

# REVISIÓN DEL PLAN ESPECIAL DE SEQUÍA

## Demarcación Hidrográfica del Segura

### ANEXO VI

## ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE SEQUÍA PROLONGADA EN LA DEMARCACIÓN DEL SEGURA

Noviembre de 2018



**Confederación Hidrográfica del Segura, O.A.**

## Índice

### Anexo VI. Análisis de los indicadores de sequía prolongada en la Demarcación del Segura

	Página
1	Introducción .....1
2	El concepto de sequía prolongada.....2
2.1	El deterioro temporal del estado de las masas de agua .....2
2.2	El establecimiento de caudales ecológicos mínimos menos exigentes ....2
2.3	La declaración de situación de sequía extraordinaria.....2
3	Definición de unidades territoriales de sequía (UTS).....3
4	Indicadores de sequía.....4
4.1	Selección de las variables más representativas de cada UTS .....5
4.2	Recopilación de las series temporales de cada variable .....6
4.2.1	Estaciones consideradas .....9
4.2.2	Tratamiento de los datos de precipitación mensual .....14
4.3	Reescalado y ponderación de las variables. Indicador único por UTS ...15
4.3.1	Determinación del periodo de acumulación de precipitación para el cálculo del SPI.....16
4.3.2	Estudio comparativo entre el índice SPI de 9 meses y la precipitación acumulada a 9 meses .....25
4.3.3	Reescalado del índice SPI para cada UTS .....33
4.4	Caracterización de la situación a través del índice de estado .....47
4.5	Validación del índice de estado de sequías prolongadas a través de las sequías históricas de la demarcación.....50
4.5.1	Sistema principal.....50
4.5.2	Sistema cabecera .....53
4.5.3	Sistema ríos margen izquierda.....54
4.5.4	Sistema ríos margen derecha .....55
4.6	Propuesta final de indicador de sequía de cada UTS y del indicador global de la demarcación.....57

ANEJO I: ESTACIONES METEOROLÓGICAS SELECCIONADAS

ANEJO II: DATOS DE PRECIPITACIÓN CONSIDERADOS PARA EL CÁLCULO DEL SPI

ANEJO III: DIFERENCIAS IDENTIFICADAS ENTRE DATOS DE LA RED SAIH Y DE LAS ESTACIONES AEMET

ANEJO IV: CÁLCULO DEL ÍNDICE SPI PARA CADA UTS

ANEJO V: ESTIMACIÓN DE APORTACIONES PARA CADA UTS

ANEJO VI: GRÁFICOS DE IDENTIFICACIÓN DEL UMBRAL DE SEQUÍA PROLOGANDA POR UTS

ANEJO VII: ÍNDICE SPI NORMALIZADO PARA CADA UTS

ANEJO VIII: ÍNDICE DE ESTADO DE SEQUÍA PROLONGADA

## Índice de figuras

	<b>Página</b>
Figura 1. UTS definidas en la Demarcación Hidrográfica del Segura .....	3
Figura 2. Metodología para el establecimiento de indicadores de sequía prolongada para cada UTS.....	5
Figura 3. Selección de estaciones meteorológicas para el cálculo del índice SPI.14	
Figura 4. Reescalado y ponderación de variables para obtención de un indicador único por UTS.....	15
Figura 5. Gráfico del índice SPI estimados para 9, 12 y 24 meses de acumulación de precipitación y de aportaciones del Sistema Principal .....	18
Figura 6. Gráfico del índice SPI estimados para 9, 12 y 24 meses de acumulación de precipitación y de aportaciones del Sistema Cabecera .....	20
Figura 7. Gráfico del índice SPI estimados para 9, 12 y 24 meses de acumulación de precipitación y de aportaciones del Sistema Ríos Margen Izquierda.22	
Figura 8. Gráfico del índice SPI estimados para 9, 12 y 24 meses de acumulación de precipitación y de aportaciones del Sistema Ríos Margen Derecha..24	
Figura 9. Gráficos del índice SPI para 9 meses de acumulación de precipitación y de precipitación acumulada a 9 meses del Sistema Principal .....	26
Figura 10. Gráficos del índice SPI para 9 meses de acumulación de precipitación y de precipitación acumulada a 9 meses del Sistema Cabecera .....	28
Figura 11. Gráficos del índice SPI para 9 meses de acumulación de precipitación y de precipitación acumulada a 9 meses del Sistema Ríos Margen Izquierda.....	30
Figura 12. Gráficos del índice SPI para 9 meses de acumulación de precipitación y de precipitación acumulada a 9 meses del Sistema Ríos Margen Derecha .....	32
Figura 13. Umbral de sequía prolongada a partir de los datos de la estación de aforo de Lietor (sequía de 1994-1995) .....	34
Figura 14. Umbral de sequía prolongada a partir de los datos de entrada al Embalse de la Fuensanta (sequía 1983-1984).....	35
Figura 15. Umbral de sequía prolongada a partir de los datos de entrada al Embalse de la Fuensanta (sequía de 1994-1995).....	35
Figura 16. Gráficos de precipitación acumulada a 9 meses y percentil 10. Sistema Principal.....	37

Figura 17. Gráficos de precipitación acumulada a 9 meses y percentil 10. Sistema Cabecera.....	38
Figura 18. Gráficos de precipitación acumulada a 9 meses y percentil 10. Sistema Ríos Margen Izquierda .....	39
Figura 19. Gráficos de precipitación acumulada a 9 meses y percentil 10. Sistema Ríos Margen Derecha .....	40
Figura 20. Gráficos con la normalización del indicador de sequía prolongada en la UTS I: Sistema Principal .....	43
Figura 21. Gráficos con la normalización del indicador de sequía prolongada en la UTS II: Sistema Cabecera.....	44
Figura 22. Gráficos con la normalización del indicador de sequía prolongada en la UTS III: Sistema Ríos Margen Izquierda .....	45
Figura 23. Gráficos con la normalización del indicador de sequía prolongada en la UTS IV: Sistema Ríos Margen Derecha.....	46
Figura 24. Índice de estado para la UTS I: Sistema Principal .....	48
Figura 25. Índice de estado para la UTS II: Sistema Cabecera .....	48
Figura 26. Índice de estado para la UTS III: Sistema Ríos Margen Izquierda .....	49
Figura 27. Índice de estado para la UTS IV: Sistema Ríos Margen Derecha.....	49
Figura 28. Índice de estado de sequía prolongada para la D.H. del Segura .....	59

## Índice de tablas

	<b>Página</b>
Tabla 1. UTS definidas en la Demarcación Hidrográfica del Segura.....	3
Tabla 2. Datos solicitados a la AEMET .....	6
Tabla 3. Datos solicitados a la AEMET .....	10
Tabla 4. Relación de estaciones meteorológicas consideradas .....	10
Tabla 5. Análisis de correlación entre el índice SPI y aportaciones para la UTS I17	
Tabla 6. Análisis de correlación entre el índice SPI y aportaciones para la UTS II19	
Tabla 7. Análisis de correlación entre el índice SPI y aportaciones para la UTS III21	
Tabla 8. Análisis de correlación entre el índice SPI y aportaciones para la UTS IV23	
Tabla 9. Estadísticos para la normalización del índice SPI en cada UTS .....	42
Tabla 10. Validación del índice de estado de la UTS I: Sistema Principal.....	50
Tabla 11. Validación del índice de estado de la UTS II: Sistema Cabecera .....	53
Tabla 12. Validación del índice de estado de la UTS III: Sistema Ríos Margen Izquierda .....	54
Tabla 13. Validación del índice de estado de la UTS IV: Sistema Ríos Margen Derecha .....	55
Tabla 14. Propuesta de índice de estado (Ie) para cada UTS.....	58
Tabla 15. Propuesta de índice de estado (Ie) global para la demarcación .....	58

# 1 Introducción

El Plan Especial de actuación ante situaciones de alerta y eventual Sequía de la Demarcación Hidrográfica del Segura (en adelante PES) fue aprobado por la Orden del Ministerio de Medio Ambiente 698/2007, de 21 de marzo (BOE del 23 de marzo) con el objetivo de minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de eventuales periodos de sequías.

Posteriormente este PES se adaptó para su incorporación al Plan Hidrológico de cuenca (en adelante PHC) del ciclo 2015-2021. Concretamente se adaptaron los índices de estado y umbrales de sequía a las nuevas circunstancias introducidas por el Plan Hidrológico y se incorporó el concepto de sequía prolongada.

Desde el pasado mes de julio se están llevando a cabo los trabajos de revisión del vigente PHC de acuerdo a la disposición final primera, apartado 2, del Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, que, a su vez, incluyen la revisión del PES aprobado en el año 2007.

Como parte de los citados trabajos se va a llevar a cabo una revisión de los indicadores utilizados en el vigente PES, de modo que pueda evaluarse la validez de los mismos en la revisión y actualización del nuevo PES, diferenciando claramente entre indicadores de sequía y escasez.

Y es dentro de esta revisión de indicadores donde se enmarca este informe, en el que se incluye la descripción de los trabajos realizados y la presentación de los nuevos indicadores propuestos al Organismo de cuenca.

## 2 El concepto de sequía prolongada

De acuerdo con el mandato incluido en el artículo 27.1 de la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional. El nuevo PES debe diferenciar claramente las situaciones de **sequía prolongada**, asociadas a la disminución de la precipitación y de los recursos hídricos en régimen natural y sus consecuencias sobre el medio natural (y por tanto, independientes de los usos socioeconómicos asociados a la intervención humana).

Entendiéndose por sequía prolongada a la sequía producida por circunstancias excepcionales o que no se pueden prever razonablemente. La identificación de estas circunstancias se realiza mediante el uso de indicadores relacionados con la falta de precipitación durante un periodo de tiempo y teniendo en cuenta aspectos como la intensidad y la duración.

La identificación de episodios de sequía prolongada a partir de los índices de estado, determinados para cada una de las UTS definidas en la demarcación, permitirá al Organismo de cuenca adoptar las siguientes consideraciones.

### 2.1 El deterioro temporal del estado de las masas de agua

De acuerdo al apartado 6 del Artículo 4 de la DMA relativo al cumplimiento de objetivos en situaciones excepcionales, “el deterioro temporal no constituirá infracción de las disposiciones de la presente Directiva si se debe a causas naturales o de fuerza mayor que sean excepcionales o no hayan podido preverse razonablemente, en particular sequías prolongadas.”

### 2.2 El establecimiento de caudales ecológicos mínimos menos exigentes

De acuerdo al apartado 4 del Artículo 18 del Reglamento de Planificación Hidrológica: “en caso de sequías prolongadas podrá aplicarse un régimen de caudales menos exigente siempre que se cumplan las condiciones que establece el artículo 38 sobre deterioro temporal del estado de las masas de agua.”

### 2.3 La declaración de situación de sequía extraordinaria

No obstante, de acuerdo al Artículo 16 de la Instrucción Técnica para la elaboración de los PES, el Organismo de cuenca podrá declarar situación excepcional por **sequía extraordinaria** en aquellas unidades territoriales para las que, a partir de los índices de estado globales definidos para todo el ámbito de la demarcación, se diagnostique sequía prolongada y además se diagnostique situaciones de alerta o emergencia por escasez coyuntural.



### 3 Definición de unidades territoriales de sequía (UTS)

El PES tiene como objetivo conseguir llevar a cabo una gestión diferenciada de las situaciones de sequía prolongada y de escasez coyuntural. La diferencia de estos conceptos plantea la necesidad de establecer unidades de gestión territoriales diferenciadas para ambos. Así, la sequía prolongada está relacionada exclusivamente con la disminución de las precipitaciones y de las aportaciones en régimen natural, por lo que su unidad de análisis corresponderá con zonas homogéneas en cuanto a la generación de los recursos hídricos.

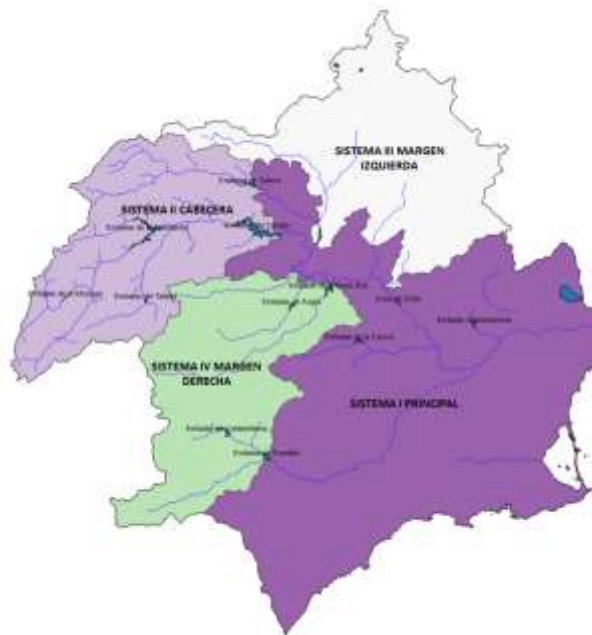
En este contexto, el Organismo de cuenca del Segura ha definido cuatro unidades territoriales de sequía a efectos de sequía prolongada (en adelante UTS). Estas unidades territoriales se describen y se muestran a continuación.

Tabla 1. UTS definidas en la Demarcación Hidrográfica del Segura

Código de UTS	Denominación de la UTS	Superficie (km <sup>2</sup> )
UTS I	Sistema I Principal	9.046
UTS II	Sistema II Cabecera	3.358
UTS III	Sistema III Ríos de la Margen Izquierda	3.500
UTS IV	Sistema IV Ríos de la Margen Derecha	3.121

Fuente: Oficina de Planificación Hidrológica (en adelante OPH) de la Confederación Hidrográfica del Segura (en adelante CHS)

Figura 1. UTS definidas en la Demarcación Hidrográfica del Segura



Fuente: OPH de CHS

Estas unidades de gestión se utilizarán más adelante para realizar y establecer los análisis, diagnósticos, acciones y medidas que correspondan.

## 4 Indicadores de sequía

Con el fin de ser una herramienta de apoyo a la gestión de los recursos hídricos del Organismo de cuenca, el indicador de estado de sequías prolongadas debe facilitar la identificación objetiva de situaciones persistentes e intensas de disminución de las precipitaciones, con reflejo en las aportaciones hídricas en régimen natural en el caso de la sequía prolongada.

De acuerdo a la Instrucción técnica para la elaboración de los PES, los indicadores de sequía pueden ser de diversas tipologías: registros pluviométricos, aportaciones hídricas medidas en estaciones de aforo, índice de precipitación estandarizado (SPI) u otros, si bien siempre deben presentar las siguientes características:

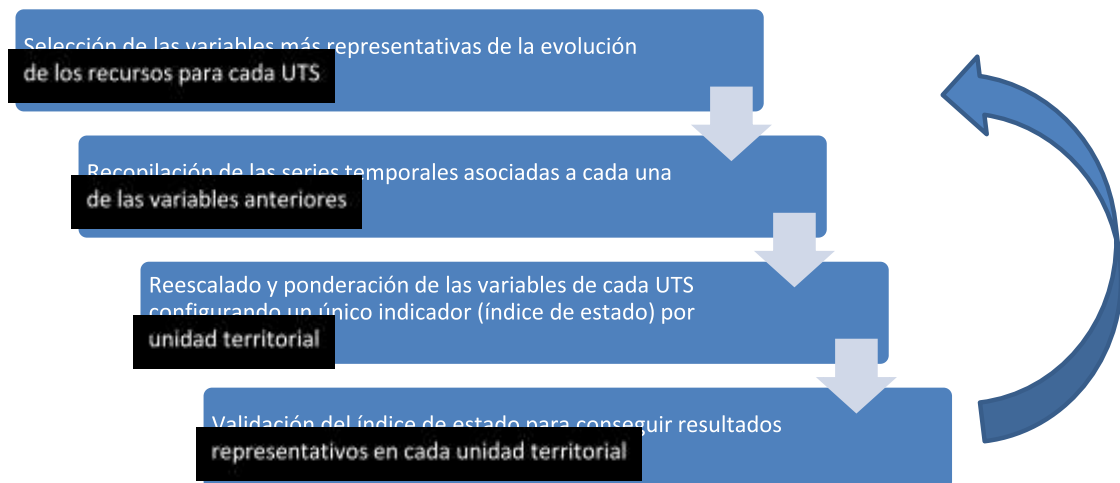
- Contar con una serie de referencia que se extienda desde octubre de 1980 a septiembre de 2012.
- El indicador debe ser representativo del ámbito geográfico de análisis y de la situación que se pretende detectar.
- Debe poder actualizarse antes del día 10 de cada mes.
- Los indicadores seleccionados deben ser de paso temporal mensual.

Un aspecto fundamental de los indicadores seleccionados es su vocación de convertirse en herramientas de gestión que faciliten la toma de decisiones y la aplicación de medidas que permitan retardar la llegada de situaciones más extremas y minimizar los impactos socioeconómicos y ambientales ocasionados por la sequía prolongada.

La sequía prolongada debe entenderse como una situación natural, persistente e intensa, de disminución de las precipitaciones producida por circunstancias poco frecuentes y con reflejo en las aportaciones hídricas. Por ello, los indicadores de sequía prolongada deben identificar temporal y territorialmente la reducción coyuntural de la esorrentía por causas naturales, independientes de la gestión de los recursos por la acción humana.

La metodología a aplicar para identificar los indicadores de sequía prolongada consiste en un proceso iterativo cuyo objetivo es la obtención de un único indicador para cada unidad territorial que sea representativo y explicativo de la realidad de la misma, permitiendo identificar de forma sencilla pero inequívoca y objetiva la ocurrencia de sequía prolongada en dicho territorio.

Figura 2. Metodología para el establecimiento de indicadores de sequía prolongada para cada UTS



Fuente: Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua (en adelante SGPUSA)

#### 4.1 Selección de las variables más representativas de cada UTS

De todas las posibles variables a tener en cuenta en el estudio de identificación de sequías prolongadas (registros pluviométricos, aportaciones hídricas medidas en estaciones de aforo, índices de precipitación estandarizados, etc.), en el caso de la cuenca del Segura únicamente se va a tener en cuenta el índice estandarizado de precipitación (SPI).

El índice SPI se define como un valor numérico que representa el número de desviaciones estándar de la precipitación caída a lo largo del período de acumulación de que se trate, respecto de la media, una vez que la distribución original de la precipitación ha sido transformada a una distribución normal. De este modo se define una escala de valores que se agrupa en tramos relacionados con el carácter de la precipitación.

Este índice fue diseñado con objeto de dar cuenta de las distintas maneras en que el déficit de precipitación afecta a los diferentes sistemas de recursos hídricos (humedad del suelo, aguas superficiales, aguas subterráneas, etc.). Concretamente, el SPI fue desarrollado por el investigador estadounidense Mc Kee en 1993 para poder cuantificar el déficit de precipitación para diferentes escalas temporales y, en base a ello, poder evaluar el impacto del déficit de precipitación sobre la disponibilidad de los distintos tipos de recursos hídricos. Así, por ejemplo, las condiciones de humedad de los suelos son sensibles a las anomalías (positivas o negativas) de la precipitación a corto plazo, en tanto que las reservas de aguas superficiales (embalses) y subterráneas (acuíferos), así como los caudales fluviales, responden a anomalías pluviométricas a largo plazo.

A través del uso del índice SPI es posible cuantificar y comparar las intensidades de los déficits de precipitación entre zonas con climas muy diferentes y tiene la propiedad de que puede integrarse sobre un amplio rango de escalas temporales, lo que hace que pueda ser utilizado como indicador de diferentes tipos de sequía, tanto aquellas que son de corta duración y que producen efectos principalmente sobre los sectores agrícola, forestal y pecuario, como para caracterizar sequías climáticas de larga duración conducentes a sequías hidrológicas.

Los valores positivos de SPI indican que la precipitación es mayor que la mediana, y los valores negativos, que es menor. Dado que el SPI está normalizado, los climas húmedos y secos se pueden representar del mismo modo, por lo que también se puede hacer un seguimiento de los períodos húmedos utilizando el SPI.

## 4.2 Recopilación de las series temporales de cada variable

La información de partida, para el cálculo del índice SPI, es la serie histórica de precipitación mensual registrada por las estaciones meteorológicas que se encuentran ubicadas en embalses del ámbito de la demarcación.

Esta información ha sido facilitada por los responsables de la OPH en varios ficheros excel, que contienen los valores de precipitación diaria, correspondientes al periodo 1950-2009, para un total de 200 estaciones. No obstante, conviene aclarar que varias de estas estaciones disponen de información para una serie temporal más corta y que muchas de ellas no están operativas actualmente.

Adicionalmente también se han tenido en cuenta los datos registrados por los 18 pluviómetros asociados a embalses de la cuenca del Segura, que forman parte del Sistema Automático de Información Hidrológica (en adelante SAIH), que gestiona la Dirección Técnica del Organismo de cuenca.

Atendiendo al criterio de la Instrucción técnica para la elaboración de los PES, la serie temporal de las variables consideradas debe abarcar el periodo de octubre de 1980 hasta septiembre de 2012, por ese motivo se ha tenido que solicitar a la AEMET la ampliación de la información disponible para las 147 estaciones meteorológicas que se encuentran actualmente operativas en el ámbito de la cuenca del Segura.

