN



Fuente: Morales Rodríguez, C y Ortega Villazán, M. Tª.

Al igual que en otras muchas regiones de España, la aridez estival se encuentra bien definida en esta comunidad autónoma. El enclaustramiento que sufre la región favorece por lo general mayor sequedad en las masas de aire, que previamente precipitan con

mayor intensidad sus descargas sobre las montañas. Alcanza su máximo apogeo en el estío. Julio y agosto son los meses de más reducidas lluvias, aunque en gran parte del interior también afecta a junio y septiembre, desarrollándose un periodo de tres o cuatro meses de aridez. Esta es más acusada en las campiñas del sur del Duero (Zamora, Valladolid), tramos bajos de los valles de Valderaduey y Esla, Arribes del Duero... Los índices medios de precipitación estival son inferiores a los 30 mm en las llanuras, no alcanzándose muchas veces los 10-20 mm. Sin embargo, por su duración, es una aridez bastante más atenuada que la que se padece en el sur de España, pero no por ello es menos significativa.

Es evidente que la aridez estival es un atributo propio del clima de esta región, pero tan importante como ésta es tratar de reconocer que períodos muestran una significativa reducción de los registros pluviométricos a lo largo del año y durante una serie prolongada de años, para así poder caracterizar los períodos de sequía susceptibles de padecerse en Castilla y León. Por otro lado, debido a la mayor importancia que muestran estos períodos en las llanuras del interior, se ha decidido centrar la investigación en este ámbito.

3. METODOLOGÍA

La metodología seguida en el trabajo de investigación ha seguido los siguientes pasos:

1. Recopilación de la información pluviométrica

En principio el período de análisis como primera opción era analizar la información pluviométrica del periodo comprendido entre 1988 a 2017, para así analizar un intervalo de 30 años, como recomienda la O.M.M para cualquier estudio climático. No obstante, diversos problemas surgidos en la obtención de los mismos nos llevaron a reducirlos a 28 años, de 1988 a 2015. Ha sido una lástima pues nos ha impedido tratar los dos últimos años (2016-17), que se han distinguido por padecer períodos de sequía importantes.

Un problema importante ha estado ligado a la obtención de la información. Se consultó primero en la Delegación Territorial de AEMET en Castilla y León, sita en Valladolid, pero el cobro de una cantidad importante por los datos solicitados nos obligó a abandonar esta vía. La solución estuvo en obtenerla a través de la página web de

AEMET, donde están colgados los datos del *Calendario Meteorológico*. Se trata de una publicación anual editada ininterrumpidamente por la Agencia Estatal de Meteorología y sus organismos antecesores (I.N.M) desde 1943. En él aparecen datos estadísticos del año anterior al de consulta correspondientes a diferentes variables meteorológicas a lo largo de todo el territorio español. Además, incluye información adicional de tipo astronómico, hidrológico, fenológico o medioambiental, así como artículos divulgativos de carácter meteorológico o climatológico.

Algunos problemas en relación con la toma de datos han estado en el hecho de que sólo existía información hasta agosto de 2016, al no haberse completado aún toda información hasta nuestros días, de ahí el acotamiento del período de estudio hasta el año 2015. Otro hándicap importante ha residido en el largo período de tiempo que ha llevado la elaboración de nuestra propia base de datos sobre la que trabajar.

En dichos Calendarios Meteorológicos se ha tomado la información pluviométrica de las diferentes capitales de provincia de la región, a excepción de la de Palencia, que no figura. No obstante, la cercanía a Valladolid hace que no muestre un comportamiento muy distinto a la de ésta. Así mismo, se ha tomado la información del observatorio de Navacerrada (Cercedilla), a fin de tener un elemento de referencia y comparación con un área de montaña (Figura 3). Hubiera resultado mejor poder contar con un mayor número de estaciones, pero éstas no figuraban en la publicación consultada (Cuadro I).

Figura 3. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE OBSERVATORIOS CONSULTADOS



©Roberto Aparicio López

Fte.: Elaboración personal

Cuadro I. COORDENADAS DE LOS OBSERVATORIOS CONSULTADOS

ESTACIÓN	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD
Valladolid	735 m	41° 38' 27" N	4° 45' 16" O
Soria	1082 m	41° 46' 30" N	2° 28' 59" O
Segovia	1005 m	40° 56' 43" N	4° 7' 35" O
León	912 m	42° 35' 18" N	5° 39' 4" O
Burgos	891 m	42° 21' 25" N	3° 37' 13" O
Salamanca	790 m	40° 57' 34" N	5° 29' 54" O
Zamora	656 m	41° 30' 56" N	5° 44' 7" O
Ávila	1130 m	40° 39' 33" N	4° 40' 48" O
Navacerrada	1894 m	40° 47' 35" N	4° 0' 38" O

Fuente: Elaboración personal a partir de AEMET

2. Identificación de los meses con precipitaciones reducidas

Una vez completados todos datos de precipitación de todos los meses y todos los años de las estaciones elegidas, se pasó a identificar aquellos meses que tenían 30 o menos de 30 mm de precipitación. Este umbral se adapta muy bien a nuestras latitudes y en condiciones de clima mediterráneo, a la consideración de escasez de lluvias, y sobre todo a la presencia de aridez estival, según marcó en su día el H. Lautesanch (1971) que estipula que por debajo de 30 mm implica la presencia de la misma. Aunque este concepto se obtiene en relación con las elevadas temperaturas del verano, se ha considerado que para el resto de los meses del año se puede utilizar como indicador de precipitaciones reducidas, de acuerdo a los valores medios normales de los observatorios consultados.

Así mismo, también se ha seleccionado otro umbral aún más restrictivo y mejor indicador de la indigencia de lluvias, como es marcar aquellos meses con 20 o menos de 20 mm de precipitación (Cuadro II). Cada uno de estos criterios se marca con colores de distinta intensidad a fin de poder comprobar a primer golpe de vista la proporción de meses con precipitaciones reducidas o muy reducidas.

Cuadro II. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (Período 1988-2015)

AÑO	MES	VALLADOLID	SORIA	SEGOVIA	LEÓN	BURGOS	SALAMANCA	ZAMORA	AVILA	NAVACERRADA	pp media Cyl. sin Navacerrada	PP Totales
1988	Enero	61	61	41	120	72	37	32	54	243	60	478
	Febrero	17	38	14	27	29	12	23	8	31	21	168
	Marzo	1	8	9	4	22	2	4	2	32	7	52
	Abril	106	130	109	74	164	73	82	89	216	103	827
	Mayo	58	97	72	78	45	85	68	74	159	72	577
	Junio	99	119	-	120	65	112	80	107	253	100	702
	Julio	36	21	-	52	44	26	41	6	66	32	226
	Agosto	0	2	-	7	9	0	0	0	0	3	18
	Septiembre	2	2	-	5	8	2	2	1	15	3	22
	Octubre	26	53	-	70	33	46	48	39	140	45	315
	Noviembre	22	38	24	28	14	34	33	23	151	27	216
	Diciembre	2	2	2	5	9	1	0	3	14	3	24
	PP	430	571	271	590	514	430	413	406	1320	454	3625
1989	Enero	10	12	7	17	13	8	13	11	26	11	91
	Febrero	30	57	30	44	46	25	19	16	116	33	267
	Marzo	15	28	21	40	8	12	7	40	82	21	171
	Abril	57	70	71	73	94	77	52	112	163	76	606
	Mayo	55	81	70	89	105	75	73	57	117	76	605
	Junio	20	23	59	6	4	22	18	25	70	22	177
	Julio	12	-	7	12	39	14	3	17	34	15	104
	Agosto	34	35	38	18	22	6	6	11	35	21	170
	Septiembre	28	15	23	15	35	8	26	93	44	30	243
	Octubre	24	11	15	33	8	16	24	14	43	18	145
	Noviembre	116	78	83	166	74	54	99	159	481	109	869
	Diciembre	153	96	89	222	103	112	97	123	300	124	995
	PP	554	506	511	735	551	469	417	678	1511	555	4443
1990	Enero	28	27	35	42	50	25	25	18	78	31	250
	Febrero	11	9	3	11	19	8	5	1	6	8	67
	Marzo	2	23	17	20	4	8	6	21	37	13	101
	Abril	50	29	39	38	75	32	33	38	105	42	334
	Mayo	41	82	31	37	73	24	33	22	20	43	343
	Junio	39	53	36	39	62	56	34	67	21	48	386
	Julio	7	16	10	24	10	18	11	6	63	13	102
	Agosto	10	22	3	24	26	11	26	54	10	22	176
	Septiembre	27	21	31	21	26	20	34	15	73	24	195
	Octubre	47	45	49	74	62	87	51	66	130	60	481
	Noviembre	50	60	56	68	58	29	40	29	138	49	390
	Diciembre	22	29	43	30	43	13	7	20	102	26	207
	PP	334	416	353	428	508	331	305	357	783	379	3032
1991	Enero	26	14	24	54	26	47	43	27	30	33	261
	Febrero	39	61	50	31	55	52	30	27	-	43	345
	Marzo	57	53	64	109	55	39	38	80	153	62	495
	Abril	23	126	60	18	75	12	20	41	83	47	375
	Mayo	10	28	25	22	16	37	10	22	106	21	170
	Junio	1	31	31	23	7	14	0	9	7	15	116
	Julio	2	14	15	5	10	13	9	13	10	10	81
	Agosto	0	3	1	1P	0	1P	0	1P	0	1	4
	Septiembre	23	62	49	45	43	27	19	58	89	41	326
	Octubre	25	69	27	39	38	26	18	38	153	35	280
	Noviembre	15	43	23	43	40	17	20	11	103	27	212
	Diciembre	14	5	7	9	4	14	14	14	21	11	86
	PP	235	509	376	398	369	298	221	345	755	344	2751

Fuente.: Elaboración propia a partir del Calendario Meteorológico de AEMET.

3. Análisis de los meses con valor medio de precipitación inferior a 30 y 20 mm

Tras haber seleccionado todos los meses por debajo del baremo de 30 mm o 20 mm, se calcula no sólo el total anual de cada observatorio, sino lo que supone la precipitación acumulada para el conjunto de las estaciones y año a año. Se trata de ver qué meses han recibido precipitaciones reducidas en todas las capitales de provincia al mismo tiempo. Es entonces cuando se marcan aquellos meses que al año han recibido menos de 30 mm en el conjunto de las llanuras de Castilla y León.

Posteriormente, los meses seleccionados serán los que se analicen desde el punto de vista de la dinámica atmosférica.

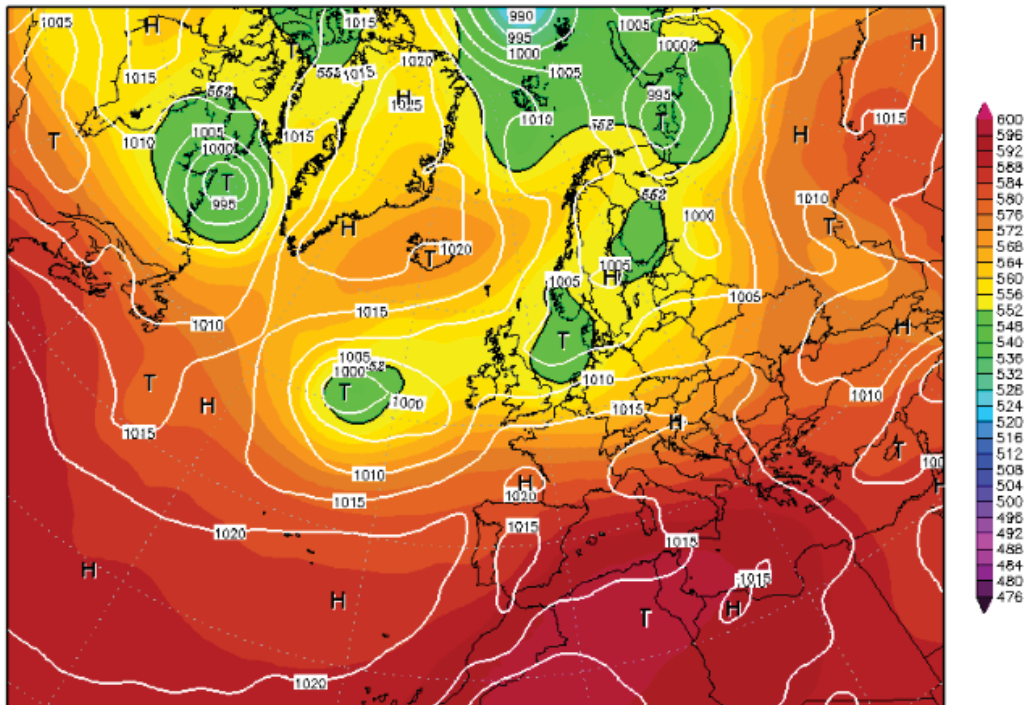
4. Estudio de la dinámica atmosférica en los meses seleccionados

Este paso consiste en observar la dinámica atmosférica reinante durante los meses que cumplen los requisitos que se han indicado con anterioridad, es decir, meses que en las llanuras de la región no superan los 30 mm de precipitación. Se trata de averiguar a qué

situaciones atmosféricas se han debido, saber su génesis para poder justificar el motivo de la escasez de las precipitaciones.

Para ello se ha recurrido a la página web alemana de: www.wetterzentrale.de la cual nos brinda la posibilidad de ver qué situaciones atmosféricas se han producido en los últimos treinta años. Para ello se optó por utilizar el modelo de CFSR (*Climate Forecast System Reanalysis*) que ofrece imágenes de topografías a 500 hPa y 850 hPa de toda Europa, junto con el reflejo de las isobaras superficiales, y ello durante distintas horas (00h/06h/12h/18h) a lo largo del día (Figura 4).

**Figura 4. MAPA SINÓPTICO A 500 mb DEL 8-JULIO-2008
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)**



Fte: www.wetterzentrale.de

5. Elaboración del Catálogo de episodios de sequías

A partir de la información que proporcionaba la página web alemana, se pudo elaborar un Catálogo de episodios de sequías para así obtener nuestra propia base de datos. La identificación de los episodios se realiza en función de la que marcan los diferentes tipos de tiempo. Todo queda recogido en una hoja de cálculo a partir del programa EXCEL (Cuadro III).

La estructura de la información se recoge en diferentes campos, donde quedan especificados el año, el número del episodio, la fecha en que se desarrolló cada

episodio, la duración resultante y, por último, el tipo de tiempo que hubo en cada fecha señalada.

Cuadro III. FRAGMENTO DEL CATÁLOGO DE TIPOS DE TIEMPO (1988-2015)

CÁLOGO DE TIPOS DE TIEMPO CON SITUACIONES ANTICICLÓNICAS EN MESES CON MENOS DE 30 mm DE PRECIPITACIÓN (1988 - 2016)				
Año/(CFSR)	Nº EPI	FECHA	DURACIÓN	TIPO DE TIEMPO
1988	1	2/3 - II	2	Cr. Tm
	2	5 - II	1	Cr. Tm Zonalizada (Amplia)
	3	8/11 - II	4	Cr. Tm
	4	12 - II	1	Cr. Tm y vag Pm al NO
	5	13/23 - II	11	Cr. Tm
	6	29 - II a 2 - III	3	Cr. Tm y vag Am al NE
	7	4/15 - III	12	Cr. Tm
	8	16/17 - III	2	Cr. Tm Zonalizada (Amplia)
	9	18/20 - III	3	Cr. Tm
	10	22/24 - III	3	Cr. Tm
	11	25/26 - III	2	Cr. Tm Zonalizada (Amplia)
	12	27/29 - III	3	Cr. Tm
	13	1/2 - VIII	2	Cr. Tc y vag Pm al NO
	14	4/9 - VIII	6	Cr. Tc
	15	10 - VIII	1	Cr. Tc y Vag Pm al NO
	16	11/15 - VIII	5	Cr. Tc
	17	16/20 - VIII	5	Cr. Tm
	18	21/27 - VIII	7	Cr. Tc y vag Pm al O
	19	1/4 - IX	4	Cr. Tm Zonalizada (Amplia)
	20	5/10 - IX	6	Cr. Tc
	21	11/13 - IX	3	Cr. Tm
	22	17/22 - IX	6	Cr. Tm
	23	23/25 - IX	3	Cr. Tm
	24	26/29 - IX	4	Cr. Tc
	25	4/5 XII	2	Cr. Tm Zonalizada (Amplia)
	26	6/17 - XII	12	Cr. Tm
	27	18/19 - XII	2	Cr. Tm Zonalizada (Amplia)
	28	20/25 - XII	6	Cr. Tm
	29	26 - XII a 4 - I (89)	6	Cr. Tm
			127	83%

Fte.: Elaboración propia a partir de www.wetterzentrale.de

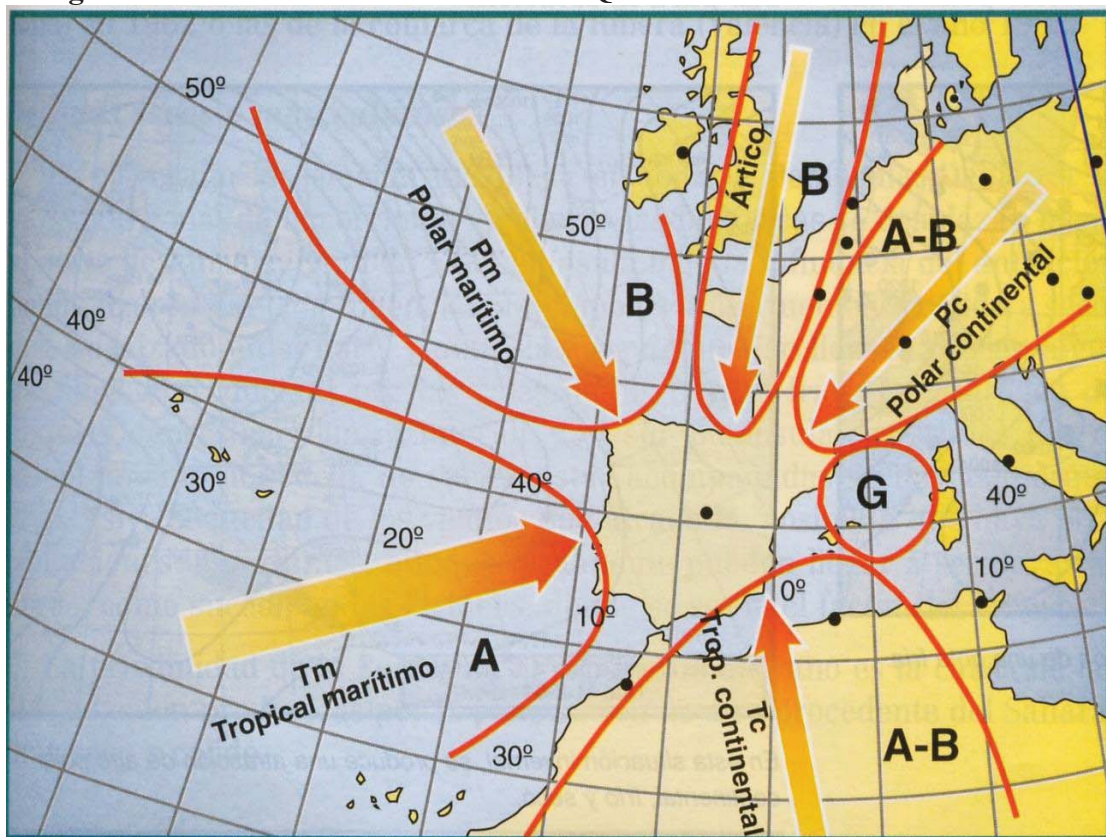
En total se han catalogado 872 episodios en el cómputo global del periodo, con una variedad de días de duración, viendo así carácter irregular que se ha podido comprobar en la dinámica atmosférica.

Para la elaboración de este catálogo se han empleado numerosos días, en torno al mes al tenerse que consultar 4711 mapas sinópticos, 161 meses y 28 años. Comprobar datos

6. Estudio sinóptico

En este apartado se ha preferido ser escrupuloso identificando todos los tipos de tiempo susceptibles de generar situaciones de sequía en la región. Para poder ver con exactitud los tipos de tiempo que pueden afectar al territorio analizado en la Figura 5 se aprecian las masas de aire a las que está expuesta la Península Ibérica así como su área de procedencia.

Figura 5. MAPA DE MASAS DE AIRE QUE AFECTAN A LA P. IBÉRICA



Fuente <http://salvadoresege.blogspot.com>

De todas estas masas de aire las que generan situaciones anticiclónicas son las que penetran principalmente desde el oeste y desde el sur, a través del aire Tropical Marino /Tm) y Tropical Continental (Tc).

No obstante, esta aparente simplificación queda rota al consultar su diferente forma de manifestarse y de acceder al territorio peninsular. Dentro de éstas existe una curiosa diversidad de situaciones anticiclónicas. De ahí que la relación de tipos de tiempo con la

que se ha trabajado pueda parecer muy amplia, pero se ha preferido que sea así para poder alcanzar mayor grado de precisión en los resultados obtenidos.

Cuadro IV. TIPOS DE TIEMPO GENERADORES DE EPISODIOS DE SEQUÍA (1988-2015)	
Crestas anticiclónicas Tm	Cresta Tm
	Cresta zonalizada Tm
Crestas anticiclónicas Tc	Cresta Tc
Dinámicas mixtas con aire Tm	Cresta Tm y Vaguada Pm al noroeste
	Cresta Tm y Vaguada Am al norte
	Cresta Tm y Vaguada Am al noreste
	Cresta Tm con Gota Fría
Dinámicas mixtas con aire Tc	Cresta Tc y vaguada Am al norte
	Cresta Tc y vaguada Pm al noroeste
	Cresta Tc y vaguada Pm al oeste
	Cresta Tc y vaguada Am al noreste
	Cresta Tc con Gota Fría
Fte.: Elaboración personal	

Estos tipos de tiempo siempre que estén acompañados de una Vaguada o una Gota fría irán complementados por la localización concreta de éstas.

Conviene señalar que esta tarea de reconocimiento de los distintos tipos de tiempo ha resultado ser una tarea tediosa y laboriosa por la cantidad de años de consulta pero que resultaba a todas luces imprescindible si se quería llegar a saber la génesis de los períodos de sequedad.

7. Cálculos a partir de la base de datos

A partir de toda la información recopilada, tanto pluviométrica como sinóptica, se han podido realizar diferentes cálculos y búsquedas según la información que interese en cada momento. Como, por ejemplo, saber el número de situaciones que han generado períodos de sequía, el número de días que han durado, a que causa responden...

Todo ello ha permitido elaborar también gráficos, cuadros, figuras y de todo tipo de representación que se crea conveniente para plasmar aspectos puntuales que se hayan visto en la lectura de los datos.

4. SOBRE EL CONCEPTO DE SEQUÍA Y SUS DIFERENTES FORMAS

Cuando se habla de sequía, nos referimos a ese periodo prolongado de tiempo sin que se produzcan precipitaciones o haya la disponibilidad de agua adecuada sobre una determinada área geográfica, con los consecuentes problemas asociados que ello plantea, pues las personas, animales y plantas pueden no ver cubiertas sus necesidades de agua de manera suficiente.

Este fenómeno puede deberse a diversos factores. Según el *Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente* (<http://www.mapama.gob.es>), encontramos que:

“La sequía supone una anomalía transitoria, más o menos prolongada, caracterizada por un periodo de tiempo con valores de las precipitaciones inferiores a los normales en el área. La causa inicial de toda sequía es la escasez de precipitaciones (sequía meteorológica) lo que deriva en una insuficiencia de recursos hídricos (sequía hidrológica) necesarios para abastecer la demanda existente”.

Por ello, no hay una definición de sequía universalmente aceptada, pues difiere de un lugar a otro, e incluso cada usuario del agua tiene su propia concepción. La literatura científica contempla más de 150 definiciones de sequía diferentes.

Esto ha llevado a que existan diferentes conceptos acuñados al respecto:

- SEQUÍA METEOROLÓGICA:

Se dice que se está en sequía meteorológica cuando se produce una escasez continuada de las precipitaciones. Es la sequía que da origen a los restantes tipos de sequía y normalmente suele afectar a zonas de gran extensión. El origen de la escasez de precipitaciones está relacionado con el comportamiento global del sistema océano-atmósfera, donde influyen tanto factores naturales como factores antrópicos, como la deforestación o el incremento de los gases de efecto invernadero.

La definición de sequía meteorológica está vinculada a una región específica, ya que las condiciones atmosféricas que producen déficit de precipitación son muy variables de una región a otra. Además, este tipo de sequía también puede implicar temperaturas más altas, vientos de fuerte intensidad, humedad relativa baja, incremento de la evapotranspiración, menor cobertura de nubes y mayor insolación. Todo ello puede

traducirse finalmente en reducciones en las tasas de infiltración, menor escorrentía, reducción en la percolación profunda y menor recarga de las aguas subterráneas. En muchos casos el indicador primario de disponibilidad de agua es la precipitación.

- SEQUÍA HIDROLÓGICA:

Puede definirse como aquella relacionada con periodos de caudales circulantes por los cursos de agua o de volúmenes embalsados por debajo de lo normal. Una definición más precisa sería la 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.

- SEQUÍA AGRÍCOLA O HIDROEDÁFICA:

Puede definirse como déficit de humedad en la zona radicular para satisfacer las necesidades de un cultivo en un lugar en una época determinada. 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 regadas la sequía agrícola está más vinculada a la sequía hidrológica.

- SEQUÍA SOCIOECONÓMICA:

Entendida como afección de la escasez de agua a las personas y a la actividad económica como consecuencia de la sequía. 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 creciente presión de la actividad humana sobre el recurso agua hace que cada vez sea mayor la incidencia de la sequía socioeconómica, con pérdidas económicas crecientes.

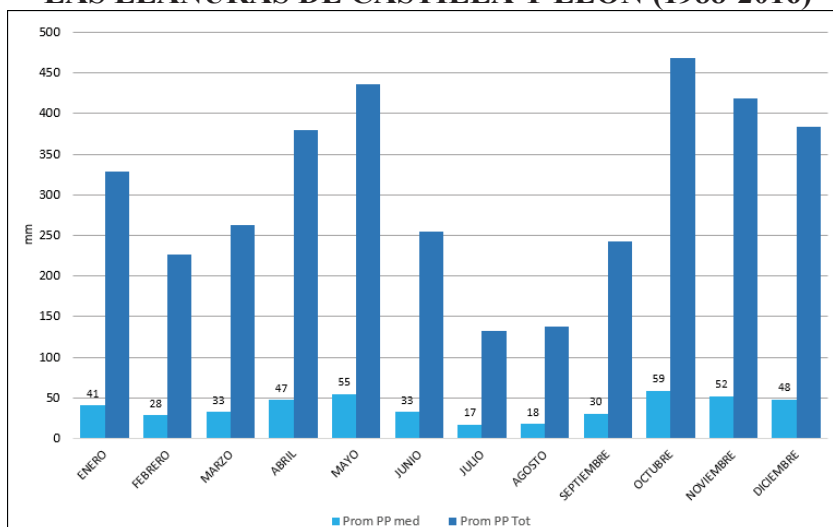
Siendo amplia la definición del término y la cantidad de matices que contempla, el presente trabajo de investigación se centra en la sequía meteorológica, puesto que lo que se analiza es el comportamiento de las precipitaciones registradas en las llanuras de Castilla y León.

5. CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS EN CASTILLA Y LEÓN: RESULTADOS

5.1. INTENSIDAD DE LOS PERIODOS SE SEQUEDAD

Para poder analizar los periodos y meses más secos de las llanuras de Castilla y León primero hay que saber con precisión cuales son las condiciones pluviométricas normales de este territorio. Con tal fin se muestra en la Figura 6 la evolución de las precipitaciones medias mensuales y el total anual para cada mes en las diferentes capitales de provincia de la región en el conjunto de 28 años analizados. De esta manera se aprecia a simple vista cuales son los meses más proclives a recibir precipitaciones y lo que supone el aporte mensual al conjunto del año. Conviene tener en cuenta que se consideran precipitaciones elevadas a partir de 800 mm anuales y bajas por debajo de los 300 mm. La mitad del año es proclive a recibir cuantías bajas.

Figura 6. PRECIPITACIONES MENSUALES Y CÓMPUTOS TOTALES EN LAS LLANURAS DE CASTILLA Y LEÓN (1988-2016)

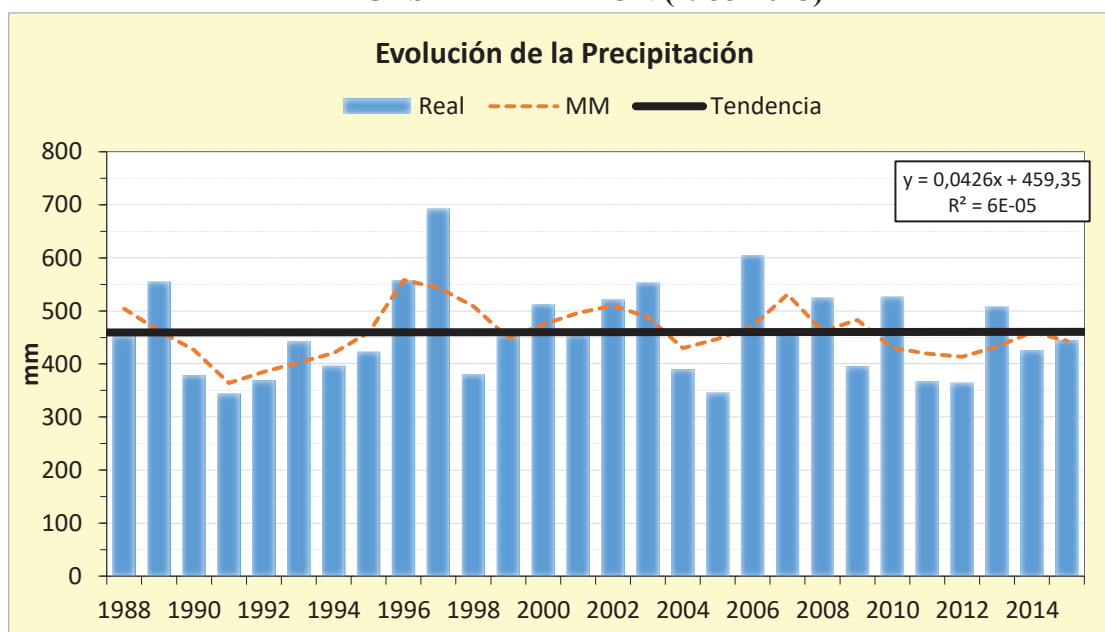


Fte. Elaboración propia a partir de la tabla de precipitación mensual de Castilla y León.

Por lo general, las precipitaciones predominan en primavera, otoño e invierno, reduciéndose de forma drástica en verano. Los meses de octubre, mayo y noviembre son los más lluviosos en las llanuras de Castilla y León, destacando octubre que con 468 mm supera el promedio de todo el periodo cifrado en 459 mm.

Por otro lado, no todos los años se reciben las mismas precipitaciones. La Figura 7 muestra la evolución de las mismas en las estaciones analizadas durante el periodo 1988-2015.