Tabla 2. Datos solicitados a la AEMET

Código de estación	Nombre de la estación	Provincia	Inicio de datos solicitados	Fin de datos solicitados
6371I	LORCA (LA ESCARIHUELA)	MURCIA	2008	2017
7001E	AGUILAS (MONTAGRO)	MURCIA	2008	2017
7002	AGUILAS, DIPUTACION	MURCIA	2010	2017
7002F	LORCA (CAMPICO LOPEZ)	MURCIA	2008	2017
7003D	LORCA (LOS CURAS)	MURCIA	2008	2017
7007B	MAZARRON (I.O.E.)	MURCIA	2008	2017
7007X	MAZARRON (I.O.E. - AUT.)	MURCIA	2008	2017
7012C	CARTAGENA (CIUDAD)	MURCIA	2008	2017
7013	CARTAGENA, PUERTO	MURCIA	2010	2017
7020	MURCIA (CORVERA)	MURCIA	2010	2017
7021	MURCIA (SAN MAGIN)	MURCIA	2010	2017
7022	FUENTE ALAMO (LA PINILLA)	MURCIA	2008	2017
7024J	FUENTE ALAMO (BALSAPINTADA)	MURCIA	2008	2017
7025	MURCIA (LOS MTNEZ DEL PTO)	MURCIA	2010	2017
7025E	MURCIA (VALLE DEL SOL)	MURCIA	2008	2017
7026	CARTAGENA (POZO ESTRECHO)	MURCIA	2010	2017
7026U	TORRE PACHECO, C.C.A.	MURCIA	2005	2017
7026X	TORRE PACHECO (C.C.A. AUT.)	MURCIA	2008	2017
7028I	TORREPACHECO (TORRE BLANCA)	MURCIA	2008	2017
7029	MURCIA (SUCINA)	MURCIA	2010	2017
7031	MURCIA/SAN JAVIER	MURCIA	2010	2017
7031O	SAN PEDRO DEL PINATAR (I.O.E.)	MURCIA	2008	2017
7032	SAN PEDRO DEL PINATAR, AYTO	MURCIA	2010	2017

Código de estación	Nombre de la estación	Provincia	Inicio de datos solicitados	Fin de datos solicitados
7080	MORATALLA (BENIZAR)	MURCIA	2010	2017
7083	MORATALLA (EMB. DEL CENAJO)	MURCIA	2010	2017
7112	MORATALLA (EL SABINAR)	MURCIA	2007	2017
7113	MORATALLA (CAMPO DE S. JUAN)	MURCIA	2010	2017
7114C	MORATALLA (P. BOMBEROS)	MURCIA	2008	2017
7116	CALASPARRA (C.F.ESTACION)	MURCIA	2010	2017
7118C	CARAVACA (ARCHIVEL)	MURCIA	2008	2017
7119A	CARAVACA, POLIDEPORTIVO	MURCIA	2008	2017
7120C	CEHEGIN, CIUDAD	MURCIA	2008	2017
7120E	CEHEGIN (EMB. DE ARGOS)	MURCIA	2008	2017
7121	CALASPARRA	MURCIA	2010	2017
7123E	MORATALLA (INAZARES)	MURCIA	2007	2017
7123I	CARAVACA (EL MORAL)	MURCIA	2008	2017
7124D	CARAVACA (EL MORALEJO)	MURCIA	2008	2017
7127	BULLAS (EL CARRASCALEJO)	MURCIA	2010	2017
7127D	BULLAS (DEPURADORA)	MURCIA	2008	2017
7129	CALASPARRA (EMB. ALFONSO XIII)	MURCIA	2010	2017
7131	CIEZA (LOS ALMADENES)	MURCIA	2010	2017
7134	CIEZA (EL PICARCHO)	MURCIA	2008	2017
7137B	JUMILLA (FUENTE DEL PINO)	MURCIA	2008	2017
7138D	JUMILLA (LA ESTACADA)	MURCIA	2007	2017
7145B	CIEZA	MURCIA	2008	2017
7145D	CIEZA (P. BOMBEROS)	MURCIA	2008	2017
7151	ABARAN (SIERRA DEL ORO)	MURCIA	2010	2017
7154	BLANCA	MURCIA	2010	2017
7156	RICOTE (LA CALERA)	MURCIA	2010	2017
7159	BLANCA (CASA CASTILLO)	MURCIA	2007	2017
7161A	ARCHENA, H.E.	MURCIA	2010	2017
7164I	LORQUI	MURCIA	2008	2017
7168	MULA (EMB. DE LA CIERVA)	MURCIA	2010	2017
7170	PLIEGO	MURCIA	2010	2017
7170C	PLIEGO (PRESA)	MURCIA	2008	2017
7170E	MULA (CASAS NUEVAS)	MURCIA	2008	2017
7172X	MULA (P. BOMBEROS - AUT.)	MURCIA	2008	2017
7175	CAMPOS DEL RIO, AYTO.	MURCIA	2008	2017
7178I	MURCIA	MURCIA	2008	2017
7182	MURCIA, ALFONSO X	MURCIA	2010	2017
7190D	LORCA (FONTANARES)	MURCIA	2008	2017
7195X	CARAVACA (LOS ROYOS- AUT.)	MURCIA	2008	2017
7198	LORCA (EMB. DE VALDEINFIERNO)	MURCIA	2010	2017
7201E	LORCA (AVILES)	MURCIA	2008	2017
7205	LORCA (EMB. DE PUENTES)	MURCIA	2010	2017
7206	LORCA (ZARZADILLA DE TOTANA)	MURCIA	2010	2017
7209	LORCA (C.C.A.)	MURCIA	2010	2017
7211B	PUERTO LUMBRERAS, C.P.	MURCIA	2008	2017
7213U	LORCA (EL HINOJAR)	MURCIA	2008	2017
7214	TOTANA (ALQUERIAS)	MURCIA	2010	2017
7219	ALHAMA (HUERTA ESPUÑA)	MURCIA	2010	2017
7220	ALHAMA (LOS QUEMADOS)	MURCIA	2010	2017
7221B	ALHAMA (CENA GUERRERO)	MURCIA	2008	2017
7221F	ALHAMA (EL PRAICO)	MURCIA	2008	2017
7226	LIBRILLA, C.H.S.	MURCIA	2010	2017
7227X	ALHAMA (COMARZA - AUT.)	MURCIA	2008	2017
7228	MURCIA/ALCANTARILLA	MURCIA	2010	2017
7232	SANTOMERA	MURCIA	2010	2017
7237	FORTUNA, C.H.S.	MURCIA	2010	2017
7237E	MOLINA DE SEGURA (LOS VALIENTES)	MURCIA	2008	2017

Código de estación	Nombre de la estación	Provincia	Inicio de datos solicitados	Fin de datos solicitados
7275	YECLA (C.H.S.)	MURCIA	2010	2017
7207	LORCA (LA JUNCOSA)	MURCIA	1959	2017
7045	PONTONES C H SEGURA	JAEN	1957	2017
7054	SALTO DE MILLER	JAEN	1957	2017
7056	SANTIAGO DE LA ESPADA	JAEN	1957	2017
7059	ARGUELLITE	ALBACETE	1957	2017
7065	MOLINICOS	ALBACETE	1957	2017
7066	EMBALSE DE LA FUENSANTA	ALBACETE	1957	2017
7071	PRESA DEL TAIBILLA	ALBACETE	1957	2017
7077	ELCHE DE LA SIERRA	ALBACETE	1957	2017
7081	SOCOIVOS	ALBACETE	1957	2017
7089	BOGARRA	ALBACETE	1957	2017
7092	LIETOR, C.H.S.	ALBACETE	1957	2017
7102	ONTUR GRUPO ESCOLAR	ALBACETE	1957	2017
7103	TOBARRA	ALBACETE	1957	2017
7104	ALBATANA	ALBACETE	1957	2017
7185	VELEZ BLANCO	ALMERIA	1957	2017
7194	MARIA	ALMERIA	1957	2017
7215	TOTANA (LA CARRASCA)	MURCIA	1957	2017
7244	ORIHUELA 'LOS DESAMPARADOS'	ALICANTE	1957	2017
7247	PINOSO C H SEGURA	ALICANTE	1957	2017
7256	CALLOSA DE SEGURA	ALICANTE	1957	2017
7268	BONETE	ALBACETE	1957	2017
7187A	CHIRIVEL C H SUR	ALMERIA	1957	2017
7016U	LA UNIÓN, P. CIVIL	MURCIA	1957	2017
7026E	CARTAGENA/CLAUSE SPAIN	MURCIA	1957	2017
7086	CAÑADA DEL PROVENCIO	ALBACETE	1957	2017
7164	MOLINA DE SEGURA	MURCIA	1957	2017
7201D	LORCA 'COY'	MURCIA	1957	2017
7205I	LORCA 'LA PINOSA'	MURCIA	1957	2017
7215A	TOTANA 'MORRON DE ESPUÑA'	MURCIA	1957	2017
7221C	ALHAMA (CENTRO)	MURCIA	1957	2017
7228D	MURCIA 'MAJAL BLANCO'	MURCIA	1957	2017
7229	MURCIA EL SEQUEN	MURCIA	1957	2017
7233A	MURCIA-ORILLA DEL MERANCHO	MURCIA	1957	2017
7038C	TORREVIEJA CIUDAD	ALICANTE	1957	2017
7255A	CREVILLENTE (LOS MOLINOS)	ALICANTE	1957	2017
7100	FUENTE ALAMO DE ALBACETE	ALBACETE	1957	2017
7118D	CARAVACA (LA ENCARNACIÓN)	MURCIA	1957	2017
7177	MURCIA 'LOS GUILLERMOS'	MURCIA	1957	2017
7131E	CIEZA 'EL GINETE'	MURCIA	1957	2017
7139C	JUMILLA, ALBERGUE DE LA PEÑA	MURCIA	1957	2017
7217I	ALHAMA DE MURCIA 'EL CONDADO DE ALHAMA'	MURCIA	1957	2017
7247E	PINOSO IES	ALICANTE	1957	2017
7254E	ALBATERA (AYUNTAMIENTO)	ALICANTE	1957	2017
7259A	CREVILLENTE 'EL HONDO'	ALICANTE	1957	2017
7261I	ROJALES EL MOLINO	ALICANTE	1957	2017
7031X	MURCIA/SAN JAVIER II	MURCIA	1957	2017
7127X	BULLAS	MURCIA	1957	2017
7066Y	EMBALSE DE LA FUENSANTA (AUTOMÁTICA)	ALBACETE	1957	2017
7002Y	ÁGUILAS	MURCIA	1957	2017
7023X	FUENTE ÁLAMO	MURCIA	1957	2017
7072Y	SEGE	ALBACETE	1957	2017
7080X	BENIZAR	MURCIA	1957	2017
7096B	HELLÍN	ALBACETE	1957	2017

Código de estación	Nombre de la estación	Provincia	Inicio de datos solicitados	Fin de datos solicitados
7103Y	TOBARRA	ALBACETE	1957	2017
7119B	CARAVACA, FUENTES DEL MARQUÉS	MURCIA	1957	2017
7121A	CALASPARRA	MURCIA	1957	2017
7138B	JUMILLA EL ALBAL	MURCIA	1957	2017
7158X	ARCHENA	MURCIA	1957	2017
7203A	ZARZILLA DE RAMOS	MURCIA	1957	2017
7218X	TOTANA	MURCIA	1957	2017
7244X	ORIHUELA DESAMPARADOS	ALICANTE	1957	2017
7247X	PINOSO	ALICANTE	1957	2017
7250C	ABANILLA	MURCIA	1957	2017
7261X	ROJALES, EL MOLINO	ALICANTE	1957	2017
7275C	YECLA	MURCIA	1957	2017

Fuente: elaboración propia

#### 4.2.1 Estaciones consideradas

Finalmente, para la estimación del indicador de sequía prolongada considerado (índice SPI) en la cuenca del Segura, se han tenido en cuenta un total de 156 estaciones meteorológicas que ofrecen una cobertura homogénea del ámbito de la demarcación.

Tal y como se cita en el Instrucción técnica para la elaboración de los PES: “Debe disponerse de un sistema de medición que facilite la información de la que se precisa disponer antes del día 10 del mes siguiente en que se analice”. Por tanto, **se ha puesto especial cuidado en que estas 156 estaciones, de las cuales 18 son pluviómetros del Sistema SAIH asociados a embalses, estén actualmente operativas tanto por parte de la AEMET como por la Dirección Técnica del Organismo de cuenca.**

Es importante comentar que se han encontrado diferencias en los datos registrados por el sistema SAIH y por la AEMET en puntos de control que comparten el mismo emplazamiento.

En concreto las estaciones en las que se han identificado estas anomalías en la toma de datos han sido las que se muestran en la siguiente tabla. La mayoría de las diferencias observadas son de décimas de milímetro, pero hay casos como el de la estación del Salto de Miller, donde en el mes de marzo de 2009 existe una desviación de 100 mm entre el dato captado por la red SAIH y el facilitado por la AEMET. En la estación del embalse de la Fuensanta ocurre algo similar en febrero de 2013, con una diferencia de 33 mm entre ambas fuentes de información. En la estación de la presa del Taibilla existe una diferencia de 81 mm en diciembre de 2009. En la estación del Embalse del Cenajo existe una diferencia de 23 mm en octubre de 2015. En la estación del Embalse de Alfonso XIII existe una diferencia de 51 mm en noviembre de 2011. En la estación del Embalse de la Cierva existe una diferencia de 118 mm en febrero de 1999. En la estación del Embalse de Valdeinfierno existe una diferencia de 18 mm en enero de 1996. En la estación del Embalse de Puentes existe una diferencia de 35 mm en septiembre de 2006. Y por último, en la estación del Embalse de Argos existe una diferencia de 16 mm en mayo de 2001. Todas las diferencias encontradas se han incluido en el Anejo III del presente informe.

Tabla 3. Datos solicitados a la AEMET

Código de estación meteorológica	Nombre de la estación meteorológica
7054	SALTO DE MILLER
7066	EMBALSE DE LA FUENSANTA
7071	PRESA DEL TAIBILLA
7083	MORATALLA (EMB. DEL CENAJO)
7129	CALASPARRA (EMB. ALFONSO XIII)
7168	MULA (EMB. DE LA CIERVA)
7198	LORCA (EMB. DE VALDEINFIERNO)
7205	LORCA (EMB. DE PUENTES)
7120E	CEHEGIN (EMB. DE ARGOS)

Fuente: elaboración propia

No obstante, conviene aclarar que tras las anomalías identificadas en estas nueve estaciones, **en el estudio que se ha llevado a cabo se han considerado los datos tomados por las nueve estaciones de sistema SAIH** del Organismo de cuenca.

Tabla 4. Relación de estaciones meteorológicas consideradas

Código	Nombre de la estación meteorológica	Provincia	Inicio	Fin	Coordenada UTM X	Coordenada UTM Y	Código de UTS
6371I	LORCA (LA ESCARIHUELA)	MURCIA	1999	2015	613131,790	4151096,560	I
7001E	AGUILAS (MONTAGRO)	MURCIA	1986	2015	620204,722	4140899,560	I
7002	AGUILAS, DIPUTACION	MURCIA	1957	2015	625265,688	4141282,530	I
7002F	LORCA (CAMPICO LOPEZ)	MURCIA	2001	2015	626972,755	4161500,460	I
7003D	LORCA (LOS CURAS)	MURCIA	1999	2015	637709,701	4154580,480	I
7007B	MAZARRON (I.O.E.)	MURCIA	2002	2015	655905,000	4160282,000	I
7007X	MAZARRON (I.O.E. - AUT.)	MURCIA	2005	2015	655905,000	4160282,000	I
7012C	CARTAGENA (CIUDAD)	MURCIA	1988	2015	677630,000	4163463,000	I
7013	CARTAGENA, PUERTO	MURCIA	1957	2015	678051,000	4162116,000	I
7020	MURCIA (CORVERA)	MURCIA	1957	2015	662065,982	4188476,370	I
7021	MURCIA (SAN MAGIN)	MURCIA	1957	2015	662296,977	4187926,370	I
7022	FUENTE ALAMO (LA PINILLA)	MURCIA	2004	2015	651811,824	4171538,460	I
7024J	FUENTE ALAMO (BALSAPINTADA)	MURCIA	1995	2015	666798,923	4180584,350	I
7025	MURCIA (LOS MTNEZ DEL PTO)	MURCIA	1957	2015	668866,956	4187195,330	I
7025E	MURCIA (VALLE DEL SOL)	MURCIA	2003	2015	672924,957	4190825,290	I
7026	CARTAGENA (POZO ESTRECHO)	MURCIA	1957	2015	676924,000	4175783,000	I
7026U	TORRE PACHECO, C.C.A.	MURCIA	1972	2015	679088,000	4178790,000	I
7026X	TORRE PACHECO (C.C.A. AUT.)	MURCIA	2005	2015	679088,000	4178790,000	I
7028I	TORREPACHECO (TORRE BLANCA)	MURCIA	1975	2015	684622,000	4183230,000	I
7029	MURCIA (SUCINA)	MURCIA	1957	2015	680842,991	4195499,220	I
7031	MURCIA/SAN JAVIER	MURCIA	1957	2015	693425,000	4184666,000	I
7031O	SAN PEDRO DEL PINATAR (I.O.E.)	MURCIA	1986	2015	694796,971	4187398,040	I
7032	SAN PEDRO DEL PINATAR, AYTO	MURCIA	1957	2015	694131,973	4189634,050	I
7080	MORATALLA (BENIZAR)	MURCIA	1957	2015	588846,111	4236525,910	II
7083	MORATALLA (EMB. DEL CENAJO)	MURCIA	1950	2017	606743,532	4246854,600	II



Código	Nombre de la estación meteorológica	Provincia	Inicio	Fin	Coordenada UTM X	Coordenada UTM Y	Código de UTS
7112	MORATALLA (EL SABINAR)	MURCIA	2001	2015	573581,508	4228819,900	IV
7113	MORATALLA (CAMPO DE S. JUAN)	MURCIA	1957	2015	578842,546	4225632,820	IV
7114C	MORATALLA (P. BOMBEROS)	MURCIA	2000	2015	597283,347	4226141,650	IV
7116	CALASPARRA (C.F.ESTACION)	MURCIA	1967	2015	614777,411	4236636,510	I
7118C	CARAVACA (ARCHIVEL)	MURCIA	2005	2015	587635,678	4213515,460	IV
7119A	CARAVACA, POLIDEPORTIVO	MURCIA	1985	2015	599258,206	4217780,520	IV
7120C	CEHEGIN, CIUDAD	MURCIA	1990	2015	605675,245	4217059,480	IV
7120E	CEHEGIN (EMB. DE ARGOS)	MURCIA	1982	2017	610623,335	4225788,490	IV
7121	CALASPARRA	MURCIA	1957	2015	613747,378	4232120,500	IV
7123E	MORATALLA (INAZARES)	MURCIA	2001	2015	569076,976	4215063,580	IV
7123I	CARAVACA (EL MORAL)	MURCIA	1985	2015	569130,728	4205816,440	IV
7124D	CARAVACA (EL MORALEJO)	MURCIA	2002	2015	576396,733	4200949,310	IV
7127	BULLAS (EL CARRASCALEJO)	MURCIA	1961	2015	613155,247	4213491,430	IV
7127D	BULLAS (DEPURADORA)	MURCIA	1997	2015	614391,241	4212275,420	IV
7129	CALASPARRA (EMB. ALFONSO XIII)	MURCIA	1982	2017	622712,365	4231110,410	IV
7131	CIEZA (LOS ALMADENES)	MURCIA	1965	2015	626186,378	4232921,390	I
7134	CIEZA (EL PICARCHO)	MURCIA	1996	2015	631749,462	4243740,410	I
7137B	JUMILLA (FUENTE DEL PINO)	MURCIA	1999	2015	649367,718	4268038,330	III
7138D	JUMILLA (LA ESTACADA)	MURCIA	1993	2015	645061,621	4258399,390	III
7145B	CIEZA	MURCIA	1996	2015	637510,393	4233445,340	I
7145D	CIEZA (P. BOMBEROS)	MURCIA	1997	2015	641737,000	4232883,000	III
7151	ABARAN (SIERRA DEL ORO)	MURCIA	1957	2015	638022,331	4227657,330	I
7154	BLANCA	MURCIA	1960	2015	642006,328	4226677,340	I
7156	RICOTE (LA CALERA)	MURCIA	1957	2015	641605,286	4223124,340	I
7159	BLANCA (CASA CASTILLO)	MURCIA	1979	2015	649979,419	4232494,330	I
7161A	ARCHENA, H.E.	MURCIA	1967	2015	649530,287	4219905,360	I
7164I	LORQUI	MURCIA	1994	2015	652953,267	4216670,370	I
7168	MULA (EMB. DE LA CIERVA)	MURCIA	1950	2017	632533,197	4213536,340	I
7170	PLIEGO	MURCIA	1957	2015	631100,155	4205651,340	I
7170C	PLIEGO (PRESA)	MURCIA	2001	2015	629425,163	4205100,340	I
7170E	MULA (CASAS NUEVAS)	MURCIA	1994	2015	623181,148	4198437,380	I
7172X	MULA (P. BOMBEROS - AUT.)	MURCIA	2005	2015	636087,000	4211543,000	I
7175	CAMPOS DEL RIO, AYTO.	MURCIA	2004	2015	644781,200	4211587,330	I
7178I	MURCIA	MURCIA	1984	2015	660598,000	4207610,000	I
7182	MURCIA, ALFONSO X	MURCIA	1967	2015	664251,172	4206343,390	I
7190D	LORCA (FONTANARES)	MURCIA	1997	2015	591593,051	4173455,600	IV
7195X	CARAVACA (LOS ROYOS- AUT.)	MURCIA	2005	2015	582760,000	4198035,000	IV
7198	LORCA (EMB. DE VALDEINFIERNO)	MURCIA	1950	2017	590883,940	4184359,290	IV
7201E	LORCA (AVILES)	MURCIA	1993	2015	605412,025	4195877,340	IV
7205	LORCA (EMB. DE PUENTES)	MURCIA	1950	2017	603938,936	4177116,460	IV
7206	LORCA (ZARZADILLA DE TOTANA)	MURCIA	1957	2015	613563,072	4192903,380	I
7209	LORCA (C.C.A.)	MURCIA	1957	2015	615799,000	4168318,000	I
7211B	PUERTO LUMBRERAS, C.P.	MURCIA	1999	2015	606219,000	4158572,000	I

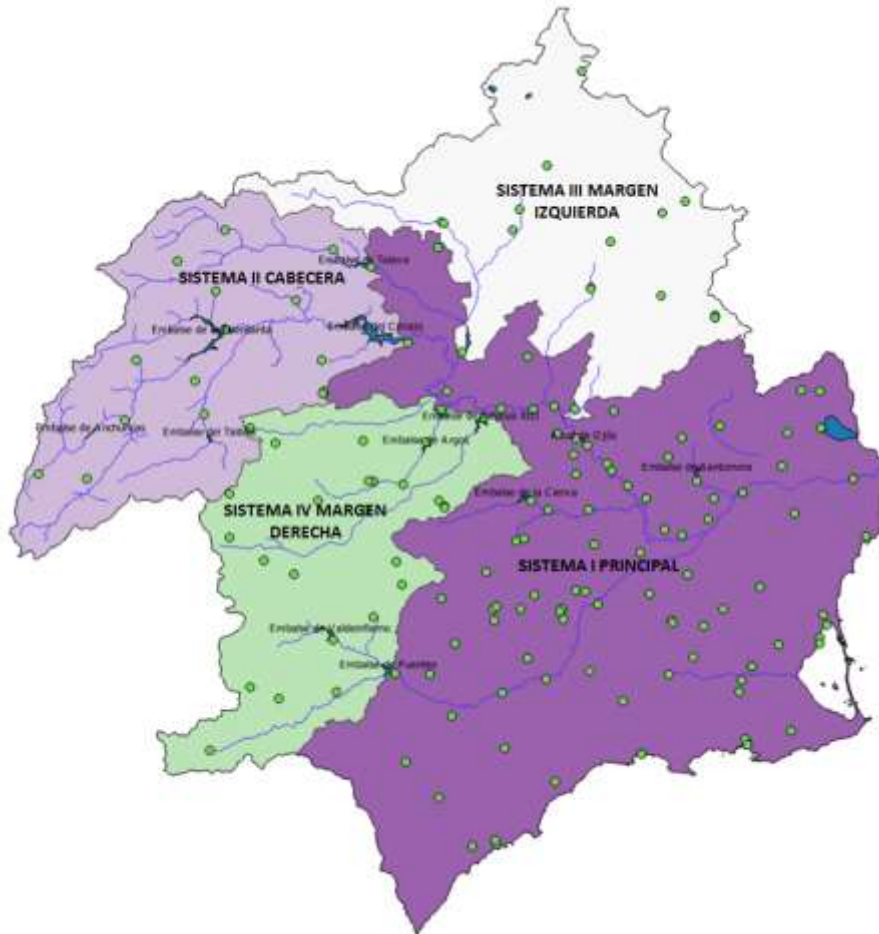
Código	Nombre de la estación meteorológica	Provincia	Inicio	Fin	Coordenada UTM X	Coordenada UTM Y	Código de UTS
7213U	LORCA (EL HINOJAR)	MURCIA	1999	2015	626599,806	4173024,440	I
7214	TOTANA (ALQUERIAS)	MURCIA	1957	2015	624922,009	4188351,450	I
7219	ALHAMA (HUERTA ESPUÑA)	MURCIA	1957	2015	630382,949	4190903,460	I
7220	ALHAMA (LOS QUEMADOS)	MURCIA	1957	2015	633295,003	4193724,400	I
7221B	ALHAMA (CENA GUERRERO)	MURCIA	1984	2015	639296,933	4188521,430	I
7221F	ALHAMA (EL PRAICO)	MURCIA	1974	2015	639011,958	4190890,410	I
7226	LIBRILLA, C.H.S.	MURCIA	1957	2015	643987,018	4194368,350	I
7227X	ALHAMA (COMARZA - AUT.)	MURCIA	2004	2015	646486,000	4191774,000	I
7228	MURCIA/ALCANTARILLA	MURCIA	1957	2015	655618,000	4202611,000	I
7232	SANTOMERA	MURCIA	1957	2015	671092,236	4214132,300	I
7237	FORTUNA, C.H.S.	MURCIA	1957	2015	664201,417	4226911,340	I
7237E	MOLINA DE SEGURA (LOS VALIENTES)	MURCIA	2005	2015	661370,000	4222828,000	I
7275	YECLA (C.H.S.)	MURCIA	1957	2015	665078,639	4276581,090	III
7207	LORCA (LA JUNCOSA)	MURCIA	1959	2015	616627,976	4183544,410	I
7045	PONTONES C H SEGURA	JAEN	1957	2015	528839,303	4219074,560	II
7054	SALTO DE MILLER	JAEN	1982	2017	547182,298	4230411,020	II
7056	SANTIAGO DE LA ESPADA	JAEN	1957	2015	539095,005	4218223,480	II
7059	ARGUELLITE	ALBACETE	1957	2015	549463,982	4243124,220	II
7065	MOLINICOS	ALBACETE	1957	2015	566098,214	4257577,710	II
7066	EMBALSE DE LA FUENSANTA	ALBACETE	1961	2017	568080,004	4249578,820	II
7071	PRESA DEL TAIBILLA	ALBACETE	1996	2017	563781,474	4231665,930	II
7077	ELCHE DE LA SIERRA	ALBACETE	1957	2015	583229,239	4255670,630	II
7081	SOCOIVOS	ALBACETE	1957	2015	588532,162	4243057,810	II
7089	BOGARRA	ALBACETE	1963	2015	568242,426	4270449,560	II
7092	LIETOR, C.H.S.	ALBACETE	1957	2015	590792,465	4266450,470	II
7102	ONTUR GRUPO ESCOLAR	ALBACETE	1957	2015	630149,772	4274918,400	III
7103	TOBARRA	ALBACETE	1967	2015	613667,716	4272045,410	III
7104	ALBATANA	ALBACETE	1957	2015	628626,714	4270360,450	III
7185	VELEZ BLANCO	ALMERIA	1967	2015	579608,615	4171789,480	IV
7194	MARIA	ALMERIA	1964	2015	573438,380	4174229,510	IV
7215	TOTANA (LA CARRASCA)	MURCIA	1957	2015	624519,053	4190750,420	I
7244	ORIHUELA 'LOS DESAMPARADOS'	ALICANTE	1964	2015	677074,000	4215260,000	I
7247	PINOSO C H SEGURA	ALICANTE	1957	2015	671237,000	4252574,000	III
7256	CALLOSA DE SEGURA	ALICANTE	1957	2015	685406,000	4220935,000	I
7268	BONETE	ALBACETE	1957	2015	643104,919	4303786,970	III
7187A	CHIRIVEL C H SUR	ALMERIA	1967	2015	564897,703	4161120,780	IV
7016U	LA UNIÓN, P. CIVIL	MURCIA	2009	2015	687324,995	4165143,280	I
7026E	CARTAGENA/CLAUDE SPAIN	MURCIA	2011	2015	676306,919	4173350,300	I
7086	CAÑADA DEL PROVENCIO	ALBACETE	1971	2015	558126,372	4263988,580	II
7164	MOLINA DE SEGURA	MURCIA	1957	2015	656783,246	4213967,390	I
7201D	LORCA 'COY'	MURCIA	2006	2015	604228,031	4200609,390	IV
7205I	LORCA 'LA PINOSA'	MURCIA	2006	2015	611309,921	4176996,430	I
7215A	TOTANA 'MORRON DE ESPAÑA'	MURCIA	1992	2015	625318,057	4191194,420	I
7221C	ALHAMA (CENTRO)	MURCIA	1994	2015	638531,948	4190358,420	I

Código	Nombre de la estación meteorológica	Provincia	Inicio	Fin	Coordenada UTM X	Coordenada UTM Y	Código de UTS
7228D	MURCIA 'MAJAL BLANCO'	MURCIA	2009	2015	657461,040	4193937,370	I
7229	MURCIA EL SEQUEN	MURCIA	1966	2015	665442,063	4198103,360	I
7233A	MURCIA-ORILLA DEL MERANCHO	MURCIA	2010	2015	669841,209	4209788,340	I
7038C	TORREVIEJA CIUDAD	ALICANTE	2015	2015	703003,000	4206087,000	I
7255A	CREVILLENTE (LOS MOLINOS)	ALICANTE	1990	2015	689543,000	4236760,000	I
7100	FUENTE ALAMO DE ALBACETE	ALBACETE	1971	2015	636042,871	4284020,240	III
7118D	CARAVACA (LA ENCARNACIÓN)	MURCIA	2008	2015	598019,053	4211507,470	IV
7177	MURCIA 'LOS GUILLERMO'	MURCIA	2006	2015	645909,134	4204453,310	I
7131E	CIEZA 'EL GINETE'	MURCIA	2012	2015	632959,000	4232796,000	I
7139C	JUMILLA, ALBERGUE DE LA PEÑA	MURCIA	2012	2015	659821,000	4256749,000	III
7217I	ALHAMA DE MURCIA 'EL CONDADO DE ALHAMA'	MURCIA	2013	2015	644801,000	4177778,000	I
7247E	PINOSO IES	ALICANTE	1990	2015	671322,000	4251990,000	III
7254E	ALBATERA (AYUNTAMIENTO)	ALICANTE	1993	2015	686638,000	4227748,000	I
7259A	CREVILLENTE 'EL HONDO'	ALICANTE	2009	2015	693598,000	4228899,000	I
7261I	ROJALES EL MOLINO	ALICANTE	1971	2015	700365,000	4218051,000	I
7031X	MURCIA/SAN JAVIER II	MURCIA	2011	2015	693232,000	4183489,000	I
7127X	BULLAS	MURCIA	2008	2015	614477,000	4212074,000	IV
7066Y	EMBALSE DE LA FUENSANTA (AUTOMÁTICA)	ALBACETE	2003	2015	568104,005	4249579,820	II
7002Y	ÁGUILAS	MURCIA	2009	2015	625041,000	4142095,000	I
7023X	FUENTE ÁLAMO	MURCIA	2007	2015	661516,000	4177040,000	I
7072Y	SEGE	ALBACETE	2012	2015	561746,000	4238783,000	II
7080X	BENIZAR	MURCIA	2008	2015	588668,000	4236074,000	II
7096B	HELLÍN	ALBACETE	1987	2015	613027,000	4266745,000	I
7103Y	TOBARRA	ALBACETE	2009	2015	614141,000	4271879,000	III
7119B	CARAVACA, FUENTES DEL MARQUÉS	MURCIA	2009	2015	598441,000	4217783,000	IV
7121A	CALASPARRA	MURCIA	2008	2015	613580,000	4232593,000	I
7138B	JUMILLA EL ALBAL	MURCIA	2008	2015	645247,000	4258045,000	III
7158X	ARCHENA	MURCIA	2008	2015	648489,000	4221379,000	I
7203A	ZARZILLA DE RAMOS	MURCIA	2007	2015	599446,000	4189189,000	IV
7218X	TOTANA	MURCIA	2008	2015	631929,000	4180459,000	I
7244X	ORIHUELA DESAMPARADOS	ALICANTE	2008	2015	677074,000	4215260,000	I
7247X	PINOSO	ALICANTE	2004	2015	671322,000	4251990,000	III
7250C	ABANILLA	MURCIA	2014	2015	672171,000	4229217,000	I
7261X	ROJALES, EL MOLINO	ALICANTE	1992	2015	700365,000	4218051,000	I
7275C	YECLA	MURCIA	2009	2015	660249,000	4274181,000	III
7094	Embalse del Talave	ALBACETE	1982	2017	598804,509	4262753,528	II
7109	Embalse de Camarillas	ALBACETE	1950	2017	617964,471	4244760,504	III
7156E	Embalse de Mayes	MURCIA	1983	2017	642040,220	4219185,344	I
7217	Totana (Presa del Pareton)	MURCIA	1982	2002	635784,915	4176099,474	I
7239	Embalse de Santomera	MURCIA	1982	2017	667364,303	4217570,387	I
EM-079	Azud de Ojos	MURCIA	1987	2017	644410,282	4225175,344	I
EM-085	Embalse de La Pedrera	ALICANTE	1985	2017	687889,139	4210792,114	I
EM-089	Embalse de Crevillente	ALICANTE	1995	2017	693219,328	4236661,998	I

Código	Nombre de la estación meteorológica	Provincia	Inicio	Fin	Coordenada UTM X	Coordenada UTM Y	Código de UTS
EM-100	Embalse de Algeciras	MURCIA	2002	2017	641928,034	4194701,345	I

Fuente: OPH de la CHS

Figura 3. Selección de estaciones meteorológicas para el cálculo del índice SPI



Fuente: elaboración propia

#### 4.2.2 Tratamiento de los datos de precipitación mensual

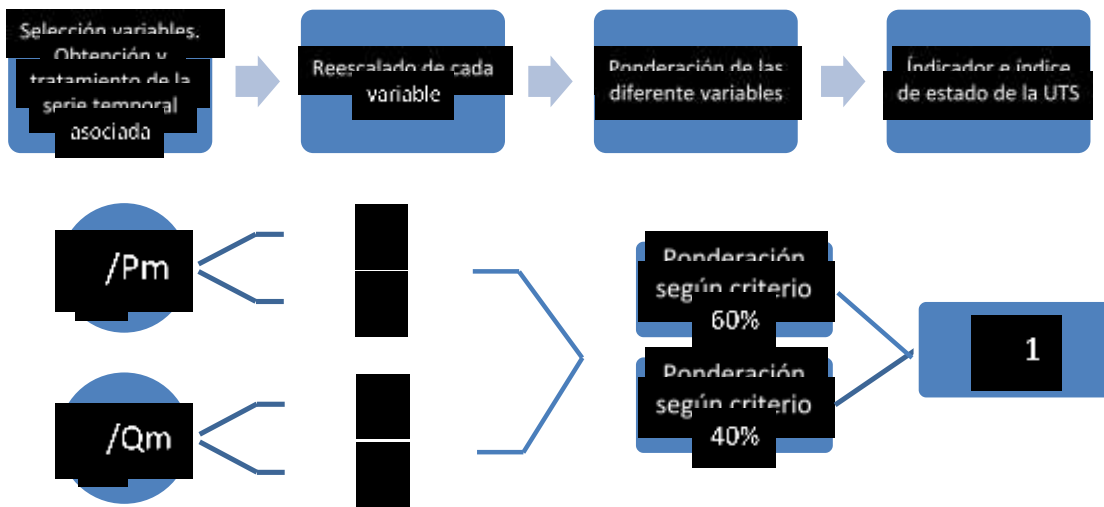
Una vez seleccionadas las estaciones sobre las que se va a realizar el cálculo del SPI, el siguiente paso ha consistido en la valoración de la consistencia de los datos de cada estación, para lo que se ha analizado la continuidad de dichos datos y la existencia de huecos de información.

La cuenca del Segura se caracteriza por tener una pluviometría anual escasa que, en muchas ocasiones, se concentra en tormentas puntuales muy localizadas. **Por ese motivo, es decir, para no perder este carácter localizado de la pluviometría de la cuenca, se ha creído oportuno estimar una precipitación promedio de cada UTS, a partir de los registros de precipitación de todas las estaciones operativas que se localizan en cada UTS, y sobre este promedio calcular el índice SPI.**

### 4.3 Reescalado y ponderación de las variables. Indicador único por UTS

En apartados anteriores se indicaba que el indicador único seleccionado para cada UTS de la cuenca del Segura es el índice SPI. Al tratarse de un único indicador para cada UTS no será necesario ponderarlo, pero sí será objeto de un reescalado, es decir, el índice que se calcule para cada UTS, a partir del valor promedio de la precipitación, será normalizado pasando a adquirir valores comprendidos entre un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 1.

Figura 4. Reescalado y ponderación de variables para obtención de un indicador único por UTS



Fuente: SGPUSA (Plantilla para la elaboración del documento de revisión del PES)

En primer lugar, se calcula el índice SPI para cada UTS, para ello se parte de la serie histórica de precipitaciones mensuales correspondiente al período requerido, serie que es ajustada a la distribución teórica de probabilidad que se considere conveniente, que se transforma, a continuación, en una distribución normal, de manera que el valor medio del SPI para el lugar y el período elegidos sea 0 (Edwards y Mc Kee, 1997). Los valores positivos del SPI indican una precipitación superior a la media y los valores negativos del mismo, una precipitación inferior a la media. Dado que el SPI está normalizado, tanto los períodos húmedos como los secos se pueden representar de la misma manera y aplicando este índice se puede hacer un seguimiento de cualquier período, tenga éste un carácter u otro. Se puede determinar el carácter de un período dado (normal, más o menos húmedo, más o menos seco) en función del signo (positivo o negativo) y el valor absoluto del SPI (por encima o por debajo de 0), habida cuenta de que los valores del índice comprendidos entre -1 y +1 caracterizan un período como "normal" al indicar que se está en la parte central de la distribución, la que se sitúa en torno a la media, a una distancia de ella igual o menor que la desviación estándar.

Los mismos autores que diseñaron este índice establecieron también el criterio para definir un período de sequía. Según el mismo, se dice que tiene lugar un período seco siempre y cuando el SPI presente una secuencia continua de valores negativos, tales que éstos sean iguales o inferiores a -1, si bien se considera que este evento no llega a su fin hasta el momento en que dicho índice vuelve a tomar un valor positivo. Esta definición permite

caracterizar cada período seco de acuerdo a su duración, intensidad y magnitud. La "duración" del evento la determina la longitud del período en el que los valores del SPI cumplen las condiciones requeridas por dicha definición. La "intensidad" del mismo viene determinada por el máximo valor negativo, a partir de -1, que el SPI alcance dentro del período seco analizado. Finalmente, su "magnitud" viene dada por la suma de los valores del SPI correspondientes a todos los meses comprendidos dentro del período seco considerado.

A modo de ejemplo se puede indicar que un valor de SPI para 3 meses de -2,3 indicaría que la cantidad de precipitación que se ha registrado a lo largo de ese período se ha situado a 2,3 veces la desviación estándar por debajo del valor medio.

Para el cálculo del SPI se ha utilizado un programa desarrollado por la Organización Meteorológica Mundial (en adelante OMM), dicho modelo se puede obtener en versión Windows/PC y se puede descargar de forma gratuita.

La última versión del programa SPI (SPI\_SL\_6.exe) está disponible en: [http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO\\_standardized\\_precipitation\\_index\\_user\\_guide\\_es\\_2012.pdf](http://www.droughtmanagement.info/literature/WMO_standardized_precipitation_index_user_guide_es_2012.pdf). El programa puede calcular hasta seis periodos de acumulación de precipitación de SPI a la vez para un ámbito determinado.

#### 4.3.1 Determinación del periodo de acumulación de precipitación para el cálculo del SPI

Mediante el citado programa de cálculo, **se han obtenido los valores del SPI para cada UTS a partir de los valores mensuales de precipitación media procedentes de los registros de las 156 estaciones consideradas, teniendo en cuenta 6 pasos temporales de acumulación de la precipitación: 1, 3, 6, 9, 12 y 24 meses.** Conforme se puede observar en el Anejo IV del presente documento.

A partir de estos valores de SPI y de las aportaciones estimadas para cada UTS, obtenidas del modelo SIMPA, desarrollado por el CEDEX, se ha tratado de identificar qué paso temporal del índice SPI es el que muestra una mayor correlación con dichas aportaciones.

##### 4.3.1.1 Sistema Principal

Tal y como se mencionaba en el apartado anterior, las aportaciones correspondientes a cada UTS se han estimado a partir de los resultados del modelo SIMPA considerados en el Plan Hidrológico de cuenca vigente (2015-2021). En concreto, para el Sistema Principal se han obtenido restando a las aportaciones del río Segura en Guardamar las aportaciones de los sistemas de cabecera, de los ríos de la margen izquierda y de la margen derecha. Estas aportaciones se han obtenido mes a mes para la serie de referencia (1980-2012) y se han incluido en el Anejo V del presente documento.