Figura 7. EVOLUCIÓN DE LAS PRECIPITACIONES EN LAS LLANURAS DE CASTILLA Y LEÓN (1988-2015)



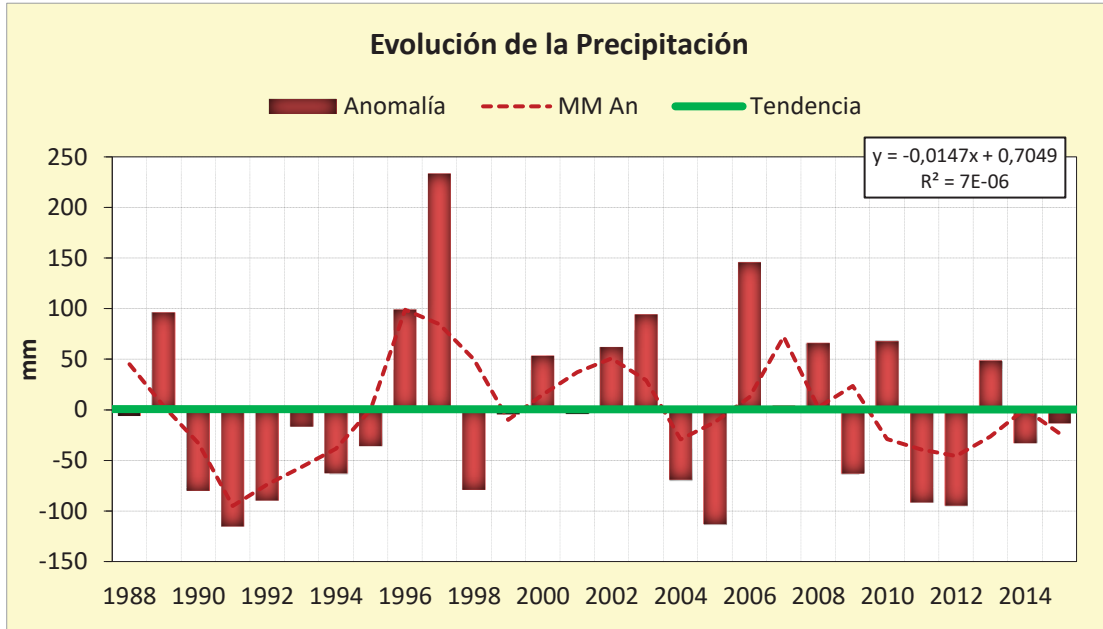
Fte.: Elaboración propia a partir de la tabla de precipitaciones mensuales.

A priori se advierte un comportamiento bastante homogéneo, aunque como es normal muestre algunas irregularidades. Solo 8 años muestran índices por debajo de 400 mm (1991, 1992, 1994, 1998, 2004, 2005, 2009, 2011 y 2012), estando el 71,4% por encima de ese umbral, si bien es el 53,6% de los años muestra niveles pluviométricos por encima del valor medio (459 mm). Un aspecto destacable sería el año 1997 que impera como el más lluvioso, con cuantías muy por encima de los demás. Sin embargo, como muestra la Figura 6, no se advierte tendencia alguna en el conjunto de los años analizados, quizá ligeramente descendente pero muy ajustada al valor de la media.

Si se realiza el cálculo sobre las anomalías de precipitación, es decir, la diferencia entre el registro de cada año respecto a la media, se obtiene iguales resultados (Figura 8). La tendencia en las precipitaciones es nula. Sólo se aprecia de 1990 a 1995 una serie de

años por debajo de la media, pero en el resto de la serie no hay más de dos años seguidos que mantengan sus anomalías positivas o negativas.

Figura 8. ANOMALÍAS DE LAS PRECIPITACIONES EN LAS LLANURAS DE CASTILLA Y LEÓN (1988-2015)



Fte.: Elaboración propia a partir de la tabla de precipitaciones mensuales.

Esto pone de manifiesto que no se puede trabajar con estos datos medios pues como tales encubren la forma real que tienen las precipitaciones de producirse a lo largo del año. Para poder ver con precisión la falta de precipitaciones hay que ir más allá. Lo interesante es analizar año a año cuantos meses, si han sido seguidos o no, no han alcanzado el umbral de 30 mm en el conjunto de la región.

Se han computado un total de 161 meses secos (de 336 meses), con menos de 30 mm de promedio, que representan 4.718 días dentro del periodo analizado (del 1-enero-1988 a 31-diciembre- 2015). Esto supone el 48% del total de meses de los 28 años, un porcentaje nada despreciable.

De este número de meses secos no todo ha sido de indigencia pluviométrica, en concreto, 3.467 días han estado bajo el dominio de situaciones anticiclónicas en la Comunidad de Castilla y León, lo que supone que el 74% del total de días de los meses secos no ha habido posibilidad de precipitación sobre este espacio.

Para saber cómo se han distribuido los meses secos durante el periodo analizado en el Cuadro V y la Figura 9 se reflejan en los diferentes meses del año el número de veces

que éstos han estado por debajo del umbral de 30 mm. Como se mostrará más adelante, en el epígrafe 5.4, hay años con un número importante de meses secos, y otros no. A veces alternan entre ellos, apareciendo como meses puntuales, pero no son pocos los períodos o rachas de sequedad con 4 o más meses seguidos por debajo del umbral anterior.

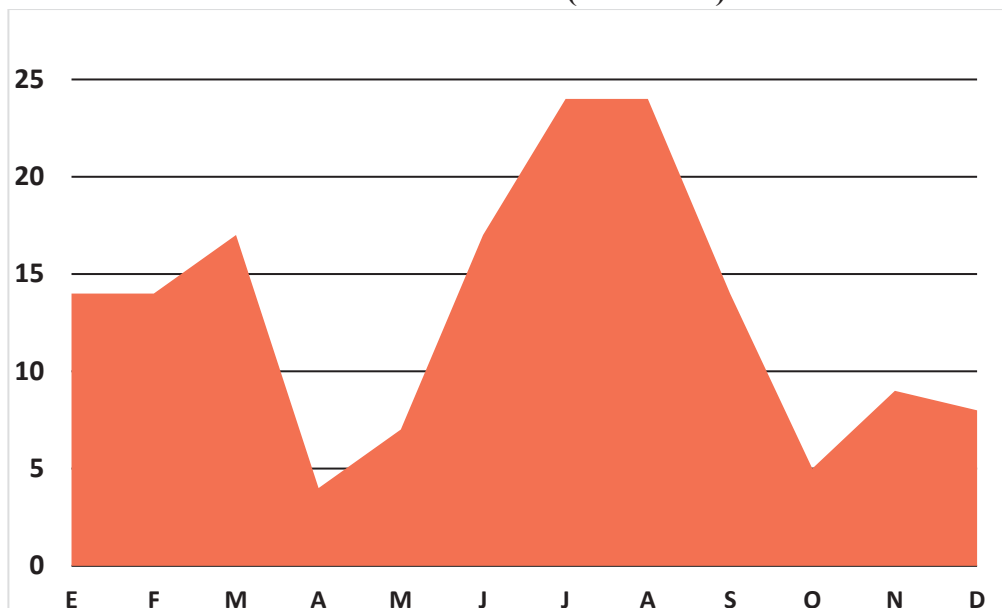
Cuadro V. FRECUENCIA DE MESES SECOS SEGÚN MESES

Meses	Número de veces
Enero	12
Febrero	16
Marzo	17
Abril	4
Mayo	7
Junio	17
Julio	24
Agosto	24
Septiembre	15
Octubre	5
Noviembre	9
Diciembre	11
Total meses secos	161

Fte.: Elaboración personal.

Como es lógico son los meses de julio y agosto los que registran un mayor número de casos, algo normal, pues están afectados por la aridez propia del estío. Es el período en el que la drástica reducción de precipitaciones coincide con el de mayor temperatura. Las lluvias posibles se deben principalmente a la producción de tormentas, propias de dinámicas mixtas.

Figura 9. NÚMERO DE VECES QUE NO SUPERAN LOS 30 MM DE PRECIPITACIÓN (1988-2015)



Fte.: Elaboración personal

A diferencia, los dos meses que más veces superan el promedio de 30 mm, son abril y octubre. Dichos meses son mucho más lluviosos como quedó bien reflejado en la Figura 5, seguidos de noviembre, mayo y diciembre. Llama la atención que, aunque mayo sea más lluvioso en general en todas las llanuras, cuente con más número de casos secos que abril. La mayor intensidad con la que caen las lluvias en ese mes tiene mucho que ver.

Algo curioso es que marzo, sobre todo, y también enero y febrero, meses típicos de invierno disfrutan en bastantes ocasiones de precipitaciones reducidas, por debajo del rango de los 30 mm. Aunque sea un período lluvioso en su cómputo mensual (Figura 5), en esta región son muy importantes el dominio de situaciones anticiclónicas durante muchos de sus días, trayendo con frecuencia situaciones de frío muy intenso y no pocas nieblas.

5.2. RESULTADOS DEL ESTUDIO SINÓPTICO

En el período de análisis se han reconocido un total de 872 situaciones o episodios de tipos de tiempo generadores de situaciones de pocas precipitaciones, inferiores a un total de 30 mm para el conjunto de las llanuras del interior de la región. El tipo de

tiempo principal y que con mayor frecuencia ha creado estas situaciones de ausencia de lluvias en la región ha sido el de Cresta Tm (Cuadro VI).

Cuadro VI. NÚMERO DE EPISODIOS SEGÚN TIPOS DE TIEMPO (1988-2016)

Tipos de tiempo	Nº Episodios	%
Cr. Tm	355	40,7
Cr. Tm Zonalizada (Amplia)	61	7,0
Cr. Tm y vag Am al NE	20	2,3
Cr. Tm y vag Am al N	21	2,4
Cr. Tm y vag Pm al NO	48	5,5
Cr. Tm con GF al E	13	1,5
Cr. Tm con GF al O	13	1,5
Cr. Tm con GF al NO	2	0,2
Cr. Tm con GF al SO	1	0,1
Cr. Tc	237	27,2
Cr. Tc y vag Pm al NO	53	6,1
Cr. Tc y Vag Pm al O	1	0,1
Cr. Tc y vag Am al N	13	1,5
Cr. Tc y vag Am al NE	1	0,1
Cr. Tc con GF al E	3	0,3
Cr. Tc con GF al O	17	1,9
Cr. Tc con GF al S	1	0,1
Cr. Tc con GF al N	3	0,3
Cr. Tc con GF al NO	8	0,9
Cr. Tc con GF al NE	1	0,1
	872	100,0

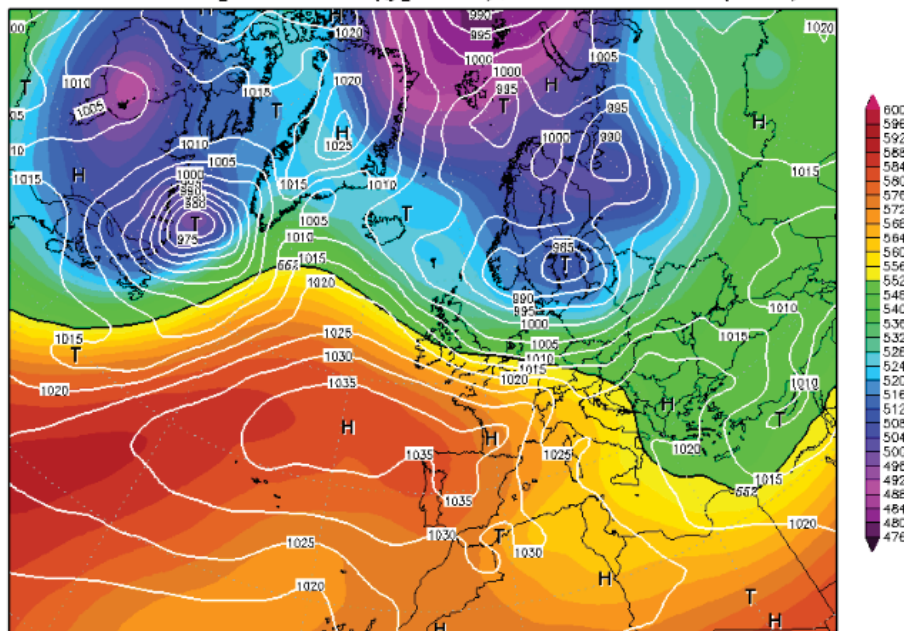
Fte.: Elaboración propia a partir del Catálogo de tipos de tiempos.

Este domina con un 40,7 % del total de episodios catalogados y ocupa 355 días. Esto le hace ser el gran protagonista de las situaciones anticiclónicas que afectan a la Península Ibérica, y en nuestro caso también a las llanuras de Castilla y León (Figura 10). Es lógico que este tipo de tiempo domine, puesto que tenemos el centro de acción termodinámico del Anticiclón de las Azores muy próximo, al encontrarse en la parte central de océano Atlántico. Nos afecta con asiduidad a lo largo del año, penetrando en forma de cresta más o menos amplia o a veces de cuña anticiclónica de marcada

procedencia suroccidental. Es el encargado de traer masas de aire húmedas pero muy estables, de diferente temperatura según la época del año. En invierno en nuestra región generan situaciones muy frías durante los meses centrales del invierno, pudiendo también crear densas nieblas de irradiación. Durante el verano se asocia a lo que conocemos situaciones de buen tiempo con temperaturas cálidas.

Así pues, este centro de acción de las Azores es el principal artífice de que los inviernos sean muchos años secos. Cuando se estanca sobre la Península generan no pocas situaciones de bloqueo que impiden el paso de las borrascas desde el oeste. Ello permite la existencia de intervalos temporales dilatados en los que no cae una gota de agua.

Figura 10. TIPO DE TIEMPO DE CRESTA TROPICAL MARINA
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)

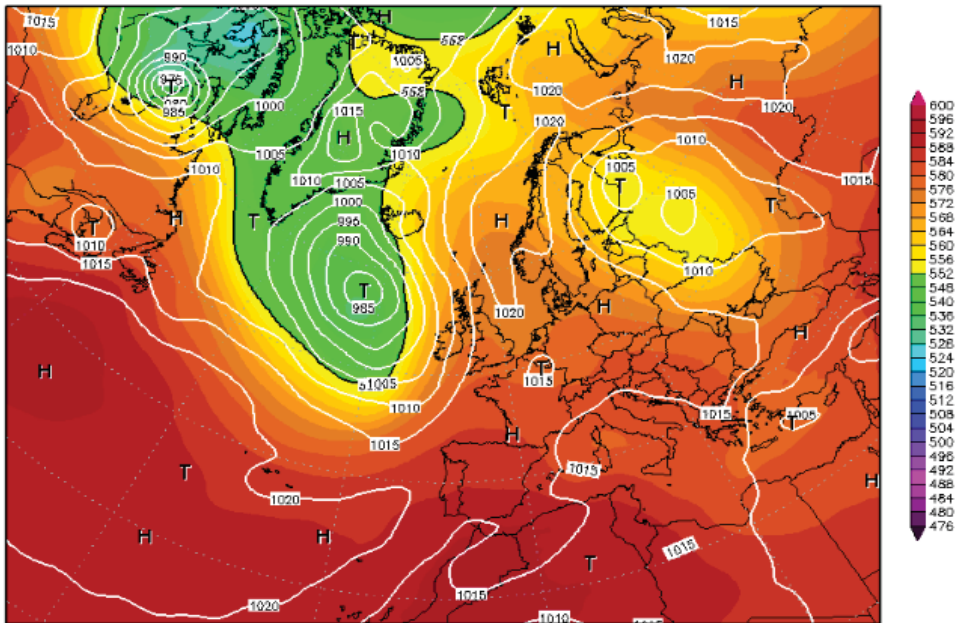


Fte: www.wetterzentrale.de

Durante los meses de julio y agosto principalmente el tipo de tiempo que en ocasiones se manifiesta con rotundidad es el de **Cresta Tropical Continental** (Figura 11). No es exclusivo del verano pues de mayo a septiembre se muestra con sus rasgos más característicos, como son sus temperaturas elevadas y alta sequedad atmosférica.

Es el segundo tipo de tiempo que más días acumula (237 días), representando el 27,5 % del total. Este aire procede del norte del continente africano, es la principal causante de las altas temperaturas de nuestros veranos y de las llamadas noches tropicales (por encima de 20°C de temperatura mínima).