Como resultado se ha obtenido, para la serie de referencia (1980-2012), una aportación media de **78,29 hm<sup>3</sup>** anuales.

Las aportaciones así obtenidas se han relacionado con los valores del índice SPI estimado para 9, 12, y 24 meses de periodo de acumulación de precipitación mediante el cálculo de un coeficiente de correlación.

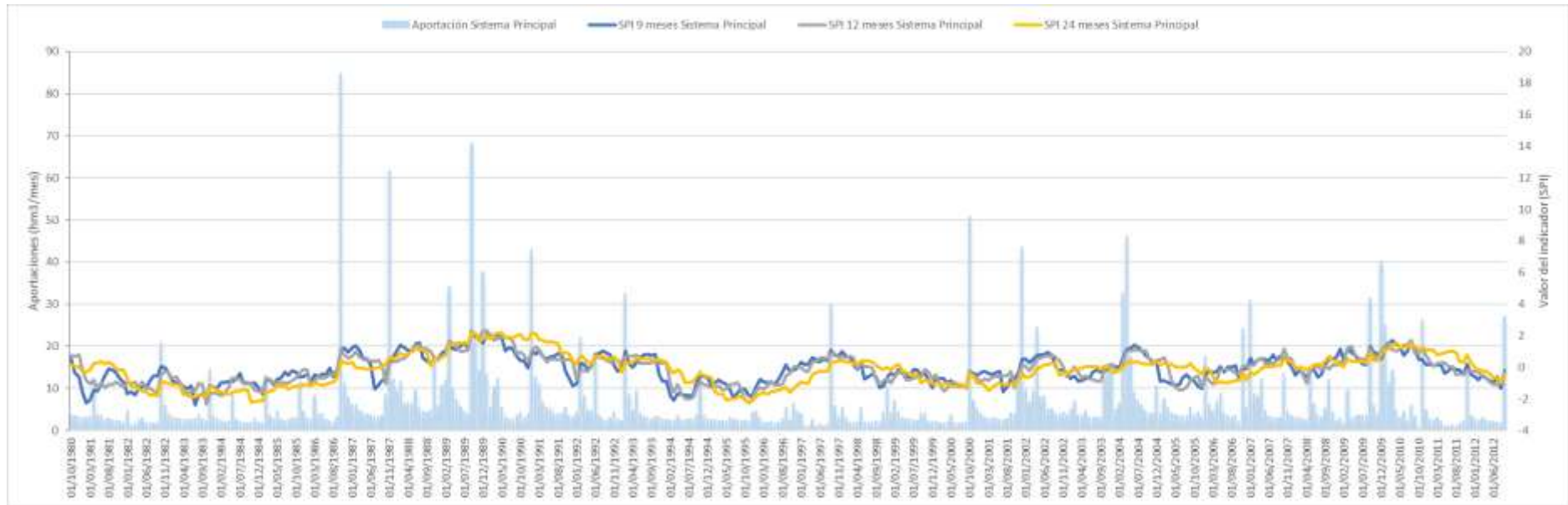
Tal y como indican los resultados de dicho coeficiente, que se muestran a continuación, para esta UTS el índice SPI de 9 meses de acumulación de precipitación es el que presenta una mayor correlación con los datos de aportación y, por tanto, es el que se propone como indicador único de sequía de esta UTS.

Tabla 5. Análisis de correlación entre el índice SPI y aportaciones para la UTS I

<b>SPI 9 meses / Aportaciones</b>	<b>SPI 12 meses / Aportaciones</b>	<b>SPI 24 meses / Aportaciones</b>
<b>0,37</b>	0,35	0,27

Fuente: elaboración propia

Figura 5. Gráfico del índice SPI estimados para 9, 12 y 24 meses de acumulación de precipitación y de aportaciones del Sistema Principal



Fuente: elaboración propia



#### 4.3.1.2 Sistema Cabecera

Tal y como se mencionaba en el apartado anterior, las aportaciones correspondientes a cada UTS se han estimado a partir de los resultados del modelo SIMPA considerados en el Plan Hidrológico de cuenca vigente (2015-2021). En concreto, para el Sistema Cabecera se han obtenido sumando las aportaciones del Embalse de Talave y del Embalse del Cenajo. Estas aportaciones se han obtenido mes a mes para la serie (1980-2012) y se han incluido en el Anejo V del presente documento.

Como resultado se ha obtenido, para la serie (1980-2012), una aportación media de **432,48 hm<sup>3</sup>** anuales.

Las aportaciones así obtenidas se han relacionado con los valores del índice SPI estimado para 9, 12, y 24 meses de periodo de acumulación de precipitación mediante el cálculo de un coeficiente de correlación.

Tal y como indican los resultados de dicho coeficiente, que se muestran a continuación, para esta UTS el índice **SPI de 9 meses** de acumulación de precipitación es el que presenta una mayor correlación con los datos de aportación y, por tanto, es el que se propone como indicador único de sequía de esta UTS.

Tabla 6. Análisis de correlación entre el índice SPI y aportaciones para la UTS II

SPI 9 meses / Aportaciones	SPI 12 meses / Aportaciones	SPI 24 meses / Aportaciones
0,68	0,65	0,50

Fuente: elaboración propia

Figura 6. Gráfico del índice SPI estimados para 9, 12 y 24 meses de acumulación de precipitación y de aportaciones del Sistema Cabecera



Fuente: elaboración propia

#### 4.3.1.3 Sistema de los Ríos de la Margen Izquierda

Tal y como se mencionaba en el apartado anterior, las aportaciones correspondientes a cada UTS se han estimado a partir de los resultados del modelo SIMPA considerados en el Plan Hidrológico de cuenca vigente (2015-2021). En concreto, para el Sistema de los ríos de la margen izquierda se han obtenido sumando las aportaciones del Embalse de Camarillas y Abarán, y restando las aportaciones del Embalse de Talave y Cañaverosa. Estas aportaciones se han obtenido mes a mes para la serie (1980-2012) y se han incluido en el Anejo V del presente documento.

Como resultado se ha obtenido, para la serie (1980-2012), una aportación media de **137,96 hm<sup>3</sup>** anuales.

Las aportaciones así obtenidas se han relacionado con los valores del índice SPI estimado para 9, 12, y 24 meses de periodo de acumulación de precipitación mediante el cálculo de un coeficiente de correlación.

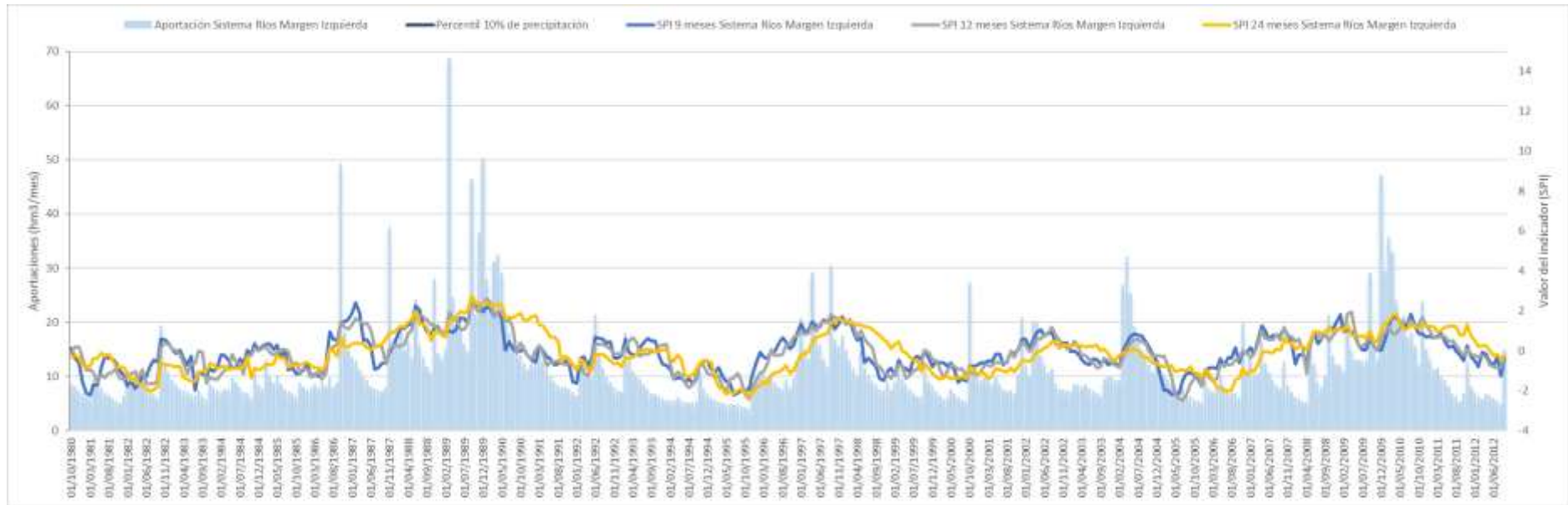
Tal y como indican los resultados de dicho coeficiente, que se muestran a continuación, para esta UTS el índice SPI de 12 meses de acumulación de precipitación es el que presenta una mayor correlación con los datos de aportación. No obstante por criterio de homogeneidad y porque la correlación existente entre el SPI de 12 y de 9 meses con las aportaciones es prácticamente coincidente, se propone el índice **SPI de 9 meses** de acumulación de precipitación como indicador único de sequía de esta UTS.

Tabla 7. Análisis de correlación entre el índice SPI y aportaciones para la UTS III

SPI 9 meses / Aportaciones	SPI 12 meses / Aportaciones	SPI 24 meses / Aportaciones
<b>0,59</b>	0,60	0,56

Fuente: elaboración propia

Figura 7. Gráfico del índice SPI estimados para 9, 12 y 24 meses de acumulación de precipitación y de aportaciones del Sistema Ríos Margen Izquierda



Fuente: elaboración propia

#### 4.3.1.4 Sistema de los Ríos de la Margen Derecha

Tal y como se mencionaba en el apartado anterior, las aportaciones correspondientes a cada UTS se han estimado a partir de los resultados del modelo SIMPA considerados en el Plan Hidrológico de cuenca vigente (2015-2021). En concreto, para el Sistema de los ríos de la margen derecha se han obtenido sumando las aportaciones del Embalse de Valdeinfierno, del Embalse de Alfonso XIII, de La Esperanza y de Argos. Estas aportaciones se han obtenido mes a mes para la serie (1980-2012) y se han incluido en el Anejo V del presente documento

Como resultado se ha obtenido, para la serie (1980-2012), una aportación media de **91,59 hm<sup>3</sup>** anuales.

Las aportaciones así obtenidas se han relacionado con los valores del índice SPI estimado para 9, 12, y 24 meses de periodo de acumulación de precipitación mediante el cálculo de un coeficiente de correlación.

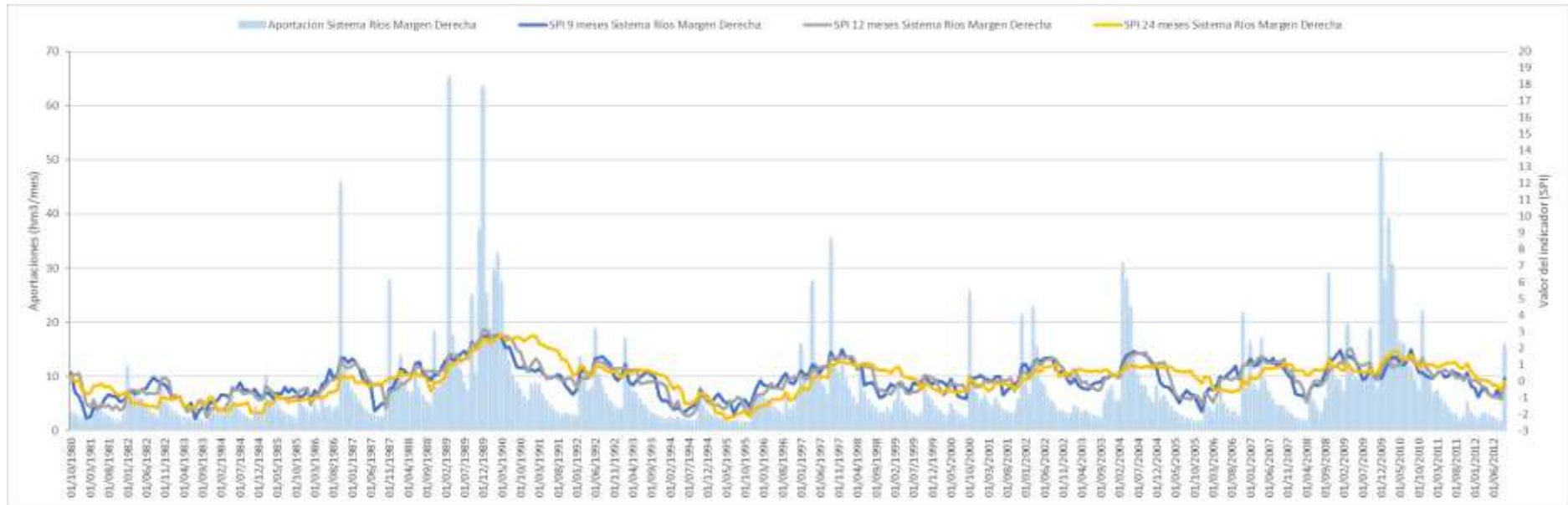
Tal y como indican los resultados de dicho coeficiente, que se muestran a continuación, para esta UTS el índice **SPI de 9 meses** de acumulación de precipitación es el que presenta una mayor correlación con los datos de aportación y, por tanto, es el que se propone como indicador único de sequía de esta UTS.

Tabla 8. Análisis de correlación entre el índice SPI y aportaciones para la UTS IV

<b>SPI 9 meses / Aportaciones</b>	<b>SPI 12 meses / Aportaciones</b>	<b>SPI 24 meses / Aportaciones</b>
<b>0,59</b>	0,57	0,43

Fuente: elaboración propia

Figura 8. Gráfico del índice SPI estimados para 9, 12 y 24 meses de acumulación de precipitación y de aportaciones del Sistema Ríos Margen Derecha



Fuente: elaboración propia

### **4.3.2 Estudio comparativo entre el índice SPI de 9 meses y la precipitación acumulada a 9 meses**

En este apartado se describe el estudio comparativo llevado a cabo entre los valores del índice SPI de 9 meses de periodo de acumulación de precipitación y la precipitación acumulada a 9 meses, para cada una de las UTS definidas en la demarcación.

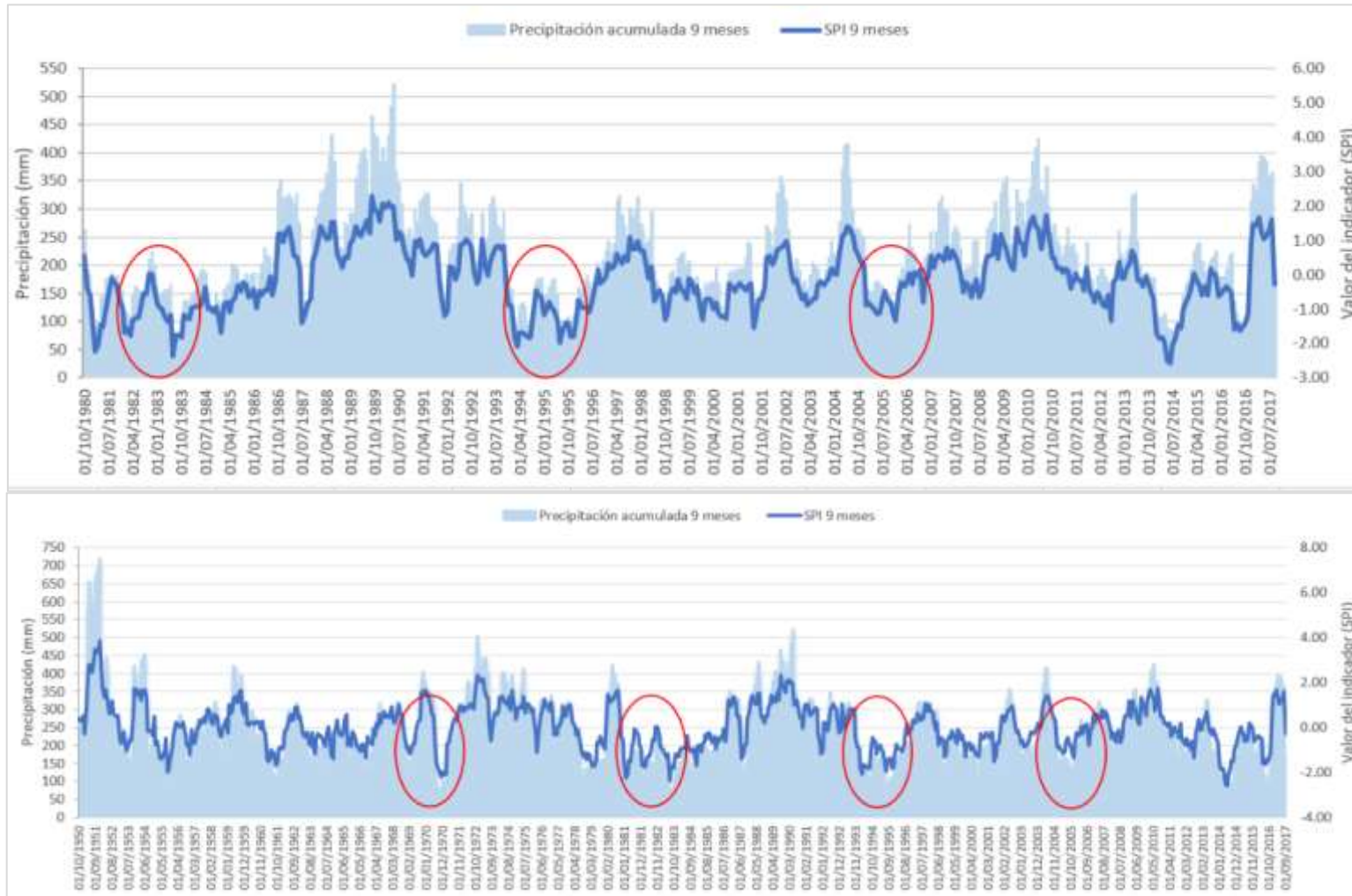
#### **4.3.2.1 Sistema Principal**

Tal y como se mencionaba en el apartado anterior, la precipitación acumulada correspondiente al Sistema Principal se ha estimado a partir del valor promedio de los datos de precipitación registrados por las estaciones meteorológicas operativas localizadas en dicha UTS, que posteriormente ha sido acumulado de 9 en 9 meses.

Una vez estimada la precipitación acumulada se ha comparado gráficamente con los valores de índice SPI de 9 meses de periodo de acumulación considerando dos series temporales. Una más amplia que comprende los años 1950-2017 y otra que se corresponde con la serie temporal contemplada en los trabajos de revisión de los PES y que comprende los años 1980-2017.

En ambos escenarios temporales se observa que el índice SPI tiende a atenuar los valores máximos de precipitación y que tanto dicho índice como la precipitación identifican exactamente igual los episodios de sequías históricas acaecidos en la demarcación (1980/1983, 1993/1995 y 2005/2008).