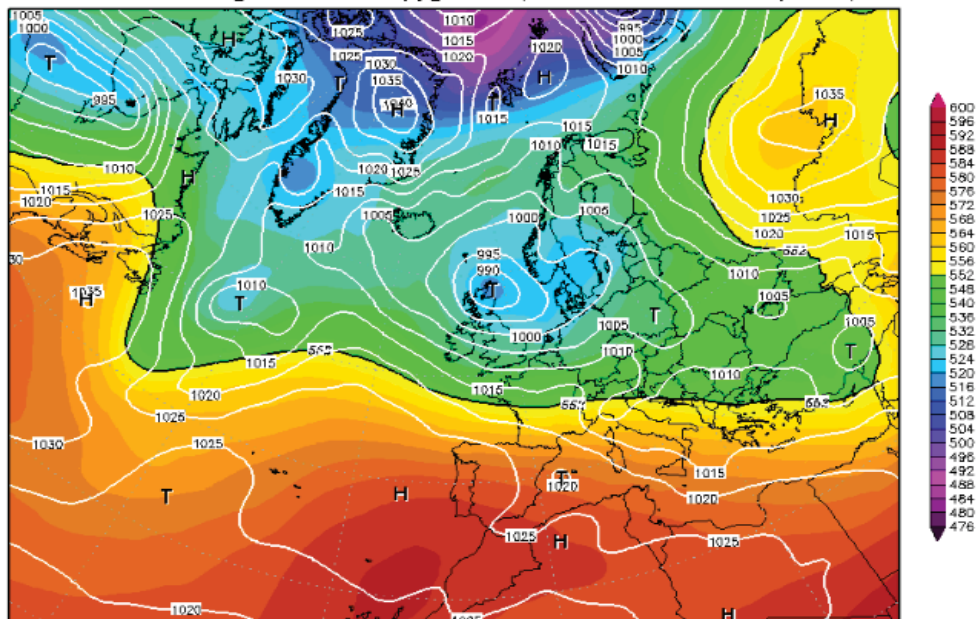
Figura 11. TIPO DE TIEMPO DE CRESTA TROPICAL CONTINENTAL
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



Fte: www.wetterzentrale.de

El tercer tipo de tiempo más frecuente es el de **Cresta Tropical Marina Zonalizada**, es decir, con la entrada del aire Tm desde el oeste en clara circulación zonal (Figura 12). Las masas de aire Polares marinas (Pm) quedan más al norte de España, por lo que no generan inestabilidad. Se han reconocido 61 episodios que representan el 7% del total.

Figura 12. TIPO DE TIEMPO DE CRESTA TROPICAL MARINA CON CIRCULACIÓN ZONAL AL NORTE
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)

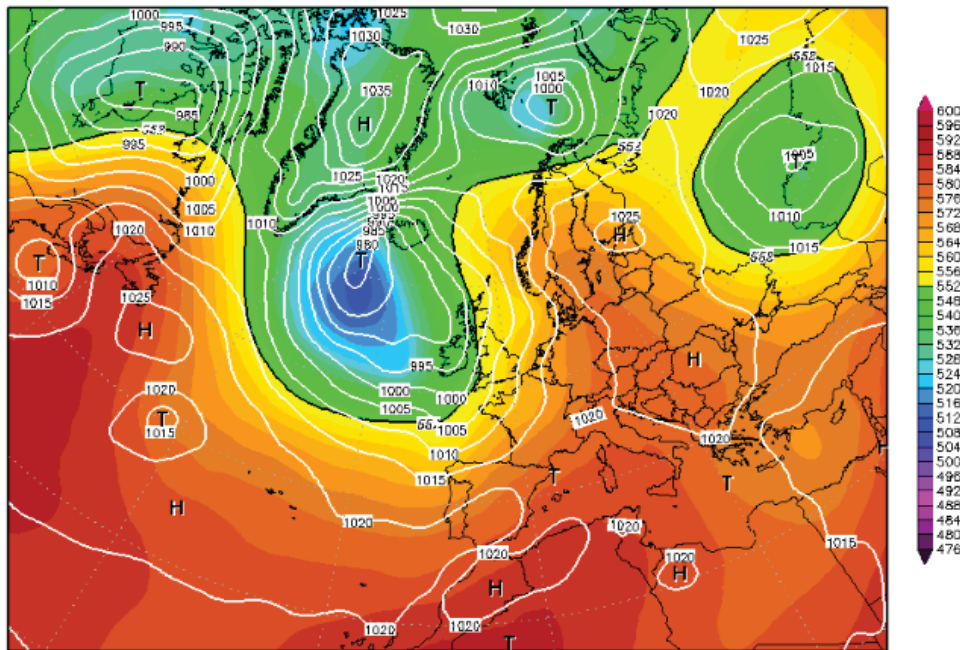


Fte: www.wetterzentrale.de

El aire es el mismo que el de Cresta Tm pero al entrar desde el oeste sin crear grandes ondulaciones se muestra mucho más templado, sobre todo durante el otoño-invierno. Muchas veces en nuestra región permite la formación de nieblas de advección.

Dentro de las dinámicas de tipo mixto destacan por encima de todas dos tipos: la **Cresta Tc y Vaguada Pm al Noroeste**, con 53 episodios (6,1%), y la **Cresta Tm con vaguada Pm al Noroeste**, con 48 episodios (5,5%). Ambos generan situaciones anticiclónicas en Castilla y León pero con inestabilidad en el noroeste peninsular (Galicia principalmente), donde se pueden producir precipitaciones y también unas temperaturas más bajas ya que les afecta directamente el aire polar (Figura 13).

Figura 13: TIPO DE TIEMPO DE CRESTA Tc Y VAGUADA Pm AL NO
500hPa Geopotential (gpdam), Bodendruck (hPa)



Fte: www.wetterzentrale.de

El resto de dinámicas mixtas, representan porcentajes más reducidos (Cuadro V). Si cerca de la Península hay vaguadas, pero sobre Castilla y León le afectan las altas presiones, representan el 6,4%; si son gotas frías Pm el 9,7% y si son de aire Am el 3,6%. En conjunto las dinámicas de este tipo llegan a representar el 25,1 % del total de situaciones catalogadas. También cabe decir, que dentro de las vaguadas próximas a

España son más frecuentes las de aire Pm que las de aire Am, y que dentro de las DANAS¹ o gotas frías dominan las que se localizan al oeste y noroeste de la misma.

5.3. LA DURACIÓN DE LOS EPISODIOS DE SEQUIA

Otro aspecto interesante de analizar es la duración de los episodios de situaciones anticiclónicas catalogadas. Con tal fin, en toda la serie de tipos de tiempo identificada en el período de análisis se ha reflejado la duración de cada uno de ellos.

Se advierte el desigual grado de prolongación que existe en ellos, algo normal y acorde a la manera de manifestarse la dinámica atmosférica, siempre voluble. Así se han individualizado cuatro diferentes categorías, desde situaciones de menos de 1 día a las de más de 10 días, pasando por los umbrales de 2 a 4 días y de 5 a 10 días (Cuadro VII).

Cuadro VII. NÚMERO Y DURACIÓN DE LOS EPISODIOS SEGÚN TIPOS DE TIEMPO (1988-2015)

Tipo de tiempo	1 día	De 2 a 4 días	De 5 a 10 días	10 días o más
Cr. Tm	70	138	104	43
Cr. Tm Zonalizada (Amplia)	24	35	2	0
Cr. Tm y vag Am al NE	10	8	2	0
Cr. Tm y vag Am al N	11	10	0	0
Cr. Tm y vag Pm al NO	24	21	3	0
Cr. Tm con GF al E	8	5	0	0
Cr. Tm con GF al O	10	3	0	0
Cr. Tm con GF al NO	1	0	1	0
Cr. Tm con GF al SO	1	0	0	0
Cr. Tc	36	88	75	38
Cr. Tc y vag Pm al NO	23	27	3	0
Cr. Tc y Vag Pm al O	0	0	1	0
Cr. Tc y vag Am al N	6	7	0	0
Cr. Tc y vag Am al NE	1	0	0	0
Cr. Tc con GF al E	3	0	0	0
Cr. Tc con GF al O	10	7	0	0
Cr. Tc con GF al S	1	0	0	0
Cr. Tc con GF al N	3	0	0	0
Cr. Tc con GF al NO	5	3	0	0
Cr. Tc con GF al NE	1	0	0	0
TOTAL	248	352	191	81

Fte.: Elaboración personal a partir del Catálogo de sequías

¹ DANA: Depresión Aislada en Niveles Altos

Si hay un tipo de tiempo que domina, es el de Cresta Tm, que impera en todos los intervalos de duración. Significativos son los 43 episodios de 10 días o más, lo cual nos da una idea de los días consecutivos que han imposibilitado la opción de que hubiera precipitaciones en nuestra región. Pero no menos importante son los 104 episodios habidos en el rango de 5 a 10 días. Lo que viene a decir que el 41,4% de los tipos de tiempo de este tipo son situaciones prolongadas, por encima de 5 días de duración.

Le sigue en importancia las situaciones de Crestas saharianas de aire Tc, que en total acumulan 38 episodios de 10 días o más, y 75 de 5 a 10 días, lo que representa el 47,7% del total. Un porcentaje algo más elevado que en el caso de las Crestas Tm, aunque sean menos frecuentes que ellas.

Solo la suma de situaciones prolongadas (>10 días) en ambos tipos de tiempo suponen 81 episodios. Además, son las dos únicas situaciones atmosféricas capaces de motivarlas. Esto nos viene a decir que han existido períodos de sequías y algunos bien duraderos. Lo que demuestra que para tener una visión acerca de estos períodos es preciso manejar datos distintos a los que nos ofrecen los valores medios de precipitación anual.

A modo de resumen puede apreciarse en el Cuadro VIII el número de episodios de carácter anticiclónico habidos en cada año, habiendo sido analizados sólo los meses que fueran igual o inferior a 30 mm; el número de días totales que esos representan, el número total de días analizado y, por último, el porcentaje que representa los días secos respecto al total de días analizados.

Cuadro VIII. RESUMEN DE N° DE EPISODIOS ANTICICLÓNICOS, N° DE DÍAS Y PORCENTAJE QUE REPRESENTAN (1988-2015)

AÑOS	Nº EPISODIOS ANTICICLÓNICOS	Nº DÍAS SECOS	Nº DÍAS TOTALES	PORCENTAJE
1988	29	127	153	83%
1989	36	162	215	75%
1990	22	108	182	59%
1991	26	132	184	72%
1992	21	104	154	68%
1993	23	125	183	68%
1994	23	128	153	84%
1995	38	155	215	72%
1996	27	111	121	92%
1997	20	72	79	91%
1998	36	182	242	75%
1999	27	99	151	66%
2000	40	169	213	79%
2001	39	124	182	68%
2002	22	73	89	82%
2003	24	102	123	83%
2004	39	149	211	71%
2005	55	180	243	74%
2006	19	70	124	56%
2007	24	71	93	76%
2008	38	116	184	63%
2009	40	163	212	77%
2010	17	52	62	84%
2011	46	146	211	69%
2012	35	167	213	78%
2013	27	103	150	69%
2014	41	132	184	72%
2015	38	145	185	78%
TOTAL	872	3467	4711	MEDIA
				74%

Fte.: Elaboración personal

La observación del Cuadro VIII nos permite sacar algunas conclusiones generales sobre la distribución de los episodios y situaciones anticiclónicas en el período de análisis. La primera es que el año 2010 es el que menos número de episodios anticiclónicos ha computado, solo 17, lo que *a priori* nos puede llevar a pensar que fue un año lluvioso, pero no hay que aventurarse. En el siguiente apartado se analizará con mayor detalle el comportamiento pluviométrico de dicho año. Tampoco se puede afirmar con rotundidad que aquellos años que no superan los 20 episodios anticiclónicos, por norma general tendrán precipitaciones más elevadas y la sequía ser menos acusada o no haber problemas de disponibilidad de agua. El comportamiento de la dinámica atmosférica es realmente cambiante a lo largo del año y de unos años a otros.

Por otro lado, el año que más episodios presenta es el 2005 con 55, una cifra muy elevada, seguido a cierta distancia por los 46 episodios de 2011. De hecho, las noticias de la prensa se hacían eco de esta situación. En el periódico digital de *El País*, con fecha 3 de septiembre de 2005 aparecía como titular: *España sufre el año más seco desde que se tienen registros. El año hidrometeorológico (de septiembre de 2004 a agosto de 2005) ha sido el más seco desde que en 1947 comenzaron los registros fiables de lluvias.* (<https://elpais.com>). Así pues, fue un año muy seco y de temperaturas muy altas, habiendo sido considerado como el más seco de la historia climática de España.

Llama la atención que hasta el año 2000 el número de episodios de carácter anticiclónico en ningún caso asciende hasta las 40 situaciones (Cuadro VIII). Sin embargo, a partir de esa fecha encontramos 5 años con 40 o más episodios anticiclónicos. Esto para los más aliados al cambio climático actual lo tomarían como un motivo más de su justificación, al producirse un incremento en las situaciones de altas presiones. Idea nada descabellada pues ya existen diferentes estudios sobre el comportamiento de la presión atmosférica desde el último cuarto del siglo XX en Castilla y León (Labajo, J. L. et al., 2004 y 2007). Dichos autores consideran el reforzamiento de las situaciones anticiclónicas o al menos el incremento de su frecuencia anual a expensas de situaciones ciclónicas.

Así mismo, se advierte también un comportamiento más irregular a partir del año 2000. La alternancia de años con muchos y pocos episodios es más habitual que hasta esa fecha, donde se aprecia una mayor regularidad. En concreto, llama la atención los cambios drásticos de un año para otro, como sucede entre 2005-2006 (de 55 a 19 episodios) y entre 2010-2011 (de 17 a 46 episodios).

La irregularidad entre unos años y otros es pues bien patente. Unos años domina más la circulación ondulada en los vientos del oeste, lo que permite la creación de numerosas crestas que entran desde el oeste o suroeste de España (Índice NAO+)². Otros años, en cambio, son más habituales los altos índices zonales en los vientos del oeste que traen

² El índice NAO positivo presenta unas presiones más altas que las habituales del centro de altas subtropicales y más profundas que las bajas presiones del Atlántico.

un paso más o menos continuo de borrascas (Índice NAO-)³. Sin embargo, esta diversidad en la forma de manifestarse la dinámica atmosférica es algo normal.

5.4. COMPORTAMIENTO PLUVIOMÉTRICO DE LOS AÑOS ANALIZADOS

Tras el análisis pluviométrico y sinóptico de los episodios de sequía entre 1988-2015, pasamos a tratar de forma más específica el comportamiento de cada uno de estos años, para ver con mayor detalle el número de meses secos y situaciones anticiclónicas habidas que los han caracterizado.

Año 1988

El primer año examinado nos deja un total de 29 episodios anticiclónicos, con un total de 5 meses por debajo de los 30 mm de promedio. Estos meses son: febrero, marzo, agosto, septiembre y diciembre. Es un año donde impera el tipo de tiempo de Cresta Tm, y lo más destacable del año son los 2 episodios de 12 días que tenemos en el mes de marzo y en el de diciembre, ambos meses proclives a dejarnos precipitaciones en considerable cantidad. El primero data del 4 al 15 de marzo y el segundo del 6 al 17 de diciembre, y otro punto significativo sería la no aridez de los meses de junio y julio. De 157 días seleccionados tenemos situaciones anticiclónicas que imposibilitan las precipitaciones en 127 días lo que hace un 83%.