Figura 9. Gráficos del índice SPI para 9 meses de acumulación de precipitación y de precipitación acumulada a 9 meses del Sistema Principal



Fuente: elaboración propia



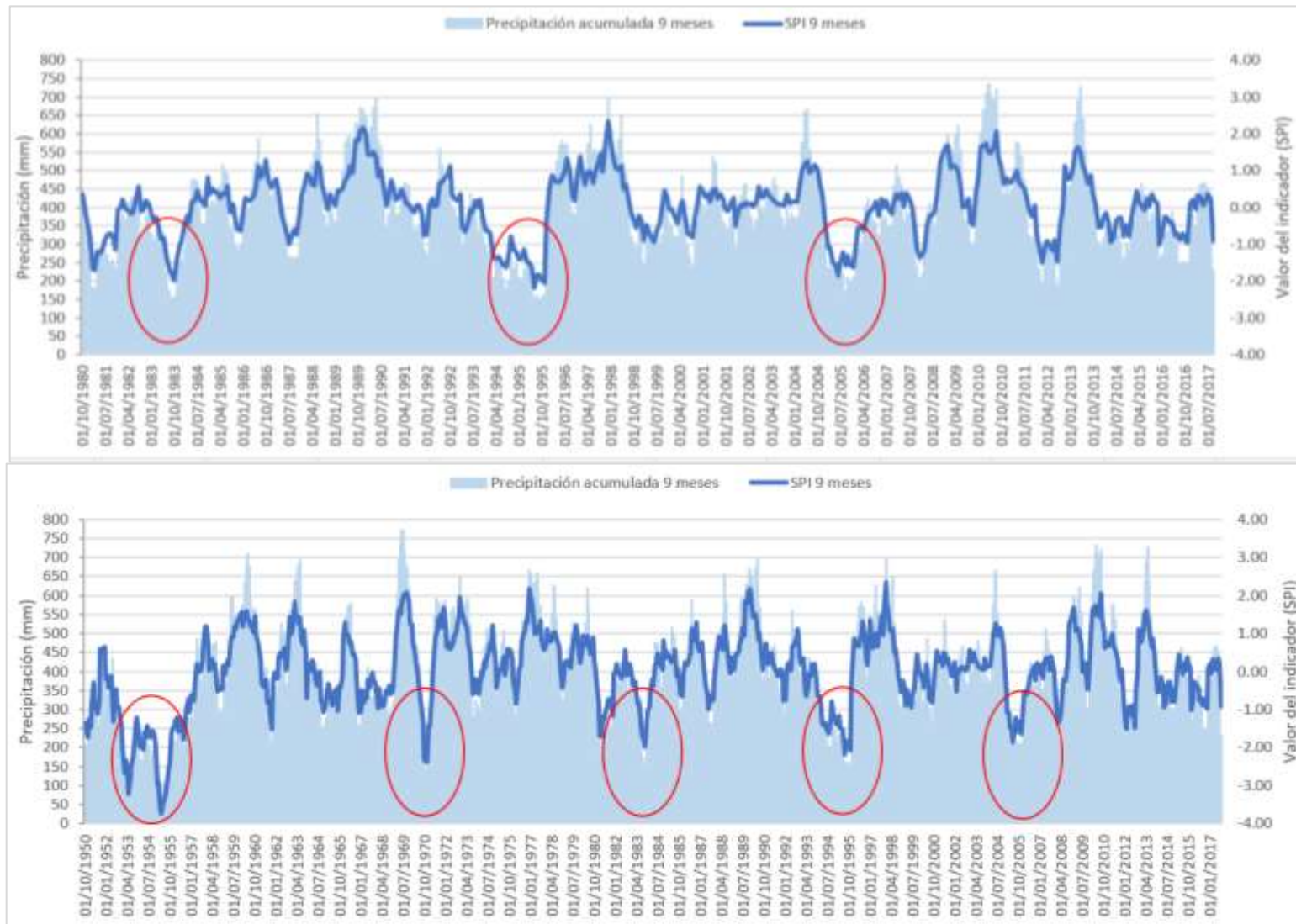
#### 4.3.2.2 Sistema Cabecera

Tal y como se mencionaba en el apartado anterior, la precipitación acumulada correspondiente al Sistema Cabecera se ha estimado a partir del valor promedio de los datos de precipitación registrados por las estaciones meteorológicas operativas localizadas en dicha UTS, que posteriormente ha sido acumulado de 9 en 9 meses.

Una vez estimada la precipitación acumulada se ha comparado gráficamente con los valores de índice SPI de 9 meses de periodo de acumulación considerando dos series temporales. Una más amplia que comprende los años 1950-2017 y otra que se corresponde con la serie temporal contemplada en los trabajos de revisión de los PES y que comprende los años 1980-2017.

En ambos escenarios temporales se observa que el índice SPI tiende a atenuar los valores máximos de precipitación y que tanto dicho índice como la precipitación identifican exactamente igual los episodios de sequías históricas acaecidos en la demarcación (1980/1983, 1993/1995 y 2005/2008).

Figura 10. Gráficos del índice SPI para 9 meses de acumulación de precipitación y de precipitación acumulada a 9 meses del Sistema Cabecera



Fuente: elaboración propia

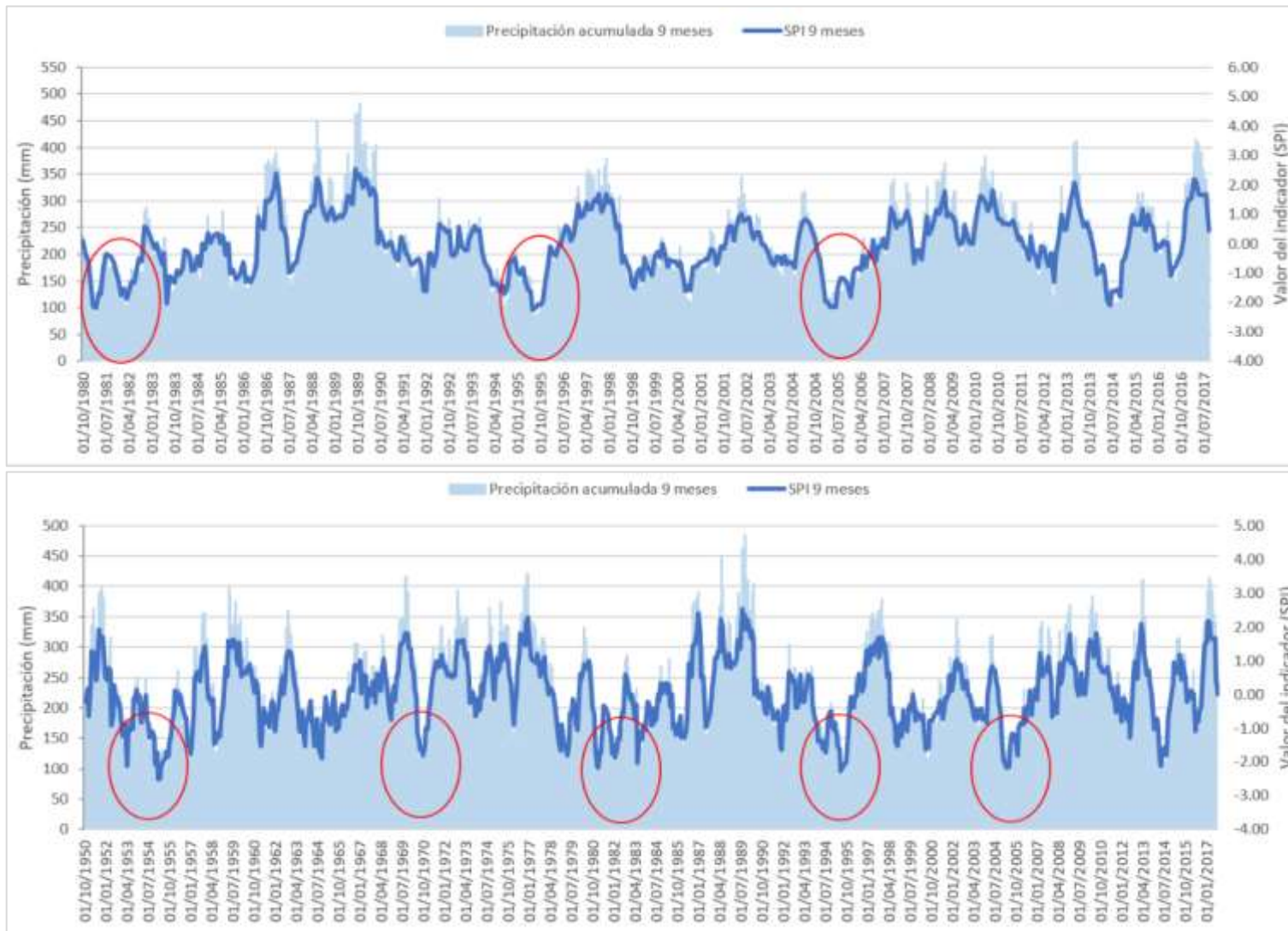
#### **4.3.2.3 Sistema de los Ríos de la Margen Izquierda**

Tal y como se mencionaba en el apartado anterior, la precipitación acumulada correspondiente al Sistema de los ríos de la margen izquierda se ha estimado a partir del valor promedio de los datos de precipitación registrados por las estaciones meteorológicas operativas localizadas en dicha UTS, que posteriormente ha sido acumulado de 9 en 9 meses.

Una vez estimada la precipitación acumulada se ha comparado gráficamente con los valores de índice SPI de 9 meses de periodo de acumulación considerando dos series temporales. Una más amplia que comprende los años 1950-2017 y otra que se corresponde con la serie temporal contemplada en los trabajos de revisión de los PES y que comprende los años 1980-2017.

En ambos escenarios temporales se observa que el índice SPI tiende a atenuar los valores máximos de precipitación y que tanto dicho índice como la precipitación identifican exactamente igual los episodios de sequías históricas acaecidos en la demarcación (1980/1983, 1993/1995 y 2005/2008).

Figura 11. Gráficos del índice SPI para 9 meses de acumulación de precipitación y de precipitación acumulada a 9 meses del Sistema Ríos Margen Izquierda



Fuente: elaboración propia

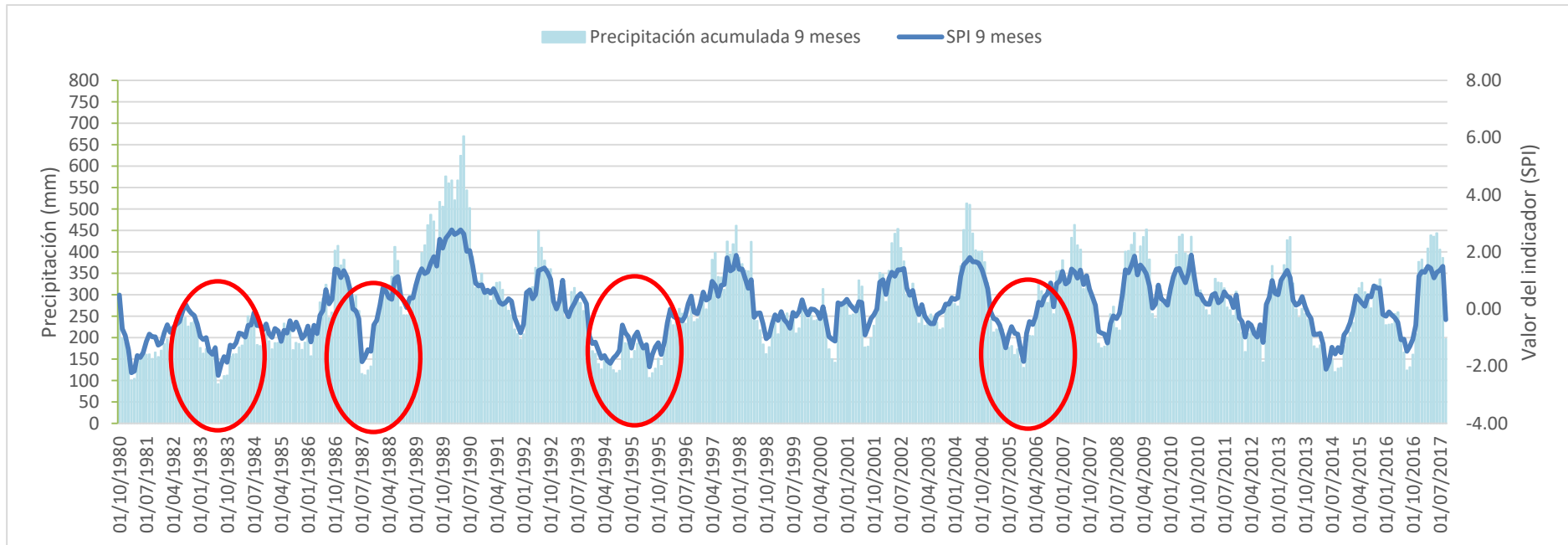
#### 4.3.2.4 Sistema de los Ríos de la Margen Derecha

Tal y como se mencionaba en el apartado anterior, la precipitación acumulada correspondiente al Sistema de los ríos de la margen derecha se ha estimado a partir del valor promedio de los datos de precipitación registrados por las estaciones meteorológicas operativas localizadas en dicha UTS, que posteriormente ha sido acumulado de 9 en 9 meses.

Una vez estimada la precipitación acumulada se ha comparado gráficamente con los valores de índice SPI de 9 meses de periodo de acumulación considerando dos series temporales. Una más amplia que comprende los años 1950-2017 y otra que se corresponde con la serie temporal contemplada en los trabajos de revisión de los PES y que comprende los años 1980-2015.

En ambos escenarios temporales se observa que el índice SPI tiende a atenuar los valores máximos de precipitación y que tanto dicho índice como la precipitación identifican exactamente igual los episodios de sequías históricas acaecidos en la demarcación (1980/1983, 1993/1995 y 2005/2008).

Figura 12. Gráficos del índice SPI para 9 meses de acumulación de precipitación y de precipitación acumulada a 9 meses del Sistema Ríos Margen Derecha



Fuente: elaboración propia

### 4.3.3 Reescalado del índice SPI para cada UTS

Tras la selección del índice SPI, calculado para un periodo de 9 meses de acumulación de precipitación, como el indicador de sequía más relevante, este pasa a ser el único indicador e índice de estado que va a caracterizar la sequía prolongada en cada UTS.

Por tanto al ser único para cada UTS no es necesario llevar a cabo ninguna ponderación, pero sí es necesario normalizarlo para transformarlo en un valor numérico adimensional capaz de cuantificar la situación actual respecto a la proximidad de una sequía prolongada y poder así realizar una comparación cualitativa con otros indicadores.

En este caso, **la normalización que se ha llevado a cabo para el indicador único o de estado ha sido por tramos, es decir, mes a mes se han fijado los valores máximos y mínimos del SPI de 9 meses de acumulación de precipitación, haciendo que se correspondan con los valores máximo (valor 1) y mínimo (valor 0) de la normalización respectivamente. Y al valor de la mediana de los valores del índice SPI se le ha asignado al valor 0,5 de la normalización.**

**Los valores medios se han obtenido por interpolación lineal y para cada mes de la serie se ha hecho coincidir el valor de 0,3 de la normalización con el umbral determinado para sequía prolongada de acuerdo a los caudales ecológicos mínimos definidos en el PHC y a las características de cada UTS de la demarcación.**

Este reescalado se ha realizado teniendo en cuenta los estadísticos de la serie de referencia 1980/81-2011/12 del Plan Hidrológico vigente, conforme a las Instrucción técnica de sequías.

#### 4.3.3.1 Determinación del umbral de sequía prolongada. Valor 0,3

Tal y como se ha comentado en el párrafo anterior, en el proceso de normalización del indicador de sequía se ha hecho coincidir el valor 0,3 con el umbral de sequía prolongada, para ello se han tenido en cuenta las fechas en las que el caudal circulante, en régimen natural, fue inferior al caudal ecológico mínimo definido en el PHC.

En el caso de la cuenca del Segura este estudio de variables hidrológicas en régimen natural únicamente ha sido posible realizarse en el Sistema Cabecera (UTS II) a partir de los caudales registrados por la estación de aforo de Lietor y de las entradas al embalse de la Fuensanta.

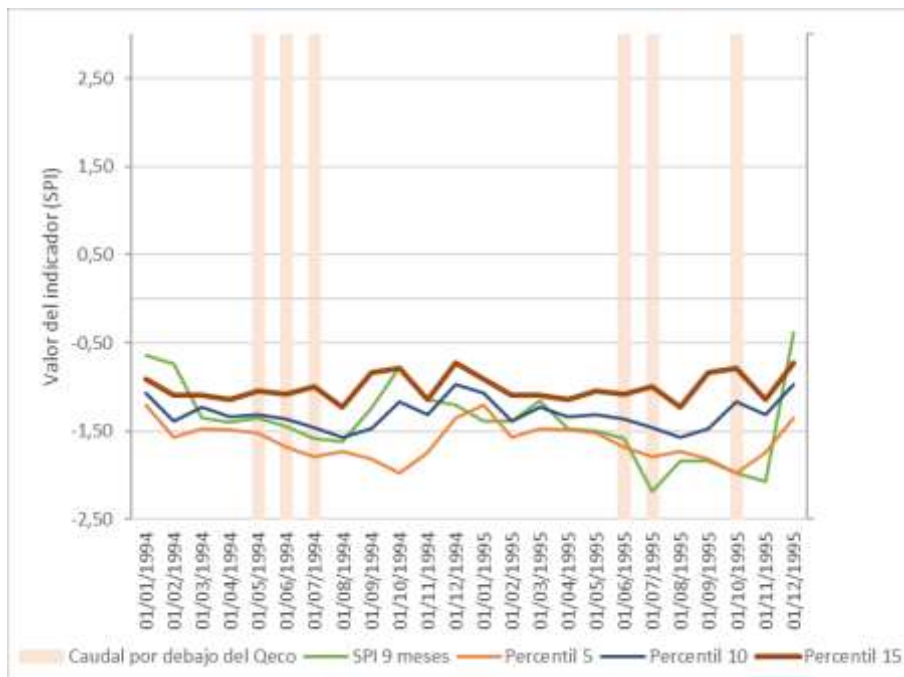
**Concretamente se ha identificado el percentil que más se aproxima a los valores del indicador de sequía seleccionado (SPI de 9 meses) en las fechas en las que el caudal circulante, en régimen natural, es inferior al caudal ecológico.**

Ya que, según se indica en artículo 8 de la Instrucción Técnica para la elaboración de los PES y se cita el borrador de PES elaborado por la SGPUSA: *“sería deseable que ese valor de 0,3 corresponda con el valor de la variable que coincida con la imposibilidad de que el régimen natural alcance los caudales ecológicos mínimos fijados en el plan hidrológico. En ese caso, el caudal natural será más bajo y, por tanto, resulta apropiado adoptar los caudales ecológicos definidos en el plan hidrológico para situaciones de sequía prolongada, que precisamente es la acción que puede derivarse de este diagnóstico.”*

En el caso de la estación de aforo de Lietor la identificación del umbral de sequía prolongada se ha focalizado en la sequía de los años 1994-1995. Mientras que para las entradas al embalse de la Fuensanta se ha utilizado como periodos más relevantes las sequías de los años 1983-1984 y 1994-1995.

A continuación se muestran las tres gráficas que contienen el análisis llevado a cabo para seleccionar el percentil que se corresponde con el umbral de sequía prolongada. En columnas se representan las fechas en las que el caudal circulante ha sido inferior al caudal ecológico (valor 1) y en líneas se representa el indicador de sequía (SPI) y los percentiles 5, 10 y 15.

Figura 13. Umbral de sequía prolongada a partir de los datos de la estación de aforo de Lietor (sequía de 1994-1995)

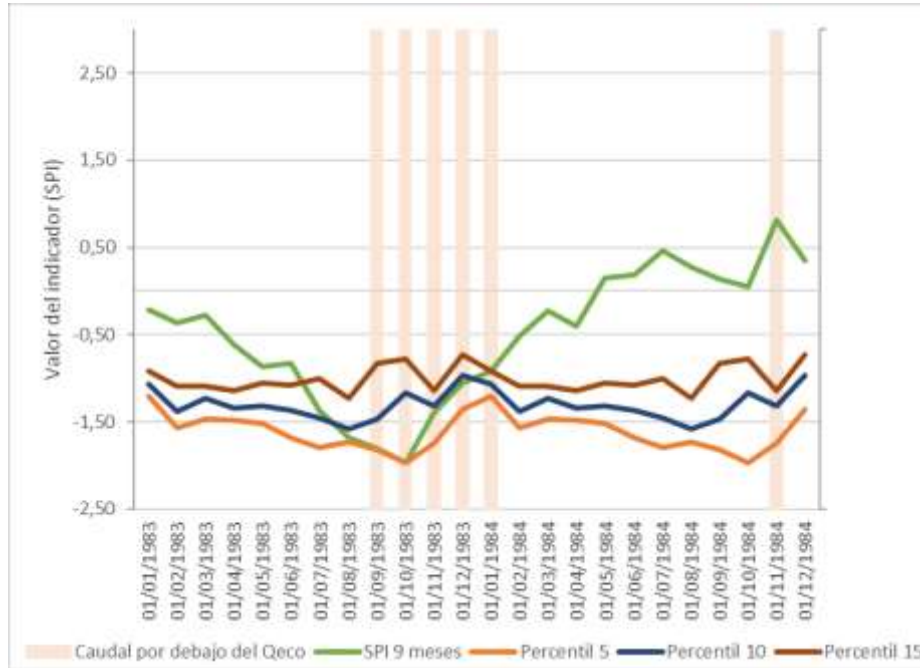


Fuente: elaboración propia

En el caso de los datos de aforo de la estación de Lietor para el periodo de sequía considerado (1994-1995) el **percentil del 10%** es el que más se aproxima a los valores del índice SPI (9 meses) en los meses en los que no se alcanza el caudal ecológico, ya que los meses con valores inferiores al percentil 10 se corresponden con periodos de caudales bajos por debajo del ecológico. Concretamente desde mayo hasta julio de 1994 presenta valores muy similares al índice SPI.