Año 1989

En este año hay un total de 36 episodios anticiclónicos, distribuidos en enero y durante los meses de verano principalmente, con importante presencia de Crestas Tc y Crestas Tm. Un total de 215 días de los que son secos 162 lo que representa el 75%. Los meses que forman parte son: enero, marzo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre. Destaca un episodio anticiclónico en el mes de agosto con una duración de 15 días, del día 16 al 30 de agosto con un dominio prologando de Crestas Tm. Otro episodio significativo es el que se da en el mes de junio, esta vez el aire que imposibilita las precipitaciones procede del norte de África por lo que es aire Tc. Tiene 14 días de duración y va del 11 al 24 de junio.

³ El índice NAO negativo muestra un débil centro de altas presiones subtropical, llegando aire húmedo al Mediterráneo, incrementándose las precipitaciones.

Año 1990

En el primer año de la década de los noventa, observamos un total de 22 episodios anticiclónicos, en los meses de: febrero, marzo, julio, agosto, septiembre y diciembre. Esto supone un total de 182 días de los que 108 han resultado tener situaciones anticiclónicas, por lo cual obtenemos un 59%, lo que le hace ser el segundo año que menos porcentaje posee. En él no se ha detectado ningún tipo de tiempo acompañado por una vaguada en los meses seleccionados. En las situaciones de no precipitación, solo contamos con los dos tipos de tiempo típicos, que son la Cresta Tc y la tropical marina. Es más, de todos los días analizados, solo hay un episodio que no contenga alguno de esos dos tipos, que es el 25 de agosto, que responde a una Cresta Tm zonalizada, y cuenta con una duración de un solo día. Existieron dos grandes episodios, el primero del 13 al 24 de marzo, y el segundo del 10 al 23 de septiembre, el primero con una duración de 12 días y el segundo con 14 días, pese a contar con 6 meses que no superan el baremo de los 30 mm, los episodios son pocos con respecto a otros años que también tienen estos 6 meses.

Año 1991

Este año presenta 26 episodios anticiclónicos, teniendo un total de 184 días en donde 132 han ostentado situaciones de estabilidad, lo que supone el 72% de episodios entre los días totales. Los meses considerados como secos son: mayo, junio, julio, agosto, noviembre y diciembre. Entre estos meses tenemos un dominio de Crestas Tm, llegando a 2 episodios de este tipo de tiempo con 10 días y otra de 16 días en junio y en mayo respectivamente, pero el episodio más duradero llega del continente africano, del día 10 de julio para establecerse durante 19 días y provocar un tiempo anticiclónico muy largo imposibilitando así algún tipo de precipitación o tormenta de verano.

Año 1992

Con un total de 154 días, 104 fueron días de situaciones anticiclónicas, lo que hace un 68% de días. Este año posee como meses secos: enero, febrero, marzo, julio y septiembre. Entre todos ellos se han producido 21 días de episodios anticiclónicos con un tiempo dominante de Cresta Tm. Destaca el episodio que se produjo en febrero, de 10 días de duración, y del 1 al 12 de julio de 13 días. Aunque hubo menos situaciones de Cresta Tc destacó un episodio de 9 días en el mes de septiembre.

Año 1993

Año con 23 episodios anticiclónicos, pero muchos de ellos bastantes largos dominando otra vez más el tipo de tipo Cresta Tm. Se dieron un total de 125 episodios de estabilidad de los 183 días posibles, lo cual nos da un promedio de 68% de los días. Los meses afectados son: enero, febrero, marzo, julio, agosto y diciembre, en los que hubo hasta 5 episodios con 10 o más días de duración, tres de ellos Crestas Tm y dos Tc. Uno de ellos en enero, otro en febrero, en marzo y los dos restantes en agosto, que son los de Cresta Tc, pero sin duda alguna el que más relevancia tuvo es el que se da del 13 al 28 de enero, con 16 días de duración.

Año 1994

Al igual que el año anterior, también tiene 23 episodios de carácter anticiclónico, con 153 días analizados en los que 128 experimentan situaciones anticiclónicas, lo que nos da un promedio de 84%, muy alto. Los meses escogidos en este año son: marzo, abril, junio, julio y agosto. Es curioso porque aparte de coincidir con el número de episodios totales, también coinciden en el número de episodios de 10 o más días de duración con el año 1993, cinco en total. De estos episodios, el más largo es del que va desde el 27 de junio hasta el 13 de julio con 17 días de situación de estabilidad, los demás se dan en tiempo veraniego, excepto el que tenemos en marzo con 13 días de duración.

Año 1995

Año con un número importante de episodios de sequedad, 38 exactamente. De 215 días, tenemos 155 con una situación atmosférica de estabilidad, un 72% del total, valor alto ya que hay bastantes días sin precipitaciones. Los meses afectados son: enero, marzo, abril, julio, agosto, septiembre y octubre; siete meses, por lo tanto, son los que no han superado la cifra de los 30 mm de precipitación.

Sin embargo, se caracteriza por tener variedad de tipos de tiempo, hasta seis tipos diferentes. A pesar de tener tantos episodios, solo 3 superan los 10 días de duración, en enero, octubre y abril, los tres correspondientes al tipo de tiempo de Cresta Tm. Llama bastante la atención que de estos episodios duraderos ninguno se produzca en verano, aunque en esta estación hay muchos episodios pero no tan largos, son muchos pero de duración breve.

Año 1996

27 son los episodios del año 1996, con los meses de: febrero, junio, agosto, septiembre y octubre. Lo característico de este año es que solo cuenta con un episodio de 10 días de Cresta Tm, los demás son inferiores, y encima este episodio ocurre en el mes de octubre. Hay que decir que este año es el que más porcentaje de días secos tiene respecto a su total, puesto que se alza con un 92%, al ser 111 los días secos de un total de 121.

Año 1997

Estamos ante un año atípico por diversos motivos, uno de ellos es que solo se da un episodio de Cresta Tc, algo raro. Existen muchos tipos de tiempo acompañados de vaguadas, y aparecen 2 episodios con más de 10 días de duración. Pero lo más llamativo es el reducido número de meses de sequedad: febrero, marzo y septiembre, puesto que eran los únicos que no superaban los 30 mm. Por lo tanto, existe un número bajo de días totales y de días de duración de situaciones anticiclónicas, pero pese a todo para los pocos días existentes el número de episodios no es tan bajo como el que se podría esperar. Al ser un número bajo de días y en estos casi siempre darse situaciones de estabilidad, su porcentaje es del 91%.

Año 1998

Año con gran número de episodios anticiclónicos (con 36), y con mayor presencia de meses con pocas precipitaciones, ocho en total (enero, febrero, marzo, junio, julio, agosto, octubre y noviembre), con importante presencia de intervalos de larga duración con 10 o más días. Solo enero no posee un episodio de 10 o más días, los demás meses al menos tienen uno. De las situaciones más largas, tres de ellas son de Cresta Tc, centrados en el tiempo de verano, y el resto de Cresta Tm. En 252 días con un número de 182 días con situación de estabilidad, es el año con más días sufriendo los efectos anticiclónicos, lo que supone un porcentaje del 75%.

Año 1999

Compuesto por 27 episodios anticiclónicos y cinco meses de precipitaciones reducidas: febrero, marzo, julio, agosto y noviembre. En dichos meses encontramos hasta 3 episodios con 10 o más días de duración, repartidos en julio con dos situaciones, y

noviembre con una. Siguen dominando las Crestas Tm, aunque con poca ventaja esta vez sobre las de carácter sahariano. Un año con un número no muy elevado de días sin precipitación, 96 días de los 151 examinados (el 66%), pero tampoco muy bajo.

Año 2000

Como se ha señalado anteriormente con el nuevo siglo la tendencia va a ser distinta. Se han detectado 40 episodios anticiclónicos en el análisis sinóptico, una cifra muy alta para lo que venía siendo más normal. De estos episodios, cuatro de ellos son de larga duración (10 o más días), repartidos por los meses de: enero-febrero, junio-julio, julio-agosto y septiembre. Los meses con menos de 30 mm son 7: enero, febrero, marzo, junio, julio, agosto y septiembre, un número pues bastante elevado. En cuanto a los tipos de tiempo, decir que sigue existiendo la dualidad de Cresta Tm que esta vez representa la primera mitad de los datos y la Cresta Tc que domina en la segunda mitad de los datos del año. De 213 días evaluados, 169 son de episodios anticiclónicos, lo que representa el 79%, porcentaje nada despreciable.

Año 2001

Seguimos con la tendencia del anterior año, 39 son ahora los episodios anticiclónicos que nos deja este año. Los meses de reducidas precipitaciones son seis: abril, junio, agosto, septiembre, noviembre y diciembre. La presencia del mes de abril es algo atípica, pues casi nunca suele cumplir los requisitos de sequedad. De hecho, sólo en 4 años de los 28 analizados ha sucedido. Los episodios más prolongados aparecen en dos meses consecutivos, agosto y septiembre, con 10 y 12 días respectivamente, el primero con Cresta Tm y el segundo Tc. Sus valores son 182 días totales y 124 son los días en los que se han producido situaciones de estabilidad, un porcentaje del 68%.

Año 2002

Este año se compone de 22 episodios anticiclónicos, y sólo tres meses de sequedad: febrero junio y julio, un número igual al padecido en 1997. Por lo tanto, se dieron pocos días de situaciones de estabilidad y por ende de sequedad. Solo tenemos un episodio con más de 10 días, el que se da del 12 al 21 de julio con una prolongada Cresta Tc. Pese a no ser un año de pocas precipitaciones, es uno de los pocos en donde se han producido más advecciones de aire Tc que de aire Tm. En estos 3 meses ha habido un total de 89 días examinados y en 73 de ellos se han producido situaciones de estabilidad (el 82%).

Año 2003

El 2003 tiene algunas semejanzas con el 2002, en esta ocasión el número de episodios es de 24, los meses afectados son 4, uno más, junio, julio, agosto y diciembre. También tienen en común que dominan más las Crestas Tc que las de carácter marino, algo lógico, puesto que, de los 4 meses, 3 son meses que se encuentran en plena estación de verano, que es cuando afecta esta masa de aire. Existen 3 episodios de larga duración que se dan en los meses de julio y agosto, en este último mes dos de ellos. Hay que señalar que, durante este año, Europa se vio inmersa en una ola de calor, donde algunos territorios de Castilla y León también la sufrieron. El porcentaje de este año es del 83%, obtenido de un total de 123 días con 102 de estabilidad en las llanuras de Castilla y León.

Año 2004

Este año y el siguiente se caracterizan por contar con un elevado número de episodios de altas presiones, tantos como 39 y siete meses secos (enero, febrero, abril, junio, julio, septiembre y noviembre). Fue un año con un verano muy cálido, donde se sufrieron varias olas de calor. Para los episodios habidos, solo 4 de ellos superan los 10 días de duración. Hay uno de 14 días, del 31 de enero al 13 de febrero. De los 39 episodios, 7 son crestas acompañadas de vaguadas cercanas, es de los años con más vaguadas presentes, también tenemos 4 crestas acompañadas de Gotas frías en distintas direcciones. Estamos ante uno de los pocos años que supera los 200 días analizados, en concreto 211, y 149 con episodios anticiclónicos lo que hace un promedio del 71%, que para el total de días es un valor significativo.

Año 2005

Este año fue aún más seco, con 55 episodios de origen anticiclónico repartidos en ocho meses: enero, febrero, marzo, mayo, junio, julio, agosto, septiembre. Con tan elevada cifra es el año que más episodios padeció. De mayo a septiembre todos los meses no superaron los 30 mm de precipitación, experimentándose sobre la Península Ibérica bastantes situaciones de estabilidad durante todo el año, y más en particular en los meses señalados. Si el 2004 fue caluroso con olas de calor este tampoco se queda atrás. De 2003 a 2005 van a seguir una tendencia calurosa y seca, con fuertes temperaturas

sobre todo en verano. Es el año con más días totales analizados 243. De estos se registran episodios anticiclónicos en 180 (el 74%).

Año 2006

Año de disparidad a los anteriores. Venimos de tres años donde se han sufrido olas de calor y bajos niveles de precipitación. Sin embargo, la tendencia va a dar un giro muy notable, las estadísticas nos dicen que de todos los meses analizados como de sequedad, que son cinco (enero, mayo, julio, agosto y diciembre), solo va a haber 19 episodios anticiclónicos, cuando se viene de unas cifras mucho más altas. Solo un episodio de todos supera los 10 días y se da en agosto. De los 124 días solo 70 experimentan situaciones de altas presiones, lo que supone el 59%, el más bajo de todo el periodo de años.

Año 2007

Tenemos 24 episodios anticiclónicos repartidos en cuatro meses (enero, julio, agosto y diciembre). No existen episodios duraderos de 10 o más días, pero sí que hay uno de 9 días desarrollado en el mes de julio, un episodio de Cresta Tc procedente del norte de África. Año con pocos meses secos, destaca por tener hasta 10 tipos de tiempo distinto, lo que habla a favor de la mayor variabilidad de la dinámica atmosférica este año, y de una mayor inestabilidad en los tipos de tiempo. El número de días no llega a los 100, en concreto son 93, y en 71 se han percibido episódicos de altas presiones (el 76%).

Año 2008

Con 38 episodios anticiclónicos es uno de los años con importante número de episodios de altas presiones detectadas. Los meses afectados son seis: enero, marzo, julio, agosto, septiembre y noviembre. Se dieron 3 episodios con 10 o más días de duración, dos de ellos con 10 exactamente y el otro con 15 días. Hacía años que se encontraba un episodio tan largo. Este sucedió en enero asociado a una prolongada Cresta Tm en situación de bloqueo. También destaca este año por la mayor presencia de dinámicas de tipo mixto, donde las crestas anticiclónicas comparten territorio con vaguadas o Danas, o al menos aparecen próximas a la Península. De un total de 184 días analizados, en 116 de ellos se han producido situaciones anticiclónicas (el 63%), algo inusual para lo que venimos viendo. Es el segundo valor más bajo, solo superado en el 2006, de la serie de años analizada.

Año 2009

Seguimos con una dinámica de episodios altos, en este caso con 40, lo que le hace ser un año con un número elevado que se distribuyen en siete meses (febrero, marzo, mayo, junio, julio, agosto y septiembre). Solo 4 son los episodios que tienen 10 o más días, pero uno de ellos con 16 días. Este episodio se da del 7 al 22 de marzo con una sucesión continuada de Crestas Tm. Pese a todo también se dieron dinámicas mixtas. De los 212 días analizados, hubo 163 días con situaciones atmosféricas estables, eso significa que en el 77% de los días las precipitaciones fueron nulas.

Año 2010

Se trata del año con menor número de episodios detectados con meses secos, sólo dos y correspondientes a los del verano (julio y agosto). Por lo tanto, tan solo hubo 17 episodios anticiclónicos. La clave de este año es que los demás meses, todo superaron los 30 mm de precipitación, no podemos decir que haya sido un año en donde se haya roto la sequía y se haya puesto a llover o nevar con gran fuerza por solo tener dos meses por debajo del criterio de mes seco, sino que simplemente las precipitaciones abundaron más que en años anteriores. De los 17 episodios ninguno fue de larga duración. Con 62 días analizados, en su gran mayoría (en 52 días) hubo situaciones anticiclónicas. Un porcentaje realmente alto, pues en el 82% de estos días fueron absolutamente secos, no precipito ni lo más mínimo.

Año 2011

Tras el paréntesis del año anterior se inicia un intervalo de importante representación de situaciones anticiclónicas. En concreto, en 2011 se experimentan 46 episodios, cifra muy elevada, distribuidos en siete meses (febrero, junio, julio, agosto septiembre, octubre y diciembre). De los 211 los días analizados hubo 146 días con episodios anticiclónicos (el 69%). Tan solo dos episodios tuvieron una larga duración, en julio y en octubre. El primero de 12 días y el segundo de 16. Destaca el mes de octubre por los muchos días con altas presiones en las llanuras de Castilla y León con clara presencia de situaciones de Cresta Tm. Este mes por otra parte, no es muy habitual en padecerlas pues sólo en el 32% de los años analizados así ha ocurrido. También fue un año con presencia de dinámicas mixtas, pues en 13 de los 46 episodios estuvieron las crestas acompañadas por vaguadas.

Año 2012

Otro de los años con mayor proporción de meses secos, ocho en total (enero, febrero, marzo, mayo, junio, julio, agosto y diciembre), y 35 episodios anticiclónicos. En tan elevada proporción de meses, hubo 5 episodios de 10 o más días de duración (4 de ellos con 10 días exactamente), repartidos en los meses de enero y febrero, y después en el verano (uno en julio y dos en agosto). Los tres episodios más largos del verano se debieron a Crestas Tc y los de enero y febrero a Crestas Tm. Es un año con muchos días que han requerido análisis, tantos como 213, de estos 167 fueron con situación de altas presiones (el 78%).

Año 2013

Año con cinco meses por debajo del umbral de los 30 mm para las llanuras de Castilla y León (febrero, junio, julio, agosto y noviembre). Las situaciones y variaciones que se desarrollan en los meses seleccionados siguen la tónica de los demás, pero hay un aspecto muy importante y es lo que sucedió en el mes de julio. A lo largo del mismo se produjo el episodio quizá más duradero de altas presiones, pues durante 21 días seguidos así pasó. Durante ese tiempo hubo varias pulsaciones de aire sahariano, siendo el tipo de tiempo de Cresta Tc dominante. Los demás episodios de larga duración que son tres en total contando ya el de julio se dan en junio, con 14 días, y en agosto, con 10 días, siendo solo el de junio es de aire Tc. De 150 días totales, en 103 se experimentan episodios anticiclónicos (el 69%).

Año 2014

Nuevamente asciende la presencia de meses con pocos registros pluviométricos en el interior de la región, con un total de seis meses (marzo, mayo, junio, julio, agosto y noviembre). Llama la atención que de tantos episodios solo uno de ellos sea de larga duración, con 11 días en el mes de julio, dominando el tipo de tiempo de Cresta Tc. En este año dominan los tipos de tiempo acompañados de vaguadas y los de Cresta Tm zonalizada. Solo aparece un episodio de 10 o más días, 11 exactamente en el mes de julio. De un total de 184 días totales, en 132 se han observados situaciones atmosféricas de estabilidad, un porcentaje del 72%.

Año 2015

Acabamos el análisis del periodo con el año 2015, y con sus 38 episodios anticiclónicos repartidos en seis meses (marzo, mayo, junio, julio, agosto y diciembre). Con 3 episodios de 10 o más días de duración, estos los encontramos en mayo con 10 días de duración, en junio el más largo con 14 días y en julio con 12 días. Es un año con elevada proporción de dinámicas mixtas (10 tipos de tiempo), de Crestas Tm o Tc acompañadas de vaguadas de aire Pm localizadas muchas veces al noroeste de España. El último año nos deja un total de 185 días analizables con 145 de ellos con episodios anticiclónicos, un porcentaje elevado (el 78%), por encima de la media.

Tras este análisis pormenorizado año a año, puede decirse que en el período estudiado ha habido un número significativo de años con elevada proporción de meses secos, entendiendo por tales aquellos que en todas las capitales de provincia de Castilla y León su promedio de precipitación ha sido inferior a 30 mm al mes. En concreto el 32,1 % de los años ha tenido más de 7 meses pocos en precipitaciones, con 3 años con 8 meses (1998, 2005 y 2012). Por el contrario, sólo el 21,4% de los años han tenido menos de 4 meses, destacando claramente el año 2010 con tan sólo dos meses.

Conviene destacar la presencia de rachas secas no solo al computarlas año a año, sino entre unos años y otros. Es decir, empezar con pocos registros en noviembre o diciembre y mantenerse hasta marzo. Así ha sucedido entre 1991-1992 y 2011-2012.

Y también es importante señalar la clara diferenciación que se establece entre los meses secos más estivales y los invernales. Son dos etapas del año bien distintas pero susceptibles de padecer en gran medida el influjo de las altas presiones. Once años han tenido 4 o más meses seguidos con menos de 30 mm, entre mayo y octubre (el 39,3% del período de análisis). Y seis años ha habido con 3 meses seguidos secos, de enero a marzo.

Todo pone de manifiesto la gran importancia que tiene en las llanuras de nuestra región la presencia de meses a lo largo del año con reducidas precipitaciones, lo que trae muchas veces consecuencias negativas.

6. RELACIÓN ENTRE LA SEQUÍA METEOROLÓGICA Y LA SEQUÍA HÍDRICA

Que se desarrolle una sequía meteorológica puede llegar a generar otros tipos de sequías como la hidrológica y más adelante la agrícola, y más tarde una sequía socioeconómica. Se crea pues un efecto domino, al producirse la sequía meteorológica, esta puede desencadenar en una hídrica y así sucesivamente.

La escasa o nula aportación de precipitaciones hace que los ríos y embalses, que son las fuentes de donde se recogen el agua que se utiliza, se vean afectados y en niveles bajos. A veces durante el invierno se crean situaciones de sequía hídrica (que no meteorológica) si las precipitaciones son en forma de nieve, y hasta que no se produce su fusión el agua no llega a las corrientes fluviales, aumentando el caudal de los ríos. Este es una de las confusiones más habituales entre la gente, analizar el grado de la sequía por el nivel de agua que llevan los ríos y tienen los embalses.

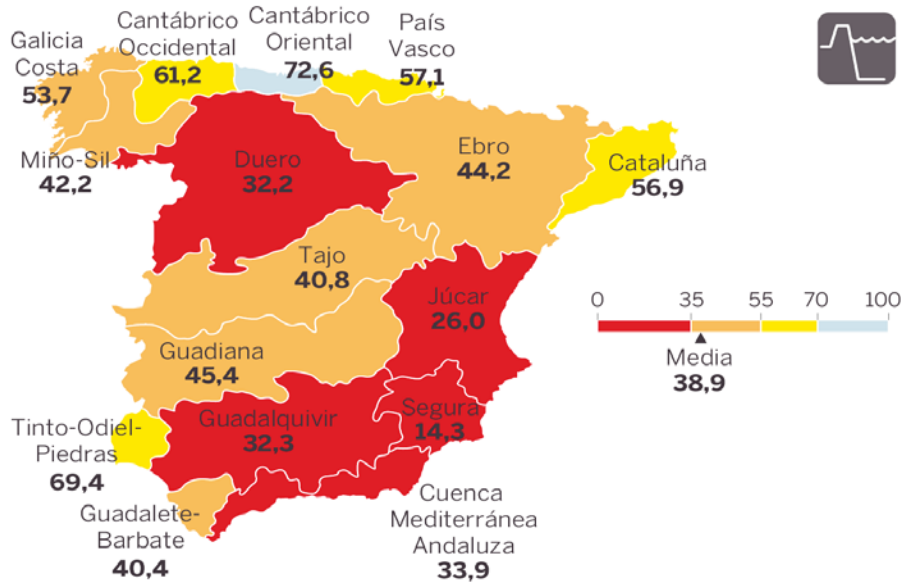
¿Pero qué pasa cuando una sequía meteorológica es prolongada y no hay precipitaciones ni en forma de lluvia ni de nieve, durante un buen número de meses seguidos o a intervalos durante varios años consecutivos? Es entonces cuando los ríos llevan caudales mermados y los volúmenes embalsados permanecen por debajo de lo normal. Es decir, de una sequía meteorológica se pasa a una hídrica.

Esto último es lo que ha sucedido en los dos últimos años, 2016 y 2017. De hecho, han colocado a este último como el más cálido y el segundo más seco de España desde que hay registros⁴. Aunque, como ya se ha indicado, no se han analizado los 3 últimos años, conviene mencionar el proceso de intensa sequía que se ha padecido durante buen número de meses seguidos, lo que llevó a una intensa sequía hídrica, bien reflejada en el bajo nivel de los embalses del país (Figura 14).

⁴ Según AEMET, durante 2017 la temperatura media anual en España fue de 16,2 °C, un valor que supera en 1,1°C el valor medio anual y supera en 0,2°C al anterior valor más alto, que se registró en los años 2011, 2014 y 2015, que fueron los años que más se han acercado a este récord. Además, hubo 5 olas de calor y precipitó un 27% menos respecto al valor medio anual.

Figura 14. AGUA EMBALSADA POR CUENCAS EN ESPAÑA

España peninsular. Primera semana de octubre de 2017. En % del total



Fte.: Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

Sin embargo, al año siguiente, transcurridos 6 meses del 2018, la sequía hídrica ha desaparecido totalmente, siendo uno de los años en que más nivel de precipitaciones se están registrando hasta el momento. Nada anómalo, es la forma de manifestarse la dinámica atmosférica.

Explicadas ya la relación entre estos dos tipos de sequías, cuando sucede una de carácter hidrológica, está claro que hay déficit de agua, y ese déficit va a afectar al mayor consumidor de agua, que es la agricultura. Este sector no podrá abusar del consumo de agua para la práctica del regadío lo cual supondrá un gran problema: En las zonas de cultivos de secano sus problemas están más ligados a la sequía meteorológica, siempre con un pequeño desfase temporal dependiente de la capacidad de retención de humedad del suelo.

En el anexo V del análisis de sequías históricas realizado por el Ministerio de Medio Ambiente, en la sección de la Confederación Hidrográfica del Duero, nos indica cómo se ha comportado desde el punto de vista hidrológico para el conjunto de años que media entre 1988-99 a 2004-05. Aunque no analizan todo el período tratado en el presente estudio, sí nos permite tener una visión más clara durante ese conjunto de años.

Año hidrológico 1988/89

Estamos ante un año seco, con ausencia de precipitaciones. La falta de precipitaciones se efectuó principalmente en la cabecera de los ríos, en la cuenca afluente de los embalses de regulación. Se puede decir que afectó a un 10% de toda la superficie de la cuenca del Duero. Dado estas condiciones se produce una limitación en los volúmenes almacenados en los embalses que componen la cuenca del Duero.

Para hacer frente a las demandas principales como abastecimiento de poblaciones y caudales ecológicos de este periodo se necesitaron las aportaciones acumuladas de octubre a enero sumandos las reservas existentes en cada embalse a comienzos del año hidrológico.

En febrero de 1989, se pensaba que si no caían lluvias pronto la calidad de las aguas se degradaría, produciendo así mortandad de peces, malos olores y apariencia totalmente deteriorada de las aguas, la situación que se podría afrontar para paliar esto, sería la de la depuración de las aguas residuales, pero es una solución a medio plazo. Si la situación de sequía se viera prolongada se verían obligados a desembalses en verano para mantener un mínimo de calidad de las aguas de los ríos.

Los desembalses aprobados por la Comisión de Desembalses para el año hidrológico 1988-89 superaban en el conjunto de la cuenca los 60 hm³/mes. Se propuso reducirlos a la mitad, lo que supondría incrementar el volumen de reservas en unos 90 hm³ de febrero al 1 de mayo, con el consiguiente deterioro de la calidad del agua en los ríos.

A consecuencia de la evaluación de lo anterior se proponen algunas recomendaciones para afrontar este año como por ejemplo:

- Facilitar semanalmente a las comunidades de regantes y medios de comunicación el volumen de reservas existentes-versus el volumen de reservas deseable, para cada uno de los sistemas de explotación de recursos.

Así pues, fue crítica situación de la cuenca a fecha de febrero de 1989, lo que obligó a restricciones de agua sobre todo para el regadío, a costa de esto, se garantizaba el suministro de agua para la población. Todavía era necesario esperar a las lluvias de primavera, pues esta estación es la que aporta el 30 % del caudal de los embalses.

La situación hidrológica de este año era peor que cualquiera de la de los 22 años anteriores. El agua demandada en la provincia de Valladolid superaba en un 20 % la disponible. Entre las comunidades de regantes de la provincia que más podían sufrir las restricciones de la sequía eran las abastecidas por el sistema Carrión de la comarca de Tierra de Campos: Medina de Rioseco, Tordehumos, Villabrágima, Corcos del Valle, Cigales, Cabezón y Fuensaldaña, entre otras.

Ante todas estas adversidades la Confederación Hidrográfica del Duero tuvo que esforzarse para asegurar que las aguas de las poblaciones, aunque estas podrían conllevar algún problema de calidad, por lo cual se exigió mayor nivel de medidas a los ayuntamientos.

Se realizaron una serie de recomendaciones a la comunidad de regantes, como un uso racional del agua, la mejora de los sistemas de aplicación del agua a la tierra, la ordenación de cultivos, la supresión de pérdidas en las conducciones y la elaboración de calendario de riegos.

Si en febrero era una situación ya crítica en marzo paso a ser aún más grave, el 27 de marzo los embalses se encontraban al 30% de su capacidad, como podemos ver en nuestros datos, febrero está a las puertas de ser un mes seco con 33 mm, pero ya marzo entra de lleno con 21 mm registrados. Se tuvo que dejar a los regadíos en un segundo plano para conseguir abastecer a las poblaciones y solo se va a permitir una media de dos regadíos durante todo el verano.

Los problemas más graves se presentaban en Burgos, donde el agua embalsada sólo posibilitaba dar agua para consumo humano y no quedaba prácticamente nada para riego. Salamanca y León también presentaban una situación muy deficitaria. Soria sería la única provincia que podría salvarse de las restricciones. En Valladolid y Palencia los habitantes podían contar con los 300 litros por habitante y día. El Pisuerga tuvo problemas de malos olores y el agua era de mala calidad.

Año hidrológico 1989-1990

A comienzos del mes de octubre de 1989 la disponibilidad de los embalses era de un 10,7% de su capacidad, es decir, si la posibilidad de volumen de agua de toda la cuenca era de 2.683 hm³, su capacidad a comienzos del mes de octubre era de 287 hm³.

A consecuencia de la sequía del año anterior el agua registrada en los embalses durante todo el verano era de un nivel muy bajo, lo que llevó a suspender algunos riegos en el mes de septiembre. No se permitieron riegos hasta que los ríos llevaran agua para proteger la fauna piscícola y para garantizar la limpieza de residuos urbanos e industriales.

Si algún municipio necesita agua para regar el césped, podía emplear pozos urbanos. Dura situación para la Confederación Hidrográfica del Duero, que veía que si en un mes no mejoraba la situación se verían obligados a tomar medidas más drásticas.

La disminución del agua colocaría a la calidad y a la potabilidad como degradada y se recomienda a las autoridades municipales y a las sanitarias que se vigile el nivel de depuración para los suministros urbanos.

Había todo un elenco de ciudades afectadas: Palencia, Valladolid (sistemas de Carrión y Pisuerga) y Burgos. Si la situación continuaba así, a finales de año habría que recurrir al suministro de agua procedente de pozos. Gracias a las lluvias del invierno, la situación mejora y el nivel de los embalses mejora en junio de 1990 con el 64,3% de su capacidad.

No se esperaban ya problemas para el riego, aunque las zonas de los canales de Carrión y Duero presentaban escasez de agua para el sector agrario, debido a que se tienen que abastecer suministros a poblaciones importantes como: Aranda de Duero, Soria, Burgos y Valladolid.

Con la aportación de nuestros datos decir que la situación era límite en el inicio de octubre, continuando durante todo el mes y recuperando algo en los meses de noviembre y diciembre con niveles muchos más altos que los que se venían produciendo en los últimos meses, para luego el resto del año experimentar otra vez niveles bajos de precipitación y llevarnos a los problemas que generan todos los meses secos que se desarrollan.

Año hidrológico 1990-1991

Se carece de datos e información, pero podemos decir según nuestros datos empieza con normalidad de precipitaciones y con una primera etapa de sequía en el mes de diciembre donde apenas hay aportaciones, después tendríamos unos meses con mejores niveles

pluviométricos, hasta que a partir de mayo hasta el final del año hidrológico se da una acusada sequía con unos meses secos de sobresaliente sequedad.