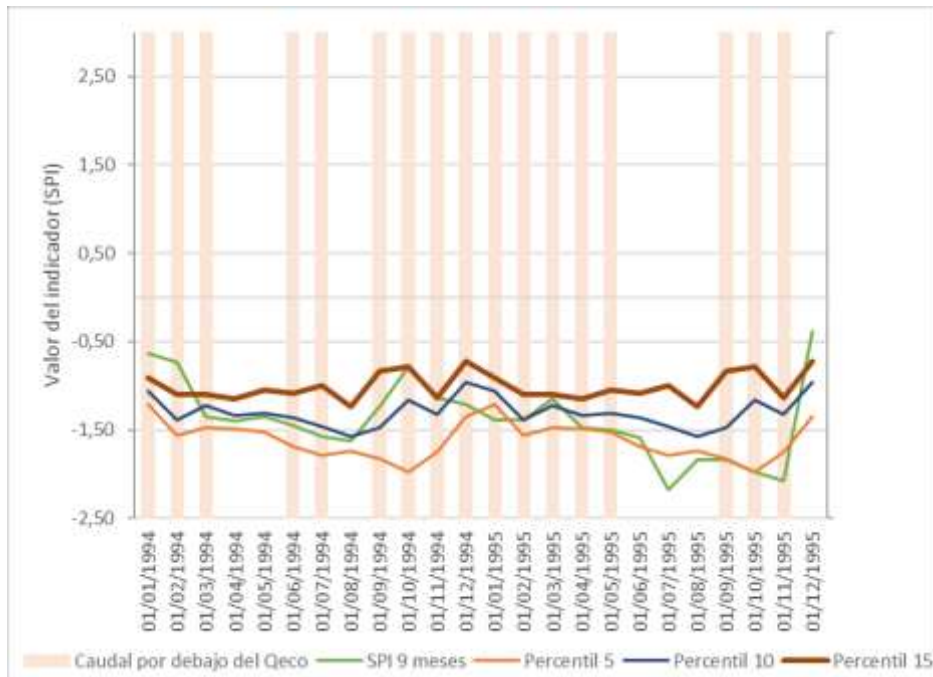
Figura 14. Umbral de sequía prolongada a partir de los datos de entrada al Embalse de la Fuensanta (sequía 1983-1984)



Fuente: elaboración propia

En el caso de las entradas al embalse de La Fuensanta para el periodo de sequía considerado (1983-1984) el **percentil del 10%** es el que más se aproxima a los valores del índice SPI (9 meses) en los meses en los que no se alcanza en caudal ecológico. Concretamente en los meses de noviembre, diciembre de 1983 y enero de 1984 presenta valores muy similares al índice SPI.

Figura 15. Umbral de sequía prolongada a partir de los datos de entrada al Embalse de la Fuensanta (sequía de 1994-1995)



Fuente: elaboración propia

En el caso de las entradas al embalse de La Fuensanta para el periodo de sequía considerado (1994-1995) el **percentil del 10%** es el que más se aproxima a los valores del índice SPI (9 meses) en los meses en los que no se alcanza el caudal ecológico. Concretamente en marzo, junio, julio, septiembre, octubre, noviembre de 1994; febrero y marzo de 1995 presenta valores muy similares al índice SPI.

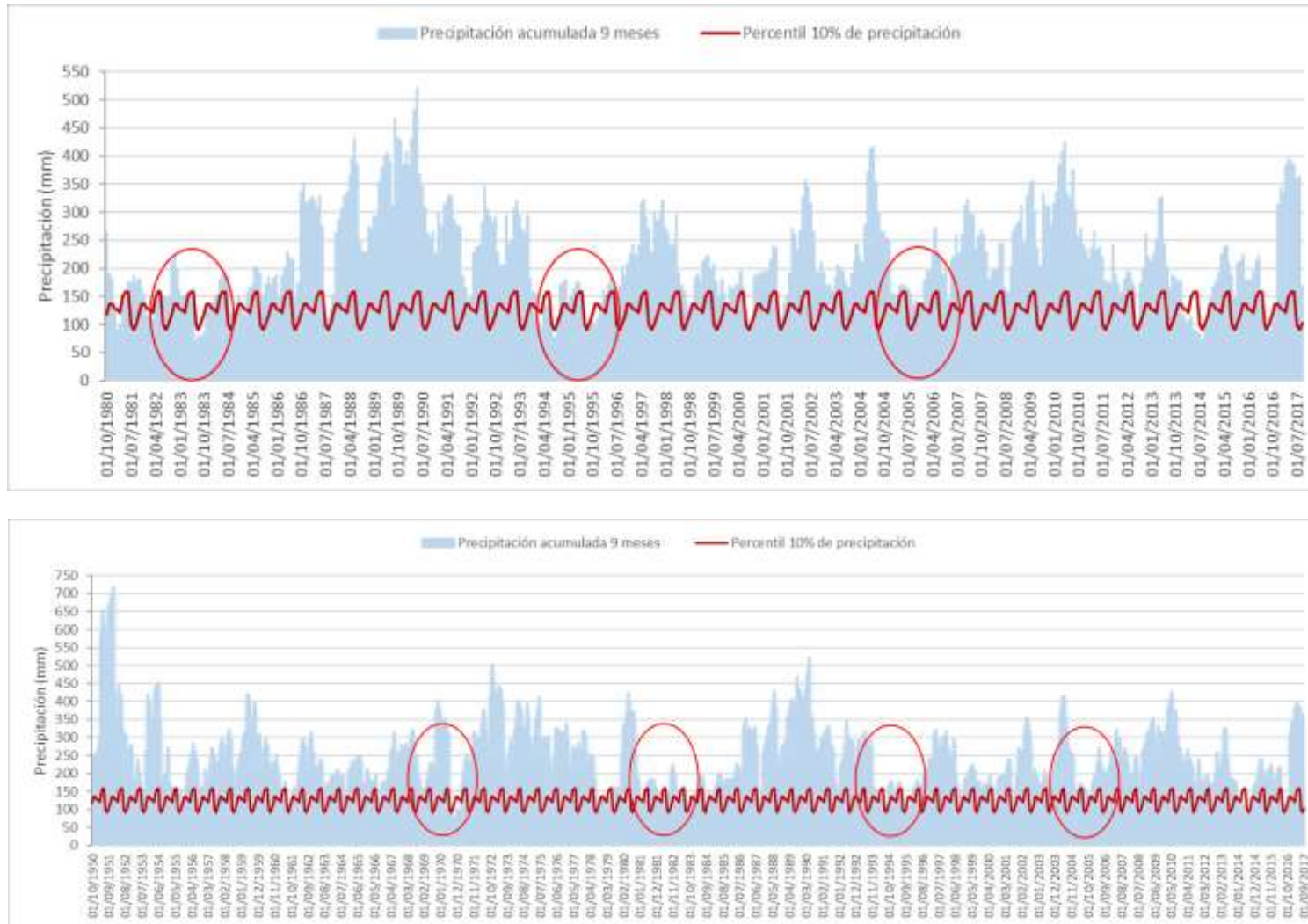
Por tanto, a la vista de los resultados obtenidos, se propone el **percentil del 10%** como umbral de sequía prolongada para la UTS II: Sistema Cabecera, posteriormente este umbral será calibrado con las fechas en la que se han producido sequías históricas en la cuenca del Segura.

**Este mismo umbral de sequía prolongada (percentil 10%) se ha aplicado al resto de UTS definidas en la demarcación, que ha sido contrastado y validado a partir de las fechas en la que se han producido sequías históricas en la cuenca del Segura.**

Adicionalmente, como ejercicio de validación, se han representado gráficamente los valores de precipitación acumulada a 9 meses y el percentil del 10% de dichos valores de precipitación para cada una de las cuatro UTS consideradas en la demarcación.

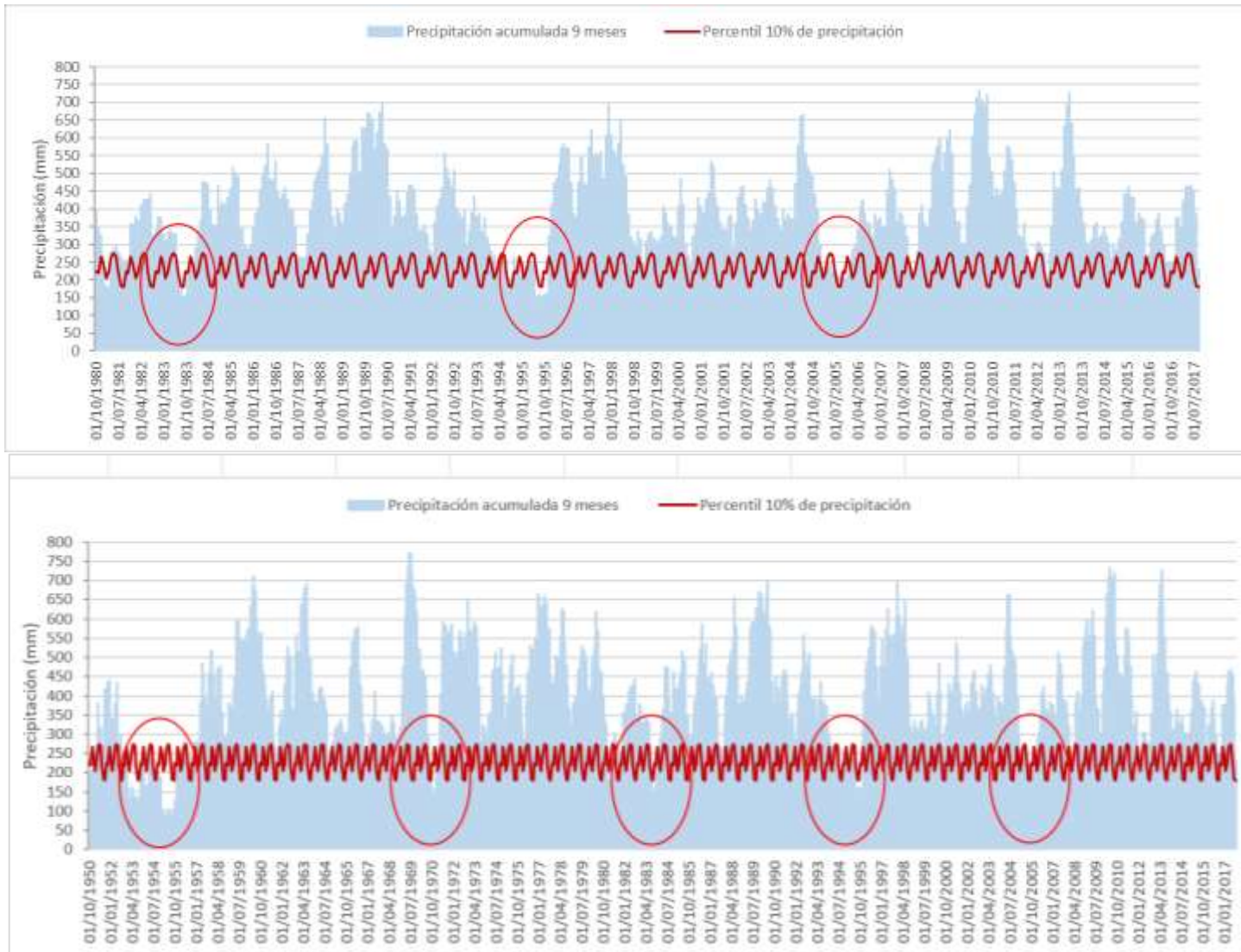
En los dos escenarios temporales considerados (1980-2017 y 1950-2017) se observa que el percentil del 10% refleja los episodios de sequías históricas acaecidos en la demarcación (1980/1983, 1993/1995 y 2005/2008).

Figura 16. Gráficos de precipitación acumulada a 9 meses y percentil 10. Sistema Principal



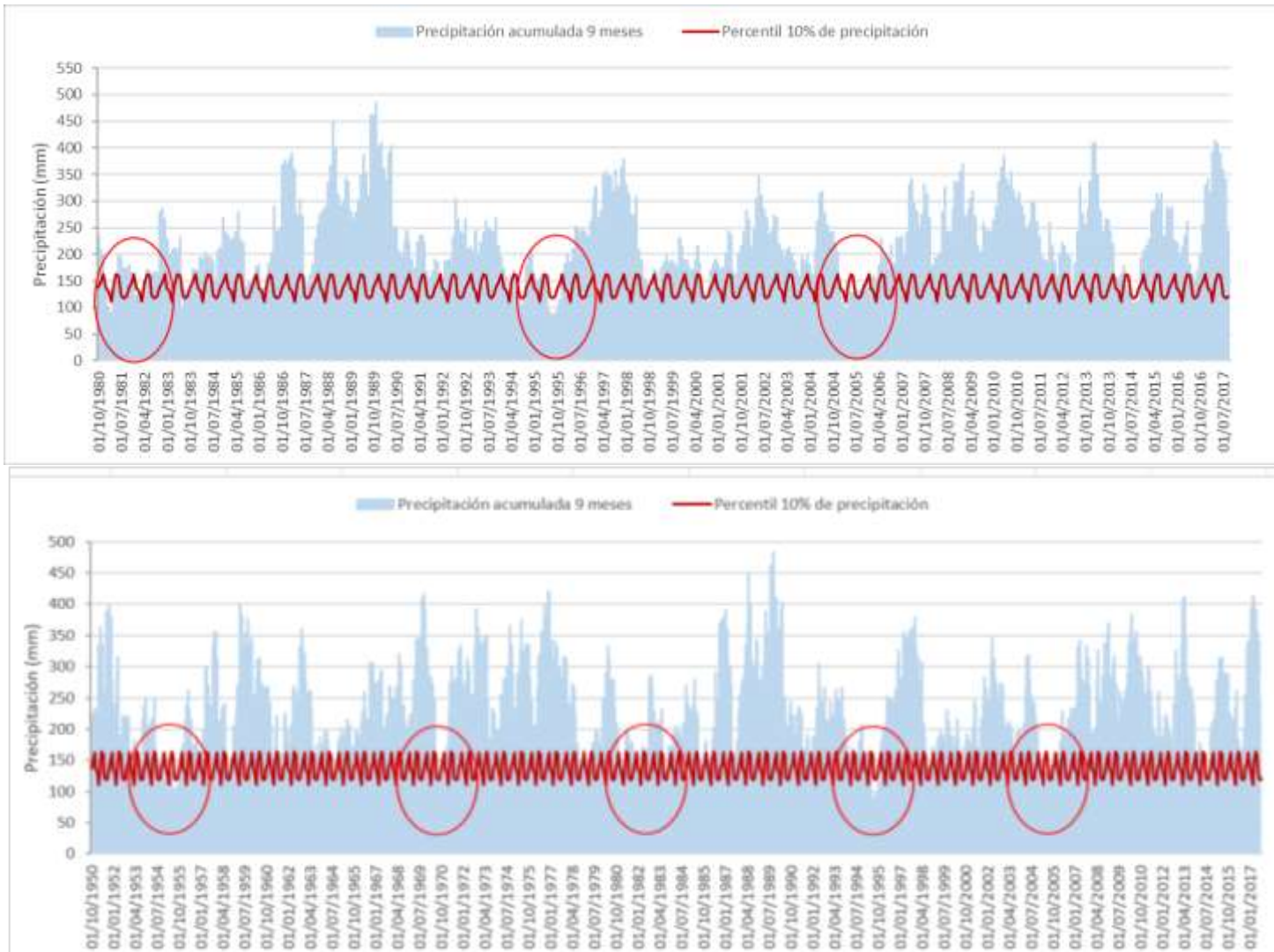
Fuente: elaboración propia

Figura 17. Gráficos de precipitación acumulada a 9 meses y percentil 10. Sistema Cabecera



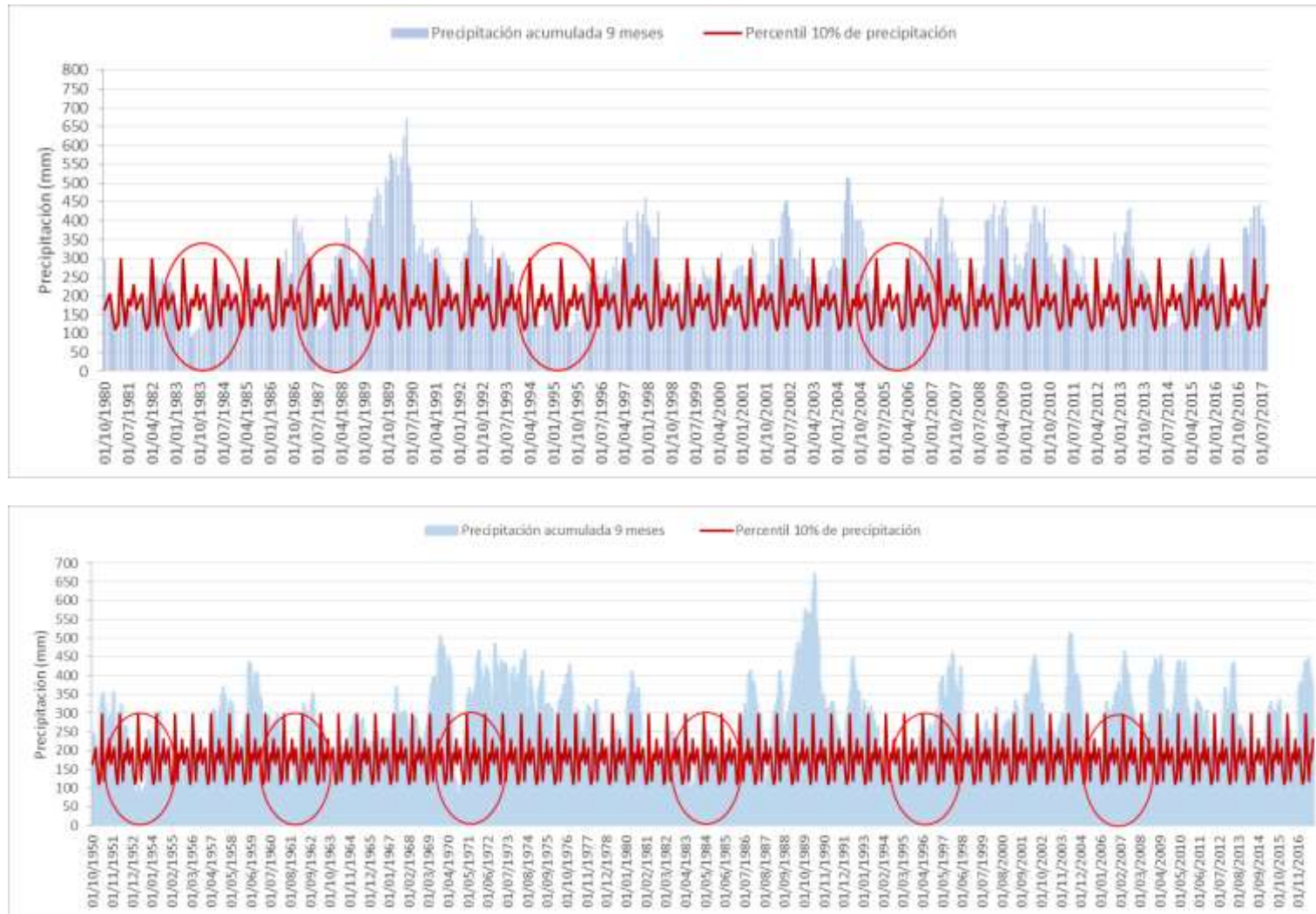
Fuente: elaboración propia

Figura 18. Gráficos de precipitación acumulada a 9 meses y percentil 10. Sistema Ríos Margen Izquierda



Fuente: elaboración propia

Figura 19. Gráficos de precipitación acumulada a 9 meses y percentil 10. Sistema Ríos Margen Derecha



Fuente: elaboración propia

#### 4.3.3.2 Normalización del índice SPI

Una vez fijado el percentil del 10%, como umbral de sequía prolongada, para cada UTS y cada mes de la serie considerada se ha llevado a cabo el reescalado o normalización del indicador de sequía. De esta manera los valores del índice SPI, comprendidos generalmente entre -3 y 3, se han transformado en valores de una variable adimensional, comprendidos entre un valor mínimo de 0 y un valor máximo de 1.

La normalización llevada a cabo ha sido por tramos y responde a la siguiente ecuación:

$$y = y_0 + \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)} (x - x_0)$$

En este proceso han quedado establecidos tres tramos:

Siendo P10: el percentil del 10%.

- El primero entre el valor mínimo (0) y el umbral de sequía prolongada (0,3):

$$y = 0 + \frac{(0,3 - 0)}{(P10 - \text{Mín SPI})} (x - \text{Mín SPI})$$

- El segundo entre dicho umbral y la mediana (0,5)

$$y = 0,3 + \frac{(0,5 - 0,3)}{(\text{Mediana SPI} - P10)} (x - P10)$$

- El tercero entre la mediana de la serie y el valor máximo (1).

$$y = 0,5 + \frac{(1 - 0,5)}{(\text{Máx SPI} - \text{Mediana SPI})} (x - \text{Mediana SPI})$$

Los valores de los estadísticos calculados para cada una de las UTS definidas se incluyen en la siguiente tabla.