Año hidrológico 1991-1992

A principios de febrero de 1992 la falta de lluvias en la región, que ya el año anterior provocó unas pérdidas superiores a 40.000 millones de pesetas, ocasionó nuevamente daños irreparables en la agricultura y ganadería de Castilla y León.

La sequía afecta a algunos cultivos de secano, y también a algunos de regadío, como la remolacha o el maíz, ya que el agua que contenían los embalses se guardaba para garantizar el suministro a las casas.

Los embalses en la región están a un nivel del 32,5% por lo que estaban al límite de la reserva para el abastecimiento de agua potable a la población. Los embalses con mayores problemas son los que se sitúan en el sistema del Carrión-Pisuerga y los de la provincia de Soria, Segovia, Burgos y Salamanca, aunque la situación más grave la presentaba el embalse de Arlanzón con un nivel del 0.95%

Esta situación fue motivada por la sequía que padecía la región desde hacía diez meses y por la ausencia de importantes nevadas en los picos de los sistemas montañosos. Pese a que en la sequía hidrológica relacionen los últimos diez meses con niveles muy bajos, según nuestros datos, de los últimos diez meses, cinco fueron denominados secos no llegando a superar los 30 mm, solo marzo con 60 está un poco lejos del límite de mes seco, los demás demasiado cerca, por lo que es normal que se hable de sequía en esos últimos meses.

Debido a la falta de lluvias la Confederación Hidrográfica del Duero calificó la situación de preocupante y determinó que los primeros sacrificados en el reparto de cuotas serían los riegos, en el caso de mantenerse la situación de escasez. Salamanca era la provincia que presentaba problemas más graves para el abastecimiento. Las pérdidas del sector agrario llegaron a superar los 23 millones de pesetas.

Llega la tarea de mentalizar a la población del uso racional de agua, se tomaron algunas medidas como por ejemplo en Segovia, que se ordenó que las fuentes públicas no sirvieran agua, o que el riego de los parques y jardines se limitara. A principios de junio de 1992 la situación del campo segoviano era cada vez más alarmante debido a los

efectos de la sequía, por lo que se considera necesario agilizar el cumplimiento del Plan Hidrológico.

Se da importancia a la construcción de la presa en el río Cega, en Lastras del Cuellar, para beneficiar 3.500 hectáreas de regadío en la zona de Caracillo, donde toda el agua provenía de pozos y sondeos que se estaban agotando dejando de regar una superficie del 20 al 25% anual.

Año hidrológico 1992/93

Este año se cuenta con la recogida de información en la prensa y del informe realizado de los efectos de la sequía en Castilla y León en el año 1993. En el mes de enero de 1993 se tiene una ligera mejoría en los niveles de los embalses, que se encuentra al 35%, cuando el otro año estaban al 29%, así se tiene asegurado el abastecimiento para toda la comunidad a excepción de la provincia de Ávila que está acusando algunas restricciones.

En febrero de 1993 la sequía tuvo una incidencia catastrófica en el campo castellanoleonés, siendo las provincias más afectadas Valladolid, con pérdidas de 24.000 millones de pesetas en la agricultura y 3.000 en ganadería, y Salamanca, con pérdidas de 18.000 millones en el sector agrícola y 9.000 en el ganadero.

Mirando nuestros datos corroboramos que se sufrieran estas catástrofes, pues los niveles de enero y febrero son ínfimos.

Con las lluvias en el mes de mayo se permiten la realización de riegos en los cultivos de regadío con absoluta normalidad, 89 mm fue el promedio de este mes, sobre pasando en tres estaciones los 100 mm. En julio de 1993 la Junta de Castilla y León pide a la Comunidad Europea que financie parte del coste de un proyecto para reducir el consumo de agua, cambiando el sistema de riego por pie al de aspersión. Salamanca fue la población más afectada tuvieron que recurrir a abastecer mediante cisternas.

Año hidrológico 1993-1994

Se puede considerar como un año húmedo, mirando los volúmenes almacenados y los índices meteorológicos de sequía, por lo que no existieron problemas graves de abastecimiento de agua.

Observando nuestro catálogo, vemos como octubre, que es donde sea da el inicio del año hidrológico, comienza muy fuerte con un promedio de las estaciones de 111 mm, con esto según lo que se ha leído que lo consideran año húmedo bastaría para tener reservas hídricas, puesto que tenemos 6 meses secos según nuestro análisis, en los que no se encontraron problemas.

Año hidrológico 1994-1995

Al inicio no se experimentaron problemas algunos, puesto que veníamos de un año anterior provechoso. Se tienen que dar grandes cantidades de agua en el Carrión con desembalses para salvar los cultivos en el nacimiento, de no mejorar la situación de precipitaciones se tendrían que limitar los usos el agua.

Aunque no existieron grandes desembolsos de agua sobre la comunidad, se atiende satisfactoriamente a las demandas de los múltiples usos del agua.

Año sin problemas graves, que no se ve de la misma manera en el nivel promedio de precipitaciones, que vemos un principio aceptable con niveles buenos, pero acumulando seis meses secos.

Año hidrológico 1995-1996

El inicio se basa en una situación extrema de las reservas, puesto que en la campaña anterior se habían atendido a todas las necesidades con holgura, en diciembre de 1995 el agua embalsada es del 34% de la capacidad total en los 15 embalses. En noviembre de 1995 estaba prevista la disminución a 3 m³/s, pero no hizo falta gracias a la llegada de las lluvias que dieron lugar a un incremento notable de las reservas.

El problema veía arrastrándose del año anterior, para salvar ahora esta situación el Ministerio de Agricultura amplió el presupuesto. A mediados de noviembre llega una serie de temporales meteorológicos que finalizan con la sequía meteorológica ahora las reservas almacenadas en los embalses de la Cuenca del Duero en enero de 1996 se situaban en un 73,3 % frente al 36,6 % que se encontraban en noviembre de 1995. Asimismo, las reservas almacenadas en los embalses consuntivos aumentaron de 20,3 % en noviembre de 1995 a 67,6 % en enero de 1.996.

A niveles de precipitaciones, aunque tuvimos un octubre pésimo que acompañado a lo que ya arrastrábamos iba a generar una situación preocupante, los meses de diciembre y

enero fueron buenos, como se ha dicho anteriormente. Ya a finales de noviembre llegan situaciones de precipitación, y de ahí en adelante tuvimos cinco meses secos, que generarían sequía.

Año hidrológico: 1996-1997

En vista de la evolución de la meteorología, la escasez de aportaciones, que se prolongó más allá de los meses de febrero y marzo, y debido también a la ausencia de reservas de nieve, se tuvieron que modificar los volúmenes mínimos embalsados al final de cada mes, dada la imposibilidad de su cumplimiento si se quería satisfacer la demanda de agua sin restricciones.

En relación con el Sistema Esla-Valderaduey se propuso disminuir los volúmenes mínimos a mantener en el embalse de Porma durante los meses de mayo y junio.

Cuatro son los meses secos de este año hidrológico, pero es que los meses de febrero y marzo las precipitaciones son casi nulas en el primero y nulas en el segundo cayendo ni una sola gota de agua. A partir de abril se mejoran los niveles.

Año hidrológico 1997-1998

No fue un año problemático, el único problema fue que en septiembre se detectaron dificultades para finalizar la campaña de riego en los sistemas Carrión y Tuerto.

Se aprueba disminuir el volumen al final de septiembre hasta 2 hm³, desde 4 hm³, para el Tuerto del sistema de explotación del Órbigo, al haber coincidido en verano extremadamente seco y se considera que las garantías para asegurar el abastecimiento de la ciudad de Astorga y el caudal de mantenimiento del río son suficientes.

Problemas por los meses de verano muy secos viniendo ya de unos meses como enero, febrero y marzo también muy secos.

Año hidrológico 1998-1999

En febrero el nivel de los embalses era inferior al del año anterior de un 74% a un 46%, o sea que la situación de sequía como por ejemplo en el embalse de Villameca va a ser evidente en febrero de 1998 una reserva media del 80 % de su capacidad, se encontraba en febrero de 1999 al 15 %, mientras que, en Barrios de Luna, el nivel de reserva del 78

% del año anterior bajó hasta el 30 %. El sistema de Carrión, integrado por los embalses de Camporredondo y Compuerto, pasó del 80 % al 30 %.

Preocupación debido a la falta de lluvias y nieve que se registraron en diciembre se recomiendan consumos moderados en los hogares debido a las bajas reservas de agua de los embalses que se dedican a Teniendo en cuenta la situación por la que atravesaba la cuenca la propuesta de desembalses para la campaña de riego, realizada el 18 de marzo de 1999, fue la siguiente:

- Los caudales mínimos de desembalse para mantenimiento de los cauces debía ser, como mínimo, los aprobados en años anteriores.
- Las circunstancias especiales que caracterizan el año hidrológico, obligan a que la propuesta se realizase partiendo de las reservas mínimas embalsadas el 30 de septiembre y sumar los caudales de mantenimiento. Una vez alcanzadas las cifras de la propuesta, a excepción de Linares del Arroyo, debía darse por finalizada la campaña de riego, si las aportaciones no eran superiores al caudal mínimo de desembalse.
- De acuerdo con la experiencia histórica, y a no ser que tuviese lugar un fuerte temporal de lluvias generalizadas, en los meses de abril y mayo, con precipitaciones que superasen los 150 l/m² en el perímetro de la cuenca, se consideraba recomendable suspender la Campaña de Riego en los Sistemas Órbigo, Tuerto, Carrión, Pisuerga, Arlanza, Alto Duero y Tormes.
- Para los Sistemas Órbigo, Pisuerga, Alto Duero y Tormes se considera la conveniencia de aplicar los volúmenes disponibles a riegos de primavera, exclusivamente.
- En relación al Sistema Esla-Valderaduey no se hace propuesta por desconocer la situación e influencia del embalse de Riaño sobre los regadíos del Porma.

Llegamos al mes de marzo y podemos ya calificar a este año hidrológico como extremadamente seco, el volumen embalsado se mantuvo gracias a que el año anterior en octubre se dejaron algunas reservas del 41%.

En agosto del 1999 hubo una reunión de las juntas del Carrión, Pisuerga y Bajo Duero y Órbigo, puesto que las aportaciones eran muy bajas y se temía por que el agua fuera

suficiente para suministrar todas las necesidades. Las necesidades de abastecimiento de Palencia y Valladolid podían ser cubiertas por el embalse de Riaño.

A pesar de los problemas descritos la Campaña de Riego de 1999 salió adelante recursos. Los acuerdos que se tomaron de reducción de los volúmenes mínimos no hicieron falta llevarlos a cabo.

Apreciando los niveles pluviométricos podemos corroborar lo dicho, puesto que los que no se han calificado como meses secos de este año hidrológico, se han quedado muy cerca de ello.

Año hidrológico 1999-2000

Al principio del año hidrológico la situación de los embalses era la misma que el año anterior, se estaba recuperando los niveles de los embalses por las precipitaciones recibidas. Algunos problemas en los cultivos de regadío en el área de Salamanca. Los cultivos de regadío ya se estaban regando con agua procedente de sondeos, cuando normalmente se hace en los meses de abril y mayo lo que supone un gasto, ya que se extrae por motores movidos por gasóleo.

En marzo se dieron precipitaciones en forma de lluvia y con estas se podía calificar el año hidrológico de medio, pues los volúmenes en todos los sistemas eran siempre un poco por encima de los del año anterior. Las lluvias continuaron durante los meses de abril y mayo, por lo que el año hidrológico 1999-2000 terminó sin problemas.

Octubre con buenos niveles de precipitación, pero con uno meses venideros muy secos, hasta llegar a abril y mayo como se dice, que bastaría para calificar al año hidrológico de nivel medio.

Año hidrológico 2000-2001

Este año hidrológico se puede calificar como extraordinario, por lo que la Campaña de riego se desarrolló sin novedad. Buenos niveles hasta abril, y cabe destacar al mes de julio como mes no seco.

Año hidrológico 2001-2002

A pesar de llover un 60 % menos que el año anterior la Campaña de Riego se desarrolló satisfactoriamente.

Gracias a lo que se pudo almacenar en el año anterior, los recursos hídricos no peligraron, pero el invierno en niveles pluviométrico no fue bueno.

Año hidrológico 2002-2003

Este año hidrológico avanzó sin circunstancias adversas importantes, y se aprovechó para realizar algunas actuaciones como consecuencia de la experiencia adquirida en épocas de escasez.

Tal y como se dice, solo apreciamos en el catálogo de precipitaciones, como meses secos, los meses de verano los demás siempre por encima.

Año hidrológico 2003-2004

El año 2003/04 fue un año normal, ya que los volúmenes alcanzados en los embalses a finales de septiembre fueron superiores a los mínimos fijados por la Comisión de Desembalse y la Campaña de Riego finalizó con normalidad. Cabe destacar alguna actuación llevada a cabo para paliar algunos problemas de escasez.

En agosto de 2004, se procede a una serie de acuerdos para invertir una gran cantidad de dinero para evitar los problemas que dejaría el verano para el suministro de agua a la población.

Las precipitaciones del año anterior permitieron no escatimar en suministro hídrico, pero este año fue seco, si lo miramos pluviométricamente con siete de los doce meses dentro del criterio de mes seco.

Año hidrológico 2004-2005

Estamos ante un año seco, un descenso del nivel de precipitaciones, ya en febrero la situación mostraba un estado de preocupación, con el nivel de los embalses a un 5% de su capacidad, y el año anterior al 78,5%... estos datos lo dicen todo.

Se estudian volver a las medidas de las sequías prolongadas en años anteriores como recurrir a pozos, bombeos... La clave está en que el invierno fue muy seco, volumen total embalsado a finales de marzo de 2005 era del 69,8 % frente al 84,9 % del año anterior.

En marzo, algunas zonas abastecidas con aguas gestionadas por la Confederación Hidrográfica del Duero se encontraban con dificultades. Pero gracias a la nieve acumulada en las montañas se esperaba llevar a cabo la campaña de riegos sin problemas y a finales de abril Carrión todavía no había precisado ayuda de Riaño. En abril se tuvieron que tomar algunas medidas para paliar los efectos de la sequía.

Las precipitaciones en el año 2004/2005 han sido de 269,1 mm, siendo la media de precipitaciones de la cuenca del Duero de 435,5 mm, lo que supone un 62 % sobre los datos medios. La precipitación acumulada a 1 de junio fue inferior al 65% de la precipitación de referencia.

Quizás el año hidrológico más seco de todo el periodo analizado en cuanto a sequía meteorológica, hasta nueve meses igual o por debajo de los 30 mm, las situaciones de sequía coinciden claramente con el aspecto hídrico. De mayo a septiembre apenas cae agua.

Según la información del Ministerio de Medio Ambiente en su informe de sequías en los años que hemos analizado, y según mis datos, se puede decir que hay veces que el agua embalsada es de gran volumen, que cuando se sucede una sequía meteorológica, no incide directamente al año siguiente en el aspecto hidrológico, porque puede que los embalses se encuentran a un nivel que puedan satisfacer las necesidades requeridas. Puesto que se puede estar dando meses de ambas sequías, pero un mes bueno de precipitaciones, puede rellenar los embalses, y encadenar después 4 meses secos, que a lo mejor en el aspecto hídrico no se notaría en gran medida.

En cambio en ocasiones los embalses poseen un nivel bajo debido al consumo de estos, sobre todo en otoño, fecha que comienza un año hidrológico, y podría no estar debido a la sequía meteorológica, por la gran demanda que se habría necesitado.

7. PROBLEMAS DERIVADOS DE LAS SEQUÍAS

Durante estos años el fenómeno de la sequía ha dejado su huella en forma de consecuencias para la sociedad y para el medio físico, generando problemas relacionados con los efectos que produce la falta de agua. Está claro que la ausencia de precipitaciones conlleva problemas que muchos se han podido constatar en el anterior

epígrafe, con la serie de restricciones que la Confederación Hidrográfica del Duero se ha visto obligada a llevar a cabo. Algunos de estos problemas se explican a continuación.

- **Degradación del medio natural.** Algunos medios físicos necesitan de agua y la falta de ella no les permite mantener sus niveles de vida óptimos, y al darse períodos de sequías más o menos prolongados muchos ecosistemas se ven afectados (Foto 1). Numerosas especies animales y vegetales ven peligrar su desarrollo y subsistencia.

Foto 1. BAJO NIVEL DEL AGUA EN LA LOCALIDAD SALMANTINA DE CESPEDOSA



Fuente: ABC 3/4/2012

- Problemas en la agricultura para el **abastecimiento de agua al regadío.** Este es uno de los mayores problemas que crean las situaciones de sequía como hemos podido ver en el anterior apartado, abordando los años hidrológicos. En la mayoría de ellos había problemas con los riegos de este sector y se tienen que tomar casi constantemente medidas. El agua que se aprovecha para regar los campos de cultivo es más que vital para la evolución de la vida y la falta de lluvias deja el suelo demasiado seco para que se pueda sembrar con eficacia. Muchos de los productos que consumimos o vienen directamente de la agricultura o sirven para generar otros productos, si este sector se queda sin abastecimiento, los efectos serán graves para la sociedad y sobre todo para su alimentación.

Algunas de las noticias que se han dado en estos años nos evidencian sobre este problema, como:

- “El 15% menos de uva en Castilla y León por la sequía (16/8/2012)” (Fuente: www.vinetur.com).
- “Asaja vaticina una “Guerra del Agua” en Castilla y León. (5/03/2012)”, Fuente: www.elmundo.es.
- El 80% de la superficie del eje Palencia-Villalón de Campos se quedará sin cosechar, principalmente los cereales, algo desconocido en casi tres décadas (30/04/2017)

- Problemas para **abastecer agua a las viviendas**. Problema también tratado en el hemos el apartado 6, donde veíamos años hidrológicos que existían dificultades para suministrar el agua a la población. Es un problema primario, lo cual provoca un control de uso de aguas, que implica moderar los usos, y poner en riesgo la llegada de agua a todos los lugares.

- Que se den sequías acusadas lleva implícito **fomentar los incendios forestales**. La campaña contra incendios se presenta "complicada" por la sequía, no solo las altas temperaturas es el factor que más incide en los incendios forestales, el ambiente de sequedad favorece la provocación de un incendio. En periodos secos y con temperaturas altas las plantas se deshidratan y esto fomenta un descenso del nivel de humedad del terreno. Cuando las plantas se secan emiten el etileno presente en su interior que, al tratarse de un compuesto químico altamente inflamable, multiplica el riesgo de incendios en la zona. (ecovive.com). La prensa también hace eco de este problema, “León y Zamora mantienen la concentración más alta de incendios en la Comunidad” (25.06.2012), Fuente: www.laopiniondezamora.es

- Se pone en peligro el **abastecimiento a las industrias urbanas**. Al igual que el abastecimiento para los hogares, también hay industrias urbanas que necesitan demandar gran cantidad de agua, y cuando se producen sequías prolongadas no se les puede suministrar todo lo necesario, y a veces se ven obligadas a parar la producción o a ralentizarla.

- Problemas para el **agua para saneamiento**, el fenómeno de la sequía a veces interfiere para la higiene y cuidado de algunas partes de la ciudad como limpieza de espacios de, o el riego de los jardines, parques, etc. Cuando no existe superávit de agua, las autoridades se ven obligadas o a limitar o a anular por un tiempo esta acción.

- Problemas en general para la sociedad a la hora de **desarrollar actividades o hobbies**, pues algunos de éstos conllevan el uso de agua. ¿Pero qué pasa si el agua encuentra en estado de restricción? Pues que no se pueden realizar algunas de las actividades como por ejemplo nos deja la siguiente noticia: “La sequía amenazada la temporada de setas para 500.000 recolectores (17/10/2009)” Fuente: www.elmundo.es.

8. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El estudio de las sequías en Castilla y León durante el período 1988-2015, ha motivado que se haya manejado un gran volumen de datos. Pese a que este lapso de tiempo es suficiente para hacer una buena caracterización del comportamiento de este proceso en la región, el tiempo de que se ha dispuesto y el tipo de investigación llevado a cabo no ha permitido trabajar con un mayor número de años ni de observatorios. No obstante, queda abierta la posibilidad de ampliar el catálogo y el estudio en el futuro.

La investigación ha puesto de manifiesto una serie de particularidades y aspectos que conviene destacar:

- La importancia de elaborar un catálogo de episodios de sequías muy detallado apoyado en la consulta de fuentes documentales.
- La trascendencia de realizar estudio sinóptico de carácter histórico en la investigación climática. El catálogo de tipos de tiempo elaborado constituye una de las principales herramientas a la hora de conocer el número, frecuencia, intensidad o duración de los eventos ocurridos.
- La correlación de los episodios de sequía con los meses con precipitaciones inferiores a 30 mm para el conjunto de las llanuras de Castilla y León.
- El análisis sinóptico para conocer la causa que las motiva. La cartografía sinóptica no solo ayuda a establecer su tipología, sino a entender su manifestación espacial. Una tarea que ha sido posible gracias a la consulta de la web alemana de *wetterzentrale.de*.
- La caracterización de estos períodos de sequedad, destacando su intensidad y duración media, así como su forma de manifestarse en el transcurso de casi tres décadas

- El establecimiento de una tipología en el comportamiento de estos períodos a lo largo del año, al comprobar su particular importancia no solo durante la época estival, sino a lo largo de los inviernos.
- La información del catálogo ha permitido acotar temporalmente el intervalo de aparición de este proceso, cuantificar su mayor o menor intensidad por su grado de prolongación, y sopesar los posibles efectos que ocasionan tanto climáticamente como desde el punto de vista hídrico.

9. CONCLUSIONES

El Catálogo de episodios de sequías, único hasta la fecha, ha sido el núcleo central en torno al cual ha girado la investigación. Su elaboración ha supuesto un enorme esfuerzo, ocupando la mayor parte del tiempo disponible para la realización del Trabajo Fin de Grado. No solo hablamos de la confección de una base de datos centrada en la consulta de los Calendarios Meteorológicos de AEMET, y en los mapas sinópticos de *Wetterzentrale.de* revisados diariamente durante un período largo, sino del trabajo que ha supuesto la comparación entre ambas fuentes, y la realización de una base de datos detallada estructurada en diferentes campos.

Los numerosos datos proporcionados por los ocho observatorios han tenido que ser filtrados correctamente. A partir de la precipitación mensual de las capitales de provincia castellano-leonesas, se ha procedido a calcular la precipitación acumulada en las llanuras de la región en cada uno de los meses de los 28 años analizados, con el objeto de deducir a partir de qué umbral de precipitación se puede considerar que existen situaciones de mayor sequedad.

No obstante, pese a que la confección del catálogo ha sido un trabajo duro, se ha convertido en una herramienta fundamental para caracterizar cómo se comportan y manifiestan los períodos de sequía en esta región. Con toda la información se han podido depurar número, intensidad, duración y frecuencias de los episodios ocurridos, parámetros que están en la base de cualquier estudio de peligrosidad climática.

A partir de él, de su explotación y reflexión se han obtenido algunas conclusiones importantes. Castilla y León es una región que, aunque por su situación no disfrute de períodos de sequía y de aridez estival tan prolongados como otras regiones más meridionales de España, sí que se ve afectada. Sobre todo, es su parte central la que las

padece en mayor medida, siendo la configuración de su relieve el responsable en buena medida de ello. El aislamiento que padecen las llanuras de su interior frente a su rolde montañoso, motiva una clara diferenciación a la hora de producirse estos estadios de indigencia pluviométrica. Así pues, la sequía se muestra de forma diversa en la región, siendo siempre más intensa donde menos registros pluviométricos se reciben.

También se ha apreciado una estrecha relación entre la intensidad de los períodos secos y su duración, principalmente en los episodios más breves y en los más prolongados. No obstante, dicha relación no siempre se mantiene, pero en general cuanto más se prolongan las sequías temporalmente más intensidad alcanza, aunque en ocasiones haya habido meses con pocas precipitaciones intercalados entre otros húmedos.

Asimismo, se observa una cierta irregularidad en la forma de producirse, pues no todos los años registran el mismo número de meses secos, y entre unos y otros también hay diferencias. Años con igual número de meses con menos de 30 mm, no tienen igual proporción de episodios de altas presiones. No deja de ser otro aspecto propio de la forma de manifestarse este proceso.

En toda la etapa analizada, localizamos algunos intervalos donde la sequía es acusada, el primero de ellos, el más flojo de los que vienen a continuación, es el que se experimenta en el año 1989, en donde del mes de junio al mes de octubre las precipitaciones son muy escasas, o casi imperceptibles. Después se suceden años intermitentes o encadenamiento de tres meses en tres meses, sobre todo en verano. Otro intervalo ahora más duradero y acusado es el que se produce en el año 1995, donde de enero a octubre, tan solo un mes supera los 40 mm, exactamente 43 mm, son siete meses secos en este espacio, que finaliza con unos meses de noviembre, diciembre y enero con altos niveles.

Justo antes de entrar en el nuevo siglo, en el año 1999, tenemos otro intervalo prolongado, con ningún mes de enero a agosto superando los 50 mm, y solo uno superando los 40 mm.

Ya en el 2001-2002, tenemos 18 meses, de los cuales solo dos superan los 50 mm y no con más de 60 mm, por lo tanto 16 meses por debajo de 50 mm y con 9 meses por debajo de 30 mm, es un periodo duro y con meses en los que nos reciben precipitaciones. Si este periodo es alarmante, el que viene ahora aún más, desde diciembre del 2003 a agosto del 2005, se acumulan 23 meses, en los cuales solo tres de

ellos van a superar los 40 mm, 16 de estos meses con un nivel de precipitaciones de 30 o inferior, sin duda alguna es el intervalo más acusado y más intenso del periodo analizado.

Ya vistos los más periodos de sequía más preocupantes, habría todavía tiempo para vivir otros dos, uno de ellos de junio de 2007 a agosto del 2008, donde de los once meses, solo tres de ellos ostentan 40 mm. El último periodo se encontraría en el año 2009, de enero a noviembre con ningún mes que llegue a los 50 mm, y siete meses por debajo de los 30 mm.

Igualmente, pese a que son varios los tipos de tipos de tiempo capaces de generar su aparición, se puede advertir una relación evidente entre los episodios más intensos y la penetración de Crestas Tm y Crestas Tc, siendo estas últimas las más directas responsables de olas de calor. Las Crestas canalizadas y las compartidas con dinámicas mixtas representan porcentajes mucho más bajos.

A nuestro parecer este tipo de situaciones de sequía parece comportarse como algo cíclico. En determinadas ocasiones se manifiestan en mayor grado y en otras en menor nivel. Habría que analizar una serie más prolongada de datos, de más de 100 años, para comprobar posibles tendencias. Pese a todo, se insiste mucho en que las últimas décadas están muy influidas por el cambio climático actual. Lo cierto es que históricamente siempre han existido estos períodos, incluso mucho más pronunciados que los que estamos viviendo (1.644 en China, 1756-68 en Asia, 1790-96 en Francia, 1876-78 en los trópicos...).

Aunque la forma de manifestarse las sequías sea amplia, este estudio ha permitido realizar una primera aproximación al comportamiento de las mismas en la región, lo que ofrece grandes posibilidades para futuros trabajos.

10. BIBLIOGRAFÍA

- ATLAS AGROCLIMÁTICO DE CASTILLA Y LEÓN, septiembre 2003.
- LABAJO, J.L, MARTÍN, Q, PIORNO, A, ORTEGA, M^a T Y MORALES, C. (2004), “Primeros resultados del análisis del comportamiento de los valores extremos de la presión atmosférica a nivel del suelo, en Castilla y León”. *El clima, entre el mar y la montaña*. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología. Pp. 313-322.
- LABAJO, J.L, MARTÍN, Q, PIORNO, A, ORTEGA, M^a T Y MORALES, C. (2007), “Recent trends in the frequencies of extreme values of daily maximum atmospheric pressure at ground level in the central zone of the Iberian Peninsula”. *International Journal of Climatology*. Volumen 28, Issue 9. Pp 1227-1238.
- LAUTENSANCH, H. (1971). *La precipitación en la Península Ibérica*. Servicio Meteorológico Nacional. Traducción de A. Miguel de Zalote. Madrid. 39 p.
- MARCOS VALIENTE, O. (2001) «Sequía: definiciones, tipologías y métodos de cuantificación» en *Investigaciones Geográficas*, nº 26. Instituto Universitario de Geografía, Universidad de Alicante.
- MORALES GIL, A. OLCINA CANTOS, J. y RICO AMORÓS, A. M. (2000) «Diferentes percepciones de la sequía en España: adaptación, catastrofismo e intentos de corrección» en *Investigaciones Geográficas*. nº 23, pp. 5-47.
- MORALES, C Y ORTEGA, M^a T. (2002). “Síntesis del clima en Castilla y León: Factores y características”. *Aportaciones geográficas en memoria del profesor L. Miguel Yetano Ruiz*. Secretariado de publicaciones de la Universidad de Zaragoza. Pp 385-394.
- PLAN ESPECIAL DE SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL *DUERO* (Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente) Anexo V. Análisis de sequías históricas, Valladolid, marzo de 2007.
- PITA LÓPEZ, M.F. (2001): «Sequías en la cuenca del Guadalquivir». En *Causas y consecuencias de las sequías en España*. Coords. /Eds.: Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. pp. 303-344. Instituto Universitario de Geografía y Caja de Ahorros del Mediterráneo.

11. RECURSOS INTERNET

<http://www.wetterzentrale.de>

<http://www.aemet.es>

<http://www.mapama.gob.es>

<http://www.elmundo.es>

<http://www.abc.es>

<http://meteomostoles.blogspot.com/>

<http://salvadoresege.blogspot.com>

<http://www.chduero.es/>

<http://www.itacyl.es/>

<http://www.ecovive.com>

12. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de castilla y león en España.....	4
Figura 2. Precipitación media anual de Castilla y León.....	6
Figura 3. Mapa de localización de observatorios consultados.....	8
Figura 4. Mapa sinóptico a 500 mb del 8-julio-2008.....	11
Figura 5. Mapa de masas de aire que afectan a la P. Ibérica.....	13
Figura 6. Precipitaciones mensuales y cálculos totales en las llanuras de Castilla y León (1988-2016).....	17
Figura 7. Evolución de las precipitaciones en las llanuras de castilla y león (1988-2015).....	18
Figura 8. Anomalías de las precipitaciones en las llanuras de castilla y león (1988-2015).....	19
Figura 9. Número de veces que no superan los 30 mm de precipitación (1988-2015).....	21
Figura 10. Tipo de tiempo de cresta tropical marina.....	23
Figura 11. Tipo de tiempo de cresta tropical continental.....	24

Figura 12. Tipo de tiempo de cresta tropical marina con circulación zonal al norte.....25

Figura 13: Tipo de tiempo de cresta Tc y vaguada pm al no.....26

Figura 14. Agua embalsada por cuencas en España.....41

13.ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro I. Coordenadas de los observatorios consultados.....9

Cuadro II. Precipitación media mensual (período 1988-2015).....10

Cuadro III. Fragmento del catálogo de tipos de tiempo (1988-2015).....12

Cuadro IV. Tipos de tiempo generadores de episodios de sequía (1988-2015).....14

Cuadro V. Frecuencia de meses secos según meses.....20

Cuadro VI. Número de episodios según tipos de tiempo (1988-2016).....22

Cuadro VII. Número y duración de los episodios según tipos de tiempo (1988-2015).....27

Cuadro VIII. Resumen de nº de episodios anticiclónicos, nº de días y porcentaje que representan (1988-2015).....28

14.ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. Bajo nivel del agua en la localidad salmantina de Cespedosa.....54