Tabla 9. Estadísticos para la normalización del índice SPI en cada UTS

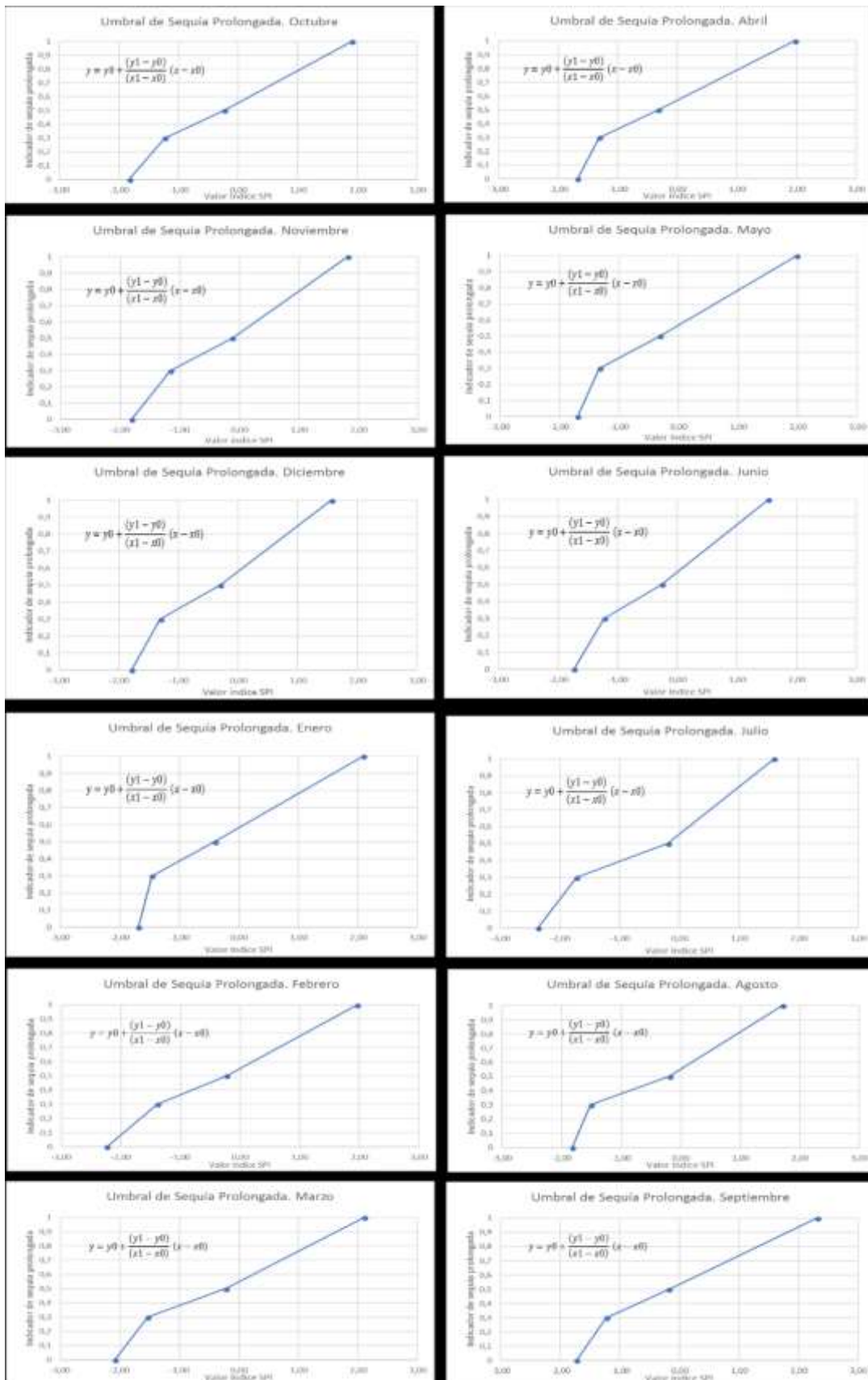
<b>UTS I: Sistema Principal</b>												
<b>Valor normalizado</b>	<b>Valor del Índice SPI</b>											
	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sept</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
0	-1,69	-2,24	-2,08	-1,68	-1,70	-1,74	-2,38	-1,82	-1,73	-1,83	-1,81	-1,79
0,3	-1,47	-1,39	-1,54	-1,31	-1,33	-1,23	-1,73	-1,51	-1,23	-1,23	-1,16	-1,31
0,5	-0,41	-0,23	-0,23	-0,33	-0,32	-0,27	-0,20	-0,19	-0,19	-0,24	-0,13	-0,31
1	2,08	1,96	2,10	1,97	1,98	1,52	1,58	1,71	2,31	1,90	1,81	1,56
<b>UTS III: Sistema III Ríos de la Margen Izquierda</b>												
<b>Valor normalizado</b>	<b>Valor del Índice SPI</b>											
	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sept</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
0	-1,75	-2,12	-2,18	-2,16	-2,14	-2,15	-2,27	-2,18	-2,08	-2,05	-1,96	-1,80
0,3	-1,44	-1,44	-1,72	-1,57	-1,50	-1,53	-1,60	-1,40	-1,41	-1,30	-1,35	-1,23
0,5	-0,49	-0,19	-0,10	-0,31	-0,21	-0,26	-0,18	-0,36	-0,11	-0,01	-0,12	-0,28
1	2,19	2,38	1,86	1,88	1,65	2,22	1,99	1,80	2,54	2,23	2,34	1,92
<b>UTS II: Sistema II Cabecera</b>												
<b>Valor normalizado</b>	<b>Valor del Índice SPI</b>											
	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sept</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
0	-1,39	-1,67	-1,70	-1,49	-1,56	-1,86	-2,18	-1,84	-1,84	-1,98	-2,07	-1,62
0,3	-1,07	-1,38	-1,23	-1,34	-1,32	-1,36	-1,46	-1,58	-1,47	-1,17	-1,32	-0,97
0,5	0,16	0,23	0,20	0,12	0,17	0,16	0,15	0,10	0,06	0,05	0,08	0,14
1	1,98	1,64	1,67	1,73	1,51	1,47	1,63	2,06	1,82	1,80	2,09	2,34
<b>UTS III: Sistema IV Ríos de la Margen Derecha</b>												
<b>Valor normalizado</b>	<b>Valor del Índice SPI</b>											
	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sept</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
0	-1,84	-1,42	-2,23	-2,17	-1,63	-1,82	-1,90	-2,32	-1,94	-1,67	-1,86	-1,59
0,3	-1,20	-1,17	-1,13	-0,96	-1,39	-1,52	-1,36	-1,81	-1,60	-1,39	-1,14	-1,26
0,5	0,06	-0,05	0,15	-0,07	-0,27	0,05	-0,15	-0,12	0,18	0,31	0,07	0,16
1	2,61	2,77	2,61	2,67	2,77	2,63	2,02	2,05	1,89	2,44	2,13	2,48

Fuente: elaboración propia

A continuación se muestran las gráficas con el reescalado o normalización realizado para cada mes de la serie considerada y para cada una de las UTS definidas en la demarcación.

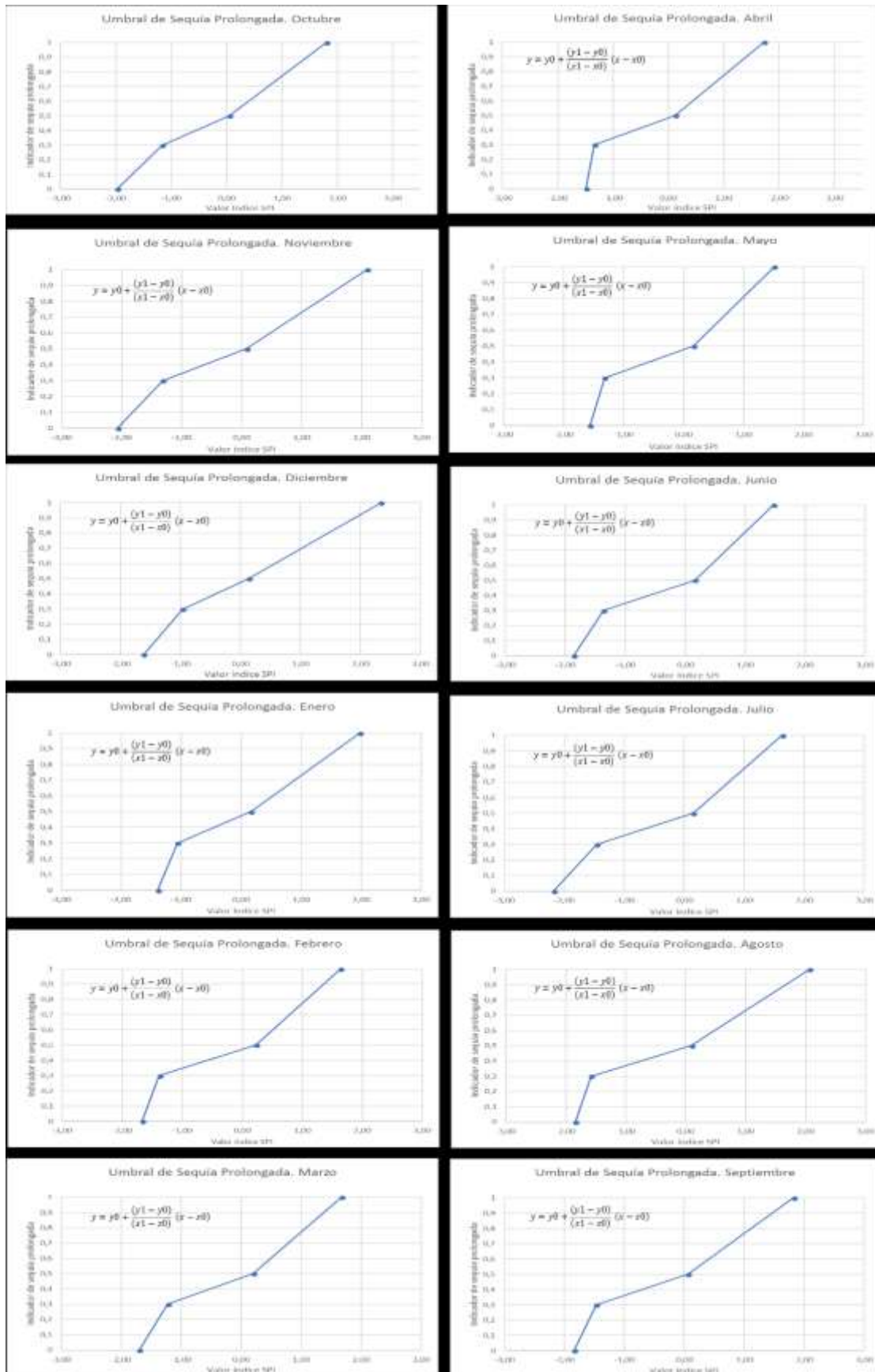


Figura 20. Gráficos con la normalización del indicador de sequía prolongada en la UTS I: Sistema Principal



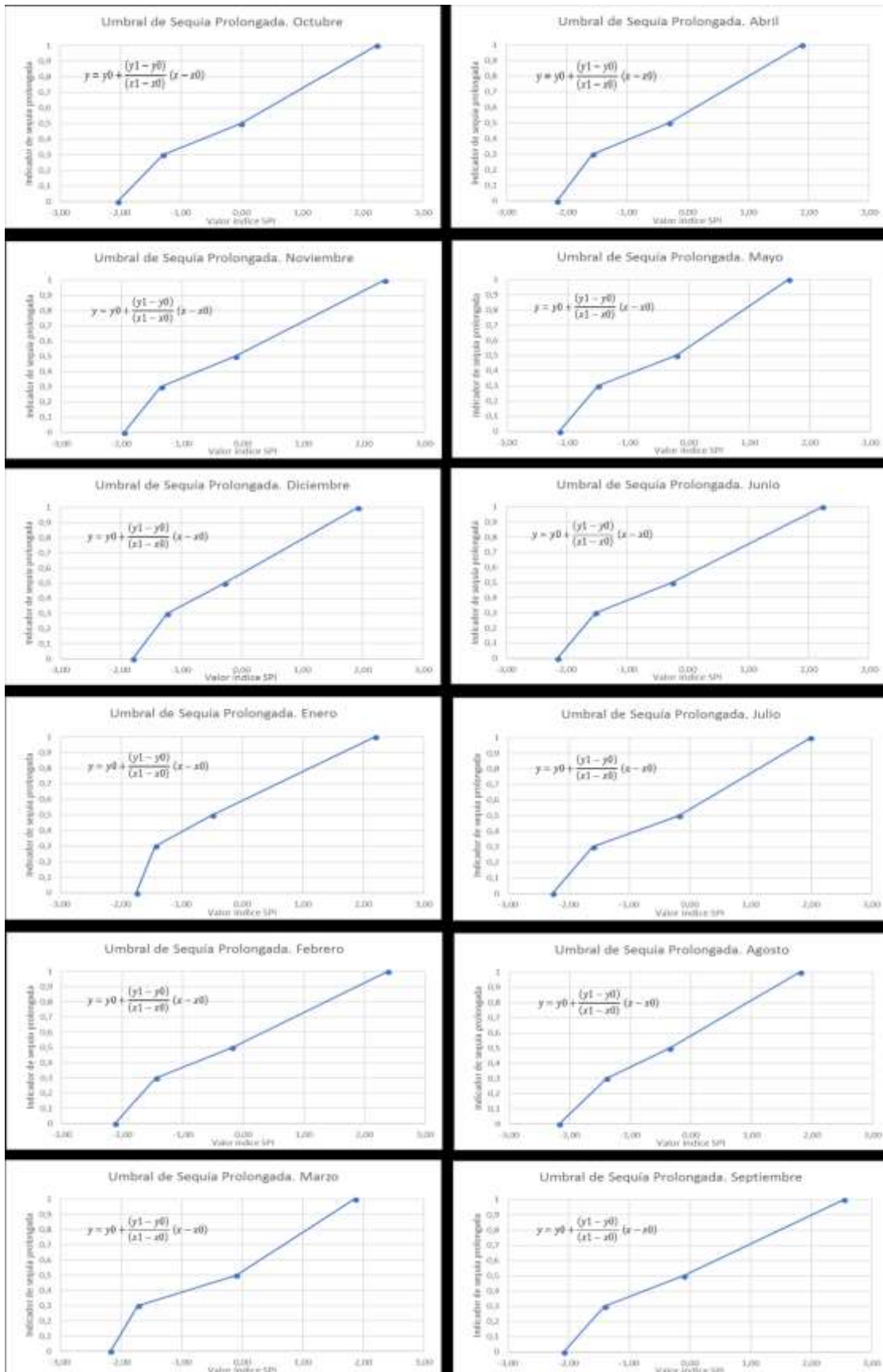
Fuente: elaboración propia

Figura 21. Gráficos con la normalización del indicador de sequía prolongada en la UTS II: Sistema Cabecera



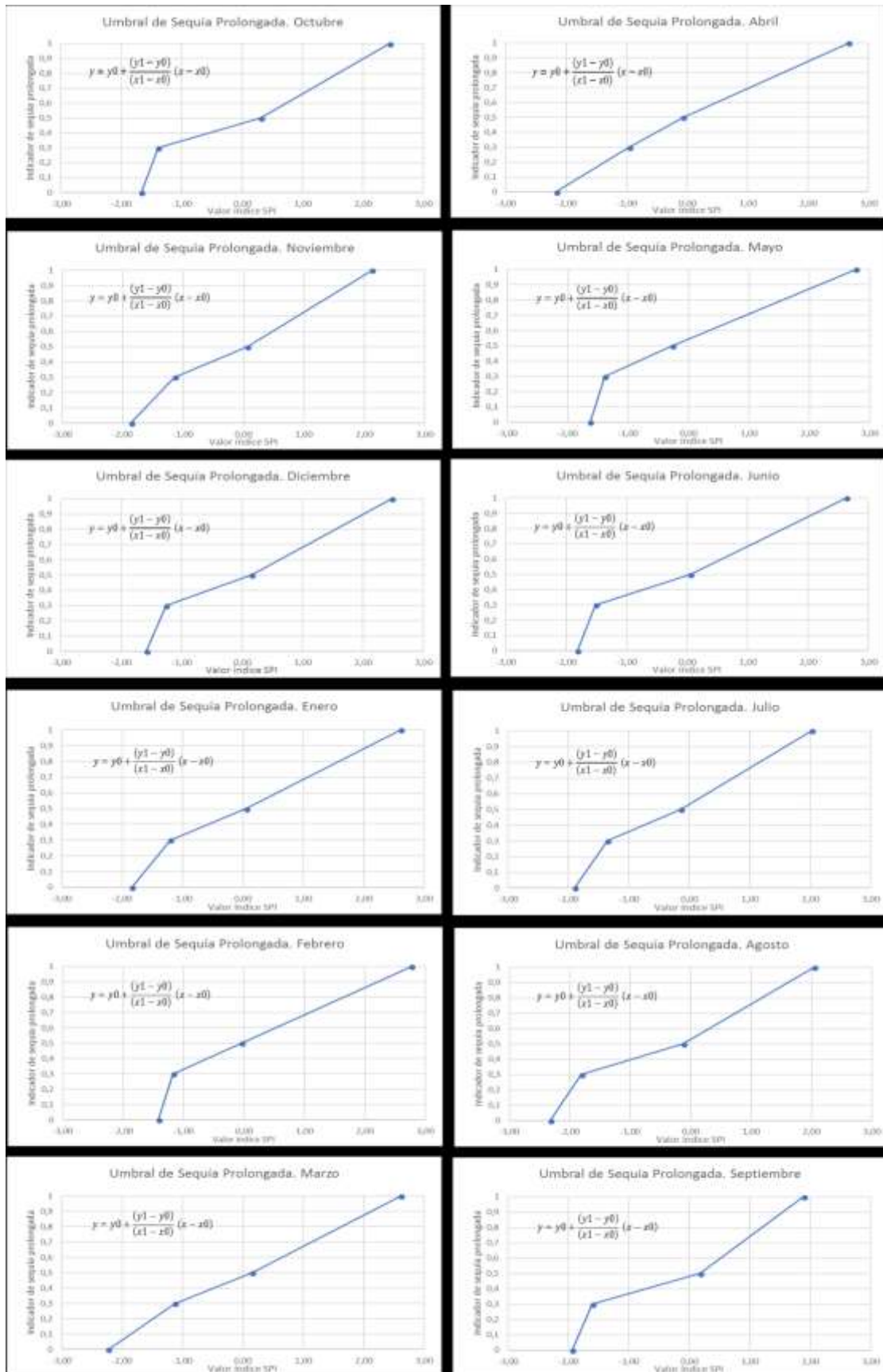
Fuente: elaboración propia

Figura 22. Gráficos con la normalización del indicador de sequía prolongada en la UTS III: Sistema Ríos Margen Izquierda



Fuente: elaboración propia

Figura 23. Gráficos con la normalización del indicador de sequía prolongada en la UTS IV: Sistema Ríos Margen Derecha



Fuente: elaboración propia

#### 4.4 Caracterización de la situación a través del índice de estado

**A partir del indicador así obtenido y representativo de cada UTS, que en la cuenca del Segura es el índice SPI calculado para 9 meses de acumulación de precipitación, se ha calculado el índice de estado (Ie) mediante la normalización o reescalado de dicho índice conforme a la formulación del apartado 4.3.3.2.**

El índice de estado resultante para cada una de las cuatro UTS definidas en la demarcación y para toda la serie temporal considerada (1980/81-2016/17) se muestra a continuación.

Figura 24. Índice de estado para la UTS I: Sistema Principal



Figura 25. Índice de estado para la UTS II: Sistema Cabecera



Figura 26. Índice de estado para la UTS III: Sistema Ríos Margen Izquierda



Figura 27. Índice de estado para la UTS IV: Sistema Ríos Margen Derecha



## 4.5 Validación del índice de estado de sequías prolongadas a través de las sequías históricas de la demarcación

Como se ha indicado con anterioridad, **cuando el Índice de Estado de Sequía de la unidad territorial tome un valor inferior a 0,3 se considera que existe una situación de sequía prolongada**. Este umbral se ha fijado de acuerdo a un análisis de la evolución histórica de su registro tomando en consideración la imposibilidad de que el régimen natural proporcione los caudales ecológicos mínimos establecidos en el plan hidrológico.

El objetivo de la validación es contrastar su idoneidad para detectar situaciones persistentes e intensas de disminución de las precipitaciones producidas por circunstancias excepcionales y con reflejo en las aportaciones hídricas.

En este sentido, se ha validado el índice de estado obtenido para cada UTS mediante la comparación de las fechas en las que según el umbral se estaría en sequía prolongada, que se corresponden con valores del índice de estado inferiores al umbral de 0,3, con las sequías históricas y con el índice de estado incluidos en el PES vigente.

### 4.5.1 Sistema principal

A continuación se muestra la validación del nuevo índice de estado (Ie) llevada a cabo para el Sistema Principal.

Tabla 10. Validación del índice de estado de la UTS I: Sistema Principal

Fecha	Valor nuevo Índice de estado (Ie)	Sequía histórica (PES)	Índice (Ie) de cuenca vigente
01/01/1981	0,200	1980/1983	Normalidad
01/02/1981	0,000	1980/1983	Normalidad
01/03/1981	0,011	1980/1983	Normalidad
01/04/1981	0,180	1980/1983	Normalidad
01/05/1981	0,146	1980/1983	Prealerta
01/01/1982	0,000	1980/1983	Prealerta
01/02/1982	0,237	1980/1983	Prealerta
01/03/1982	0,176	1980/1983	Prealerta
01/04/1982	0,270	1980/1983	Prealerta
01/06/1982	0,282	1980/1983	Prealerta
01/05/1983	0,276	1980/1983	Alerta
01/07/1983	0,000	1980/1983	Alerta
01/08/1983	0,058	1980/1983	Alerta
01/09/1983	0,000	1980/1983	Alerta
01/10/1983	0,000	1980/1983	Emergencia
01/01/1985	0,000		Normalidad
01/02/1994	0,159	1993/1995	Emergencia
01/03/1994	0,000	1993/1995	Emergencia
01/04/1994	0,000	1993/1995	Emergencia
01/05/1994	0,000	1993/1995	Emergencia
01/06/1994	0,000	1993/1995	Emergencia
01/07/1994	0,260	1993/1995	Emergencia
01/08/1994	0,000	1993/1995	Emergencia
01/06/1995	0,218	1993/1995	Emergencia
01/07/1995	0,195	1993/1995	Emergencia
01/08/1995	0,224	1993/1995	Emergencia



Fecha	Valor nuevo Índice de estado (Ie)	Sequía histórica (PES)	Índice (Ie) de cuenca vigente
01/09/1995	0,205	1993/1995	Emergencia
01/10/1995	0,221	1993/1995	Emergencia
01/11/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/12/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/10/1998	0,267		Normalidad
01/09/2000	0,266		Emergencia
01/11/2005	0,295	2005/2008	Emergencia
01/12/2005	0,281	2005/2008	Emergencia
01/01/2014	0,000		Normalidad
01/02/2014	0,135		Normalidad
01/03/2014	0,143		Normalidad
01/04/2014	0,000		Normalidad
01/05/2014	0,000		Normalidad
01/06/2014	0,000		Normalidad
01/07/2014	0,153		Normalidad
01/08/2014	0,000		Normalidad
01/09/2014	0,163		Normalidad
01/10/2014	0,151		Normalidad
01/06/2016	0,088		Prealerta
01/08/2016	0,185		Alerta
01/09/2016	0,127		Alerta
01/10/2016	0,196		Alerta

Fuente: elaboración propia a partir del PES vigente

En general, el nuevo Índice de estado (Ie) de esta UTS indica la existencia de episodios de sequía prolongada que engloban todas las sequías históricas reconocidas en el PES vigente.

Además las fechas en las que se supera el umbral de sequía prolongada se corresponden con un estado de alerta o emergencia del Índice de estado (Ie) a nivel de cuenca incluido en el PES vigente.

En los años 1981 y 2014 existe una discrepancia, con continuidad en el tiempo, en la que el Índice de estado de sequía muestra una sequía prolongada no detectada por el PES vigente, debida a que el Índice de estado (Ie) del sistema cuenca del PES vigente es un índice de escasez localizado en cabecera frente al nuevo que es únicamente de sequía, basado en los registros históricos de precipitación. Lo que explica que el Indicador de sequía indique periodos de sequía en los años 1981 y 2014, años en los que la precipitación total registrada (189 y 183 mm respectivamente) fue similar a la del año 1995 (140 mm) en el que se registró una de las sequías históricas de la demarcación; sin embargo, los años 1981 y 2014 son años de normalidad en cabecera.

Debido a lo anterior, **se propone para la revisión del PES que el indicador de sequía para el sistema principal se corrija tan sólo a efectos del deterioro temporal de las masas de agua y de reducción de caudales ambientales en el eje principal del río Segura con el estado del sistema de Cabecera.**

**De esta forma, independientemente de que el índice de estado del sistema principal se establezca de forma separada de cabecera, los indicadores a tener en cuenta para el deterioro temporal y la reducción de caudales serían:**

- 1. Masas de agua del Sistema principal fuera del eje del Segura: Indicador del Sistema principal.**
- 2. Masas de agua del Sistema principal en el eje del Segura: Indicador del Sistema de Cabecera.**

## 4.5.2 Sistema cabecera

A continuación se muestra la validación del nuevo índice de estado ( $I_e$ ) llevada a cabo para el Sistema Cabecera.

Tabla 11. Validación del índice de estado de la UTS II: Sistema Cabecera

Fecha	Valor nuevo Índice de estado ( $I_e$ )	Sequía histórica (PES)	Índice ( $I_e$ ) de cuenca vigente
01/02/1981	0,000	1980/1983	Normalidad
01/03/1981	0,000	1980/1983	Normalidad
01/08/1983	0,183	1980/1983	Alerta
01/09/1983	0,024	1980/1983	Alerta
01/10/1983	0,004	1980/1983	Emergencia
01/11/1983	0,271	1980/1983	Emergencia
01/12/1983	0,261	1980/1983	Emergencia
01/03/1994	0,222	1993/1995	Emergencia
01/04/1994	0,176	1993/1995	Emergencia
01/05/1994	0,259	1993/1995	Emergencia
01/06/1994	0,247	1993/1995	Emergencia
01/07/1994	0,250	1993/1995	Emergencia
01/08/1994	0,252	1993/1995	Emergencia
01/12/1994	0,188	1993/1995	Emergencia
01/01/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/02/1995	0,294	1993/1995	Emergencia
01/04/1995	0,020	1993/1995	Emergencia
01/05/1995	0,074	1993/1995	Emergencia
01/06/1995	0,163	1993/1995	Emergencia
01/07/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/08/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/09/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/10/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/11/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/04/2005	0,000	2005/2008	Alerta
01/05/2005	0,000	2005/2008	Alerta
01/06/2005	0,000	2005/2008	Emergencia
01/07/2005	0,284	2005/2008	Emergencia
01/09/2005	0,220	2005/2008	Emergencia
01/10/2005	0,247	2005/2008	Emergencia
01/11/2005	0,199	2005/2008	Emergencia
01/12/2005	0,000	2005/2008	Emergencia
01/01/2008	0,258		Emergencia
01/03/2008	0,279		Emergencia
01/01/2012	0,258		Normalidad
01/02/2012	0,168		Normalidad
01/12/2015	0,280		Alerta

Fuente: elaboración propia a partir del PES vigente

En general, se observa que el nuevo Índice de estado (Ie) para esta UTS indica la existencia de episodios de sequía prolongada que engloban todas las sequías históricas incluidas en el PES vigente. Además todas las fechas en las que se supera el umbral de sequía prolongada se corresponden generalmente con un estado de alerta o emergencia del índice (Ie) a nivel de cuenca incluido en el PES vigente.

En los años 1981 y 2012 se observa una discrepancia, con continuidad en el tiempo, entre ambos índices de estado debida fundamentalmente a que el Índice de estado (Ie) del PES vigente es un índice de escasez frente al nuevo que es únicamente de sequía, basado en los registros históricos de precipitación. Lo que explica que indique periodos de sequía en los tres primeros meses de los años 1981 y 2012, meses en los que se registraron valores bajos de precipitación (47,7 mm y 90,7 mm respectivamente) que fueron similares a los registrados en el año 1995 (63,4 mm) en el que se registró una de las más severas sequías históricas de la demarcación.

#### 4.5.3 Sistema ríos margen izquierda

A continuación se muestra la validación del nuevo índice de estado (Ie) llevada a cabo para el Sistema de los Ríos de la Margen Izquierda.

Tabla 12. Validación del índice de estado de la UTS III: Sistema Ríos Margen Izquierda

Fecha	Valor nuevo Índice de estado (Ie)	Sequía histórica (PES)	Índice (Ie) de cuenca vigente
01/01/1981	0,220	1980/1983	Normalidad
01/02/1981	0,000	1980/1983	Normalidad
01/03/1981	0,000	1980/1983	Normalidad
01/04/1981	0,241	1980/1983	Normalidad
01/05/1981	0,197	1980/1983	Prealerta
01/01/1982	0,000	1980/1983	Prealerta
01/02/1982	0,271	1980/1983	Prealerta
01/03/1982	0,210	1980/1983	Prealerta
01/04/1982	0,251	1980/1983	Prealerta
01/07/1983	0,107	1980/1983	Alerta
01/10/1983	0,288	1980/1983	Emergencia
01/12/1991	0,116	1993/1995	Prealerta
01/01/1992	0,115	1993/1995	Prealerta
01/06/1994	0,260	1993/1995	Emergencia
01/08/1994	0,176	1993/1995	Emergencia
01/09/1994	0,264	1993/1995	Emergencia
01/05/1995	0,272	1993/1995	Emergencia
01/06/1995	0,260	1993/1995	Emergencia
01/07/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/08/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/09/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/10/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/11/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/10/1998	0,244		Normalidad
01/11/1998	0,216		Normalidad
01/07/2000	0,287		Emergencia

Fecha	Valor nuevo Índice de estado (Ie)	Sequía histórica (PES)	Índice (Ie) de cuenca vigente
01/08/2000	0,283		Emergencia
01/09/2000	0,219		Emergencia
01/02/2005	0,067	2005/2008	Prealerta
01/03/2005	0,144	2005/2008	Prealerta
01/04/2005	0,000	2005/2008	Alerta
01/05/2005	0,000	2005/2008	Alerta
01/06/2005	0,000	2005/2008	Emergencia
01/11/2005	0,260	2005/2008	Emergencia
01/12/2005	0,000	2005/2008	Emergencia
01/05/2014	0,098		Normalidad
01/06/2014	0,019		Normalidad
01/07/2014	0,296		Normalidad
01/08/2014	0,210		Normalidad
01/09/2014	0,228		Normalidad
01/10/2014	0,100		Normalidad

Fuente: elaboración propia a partir del PES vigente

En general, se observa que el nuevo Índice de estado (Ie) para esta UTS indica la existencia de episodios de sequía prolongada que engloban todas las sequías históricas incluidas en el PES vigente. Además las fechas en las que se supera el umbral de sequía prolongada se corresponden generalmente con un estado de alerta o emergencia del Índice de estado (Ie) a nivel de cuenca incluido en el PES vigente. Únicamente en los años 1981, 1998 y 2014 se observa una discrepancia entre ambos índices de estado debida fundamentalmente a que el Índice de estado (Ie) del PES vigente es un índice de escasez frente al nuevo que es únicamente de sequía, basado en los registros históricos de precipitación. Lo que explica que indique periodos de sequía en los años 1981, 1998 y 2014, años en los que la precipitación total registrada (196, 212 y 240 mm respectivamente) fue similar a la del año 1995 (172 mm) en el que se registró una de las más severas sequías históricas de la demarcación.

#### 4.5.4 Sistema ríos margen derecha

A continuación se muestra la validación del nuevo índice de estado (Ie) llevada a cabo para el Sistema de los Ríos de la Margen Derecha.

Tabla 13. Validación del índice de estado de la UTS IV: Sistema Ríos Margen Derecha

Fecha	Valor nuevo Índice de estado (Ie)	Sequía histórica (PES)	Índice (Ie) de cuenca vigente
01/01/1981	0,220	1980/1983	Normalidad
01/02/1981	0,000	1980/1983	Normalidad
01/03/1981	0,000	1980/1983	Normalidad
01/04/1981	0,241	1980/1983	Normalidad
01/05/1981	0,197	1980/1983	Prealerta
01/01/1982	0,000	1980/1983	Prealerta
01/02/1982	0,271	1980/1983	Prealerta

Fecha	Valor nuevo Índice de estado (Ie)	Sequía histórica (PES)	Índice (Ie) de cuenca vigente
01/03/1982	0,210	1980/1983	Prealerta
01/04/1982	0,251	1980/1983	Prealerta
01/07/1983	0,107	1980/1983	Alerta
01/10/1983	0,288	1980/1983	Emergencia
01/12/1991	0,116	1993/1995	Prealerta
01/01/1992	0,115	1993/1995	Prealerta
01/06/1994	0,260	1993/1995	Emergencia
01/08/1994	0,176	1993/1995	Emergencia
01/09/1994	0,264	1993/1995	Emergencia
01/05/1995	0,272	1993/1995	Emergencia
01/06/1995	0,260	1993/1995	Emergencia
01/07/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/08/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/09/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/10/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/11/1995	0,000	1993/1995	Emergencia
01/10/1998	0,244		Normalidad
01/11/1998	0,216		Normalidad
01/07/2000	0,287		Emergencia
01/08/2000	0,283		Emergencia
01/09/2000	0,219		Emergencia
01/02/2005	0,067	2005/2008	Prealerta
01/03/2005	0,144	2005/2008	Prealerta
01/04/2005	0,000	2005/2008	Alerta
01/05/2005	0,000	2005/2008	Alerta
01/06/2005	0,000	2005/2008	Emergencia
01/11/2005	0,260	2005/2008	Emergencia
01/12/2005	0,000	2005/2008	Emergencia
01/05/2014	0,098		Normalidad
01/06/2014	0,019		Normalidad
01/07/2014	0,296		Normalidad
01/08/2014	0,210		Normalidad
01/09/2014	0,228		Normalidad
01/10/2014	0,100		Normalidad

Fuente: elaboración propia a partir del PES vigente

En general, se observa que el nuevo Índice de estado (Ie) para esta UTS indica la existencia de episodios de sequía prolongada que engloban todas las sequías históricas incluidas en el PES vigente. Además las fechas en las que se supera el umbral de sequía prolongada se corresponden generalmente con un estado de alerta o emergencia del Índice de estado (Ie) a nivel de cuenca incluido en el PES vigente. Únicamente en los años 1981 y 2014 se observa una discrepancia con continuidad en el tiempo entre ambos índices de estado debida fundamentalmente a que el Índice de estado (Ie) del PES vigente es un índice de escasez frente al nuevo que es únicamente de sequía, basado en los registros históricos de precipitación. Lo que explica que indique periodos de sequía en los años 1981 y 2014, años en los que la precipitación total registrada (193 y 225 mm respectivamente) fue similar a la del año 1995 (213 mm) en el que se registró una de las más severas sequías históricas de la demarcación.

## 4.6 Propuesta final de indicador de sequía de cada UTS y del indicador global de la demarcación

Tal y como se ha citado en apartados anteriores, la identificación de episodios de sequía prolongada a partir de los índices de estado, determinados para cada una de las UTS definidas en la demarcación, permitirá al Organismo de cuenca adoptar:

- **El deterioro temporal del estado de las masas de agua.** De acuerdo al apartado 6 del Artículo 4 de la DMA relativo al cumplimiento de objetivos en situaciones excepcionales, “el deterioro temporal no constituirá infracción de las disposiciones de la presente Directiva si se debe a causas naturales o de fuerza mayor que sean excepcionales o no hayan podido preverse razonablemente, en particular sequías prolongadas.”
- **El establecimiento de caudales ecológicos mínimos menos exigentes.** De acuerdo al apartado 4 del Artículo 18 del Reglamento de Planificación Hidrológica: “en caso de sequías prolongadas podrá aplicarse un régimen de caudales menos exigente siempre que se cumplan las condiciones que establece el artículo 38 sobre deterioro temporal del estado de las masas de agua.”
- No obstante, de acuerdo al Artículo 16 de la Instrucción Técnica para la elaboración de los PES, el Organismo de cuenca podrá declarar situación excepcional por **sequía extraordinaria** en aquellas unidades territoriales para las que, a partir de los índices de estado globales definidos para todo el ámbito de la demarcación, se diagnostique sequía prolongada y además se diagnostique simultáneamente situaciones de alerta o emergencia por escasez coyuntural.

Debido a la influencia que ejerce el Sistema de Cabecera sobre el Sistema Principal, **se propone aplicar, en la revisión del PES, el índice de estado de sequía de dicho sistema tanto en el Sistema Principal como en el Sistema Cabecera. Concretamente, en el caso del Sistema Principal el índice de estado de sequía se va a corregir con el índice de estado del Sistema de Cabecera en el eje principal del río Segura, a efectos de deterioro temporal de las masas de agua y de relajación de caudales ambientales.**

**Mientras que en el resto de masas de agua del Sistema Principal se va a aplicar el índice de estado estimado para el propio sistema. Exactamente igual que en las masas de agua de los sistemas de los ríos de la margen izquierda y derecha.**

**De modo que, independientemente de que el índice de estado de sequía del Sistema Principal se establezca de forma separada al de cabecera, los indicadores a tener en cuenta para el establecimiento del deterioro temporal de masas de agua y de la relajación de caudales serán:**

Tabla 14. Propuesta de índice de estado (Ie) para cada UTS

Unidad Territorial de Sequía	Índice de Estado de Sequía Prolongada	Ámbito geográfico de aplicación
UTS I: Sistema Principal	Índice de Estado del Sist. Principal	Masas de agua fuera del eje del río Segura
	Índice de Estado del Sist. Cabecera	Masas de agua del eje del río Segura
UTS II: Sistema Cabecera	Índice de Estado del Sist. Cabecera	Masas de agua de la UTS
UTS III: Sistema Ríos Margen Izquierda	Índice de Estado del Sist. Margen Izq.	Masas de agua de la UTS
UTS IV: Sistema Ríos Margen Derecha	Índice de Estado del Sist. Margen Der.	Masas de agua de la UTS

Fuente: elaboración propia

A partir de los índices de estado propuestos para cada UTS se ha obtenido en índice de estado global de la demarcación, ponderando los índices de estado calculados individualmente para cada UTS con los kilómetros de masas de agua de categoría río en los que se han establecido caudales ecológicos. **Este índice global de sequía prolongada junto con el índice de estado global de escasez serán los que permitan al Organismo de cuenca declarar situaciones de sequía extraordinaria en la demarcación del Segura.**

Para ello, previamente se han calculado, utilizando sistemas de información geográfica, los kilómetros de masas de categoría río en los que se han establecido caudales ecológicos en cada UTS. A partir de estas longitudes se han calculado los correspondientes porcentajes respecto al total de kilómetros de ríos con caudales ecológicos establecidos en la demarcación y estos porcentajes son los factores que posteriormente se han utilizado para ponderar los índices de estado de sequía prolongada definidos en cada UTS.

En concreto esta factor para el índice de estado del Sistema Cabecera sería del 60,2%, para el índice del Sistema Principal sería del 16,5%, para el Sistema de los Ríos de la Margen Izquierda sería del 0,9% y para el Sistema de los Ríos de la Margen Derecha sería del 22,4%.

Tabla 15. Propuesta de índice de estado (Ie) global para la demarcación

Unidad Territorial de Sequía	Índice de Estado de Sequía Prolongada	Longitud masas río con Qeco (km)	Factor de ponderación	Factor de ponderación
UTS I: Sistema Principal	Índice de Estado del Sist. Principal	192,99	16,5%	<b>16,5%</b>
UTS I: Sistema Principal	Índice de Estado del Sist. Cabecera	194,34	16,6%	<b>60,2%</b>
UTS II: Sistema Cabecera	Índice de Estado del Sist. Cabecera	511,82	43,7%	
UTS III: Sistema Ríos Margen Izquierda	Índice de Estado del Sist. Margen Izq.	10,72	0,9%	<b>0,9%</b>
UTS IV: Sistema Ríos Margen Derecha	Índice de Estado del Sist. Margen Der.	262,5	22,4%	<b>22,4%</b>
Total		<b>1.172,37</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia



Figura 28. Índice de estado de sequía prolongada para la D.H. del Segura



Fuente: elaboración propia

El índice de estado de sequía prolongada obtenido de forma global para toda la demarcación a partir de la ponderación de los índices de estado de cada una de las UTS consideradas, refleja claramente las sequías históricas contempladas en el PES vigente (1980/1983, 1993/1995 y 2005/2008).

Adicionalmente, debido a la influencia que los índices de los sistemas cabecera y ríos de la margen derecha presentan sobre el índice global de sequía prolongada, se observan tres periodos secos más:

- **Episodio de sequía prolongada del año 1987:** este periodo seco presenta una duración de tan sólo 1 mes, julio 1987, y se explica porque la precipitación registrada acumulada durante 9 meses en el Sistema de Cabecera (267 mm) fue similar al registrado en las grandes sequías registradas, de forma que fue el cuarto peor mes de julio de la serie analizada (1980/81-2016/17).
- **Episodio de sequía prolongada del año 2012:** este periodo seco presenta una duración de tan sólo 1 mes, febrero de 2012, y se explica porque la precipitación registrada en el Sistema de Cabecera durante los meses de otoño e invierno del año hidrológico 2011/2012 (192 mm) fue inferior a la registrada en los mismos meses de año hidrológico 1994/1995 (205 mm), año en el que se produjo una de las sequías históricas más severas de la demarcación.
- **Episodio de sequía prolongada del año 2014:** por último, este periodo de sequía prolongada presenta una duración de 3 meses, mayo, junio y octubre de 2014 y se debe, fundamentalmente, a que la precipitación registrada en el Sistema de los Ríos de la Margen Derecha durante los meses de otoño y primavera del año hidrológico 2013/2014 (99 mm) fue incluso inferior a la registrada en los mismos meses de año hidrológico 1994/1995 (152 mm). Además este periodo seco también aparece reflejado en el índice de estado del Sistema Cabecera, de manera que durante los 3 meses indicados, dicho índice toma valores muy próximos al umbral de sequía prolongada.

No obstante, conviene que aclarar que las sequías prolongadas identificadas por el índice de estado global de sequía en estos dos periodos (años 1987, 2012 y 2014) permitirían al Organismo de cuenca determinar el deterioro temporal de las masas de agua y, como consecuencia, la relajación de caudales ecológicos, pero no podría declarar situación de sequía extraordinaria, debido a que en esas fechas en índice de estado para el sistema cuenca del vigente PES, que es fundamentalmente de escasez, no muestra situaciones de alerta ni emergencia.