

DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DE LAS CUENCAS MEDITERRÁNEAS
ANDALUZAS

Plan Hidrológico

Revisión de tercer ciclo (2022-2027)

Andalucía
se mueve con Europa

Anejo II Inventario de recursos hídricos



Junta de Andalucía
Consejería de Agricultura,
Pesca, Agua y Desarrollo Rural

ÍNDICE:

1	INTRODUCCIÓN	1
2	BASE NORMATIVA	2
3	ANTECEDENTES	4
4	INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES.....	6
4.1	ZONIFICACIÓN Y ESQUEMATIZACIÓN Y DE LOS RECURSOS HÍDRICOS NATURALES	6
4.1.1	LÍMITES ADMINISTRATIVOS Y DE GESTIÓN	6
4.1.2	RED HIDROGRÁFICA PRINCIPAL	6
4.1.3	RECURSOS DE AGUA SUBTERRÁNEA	8
4.1.4	ZONIFICACIÓN Y CRITERIOS PARA DELIMITACIÓN	9
4.2	DESCRIPCIÓN E INTERRELACIÓN DE LAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	17
4.2.1	DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN	17
4.2.2	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS.....	18
4.3	ESTADÍSTICOS DE LAS SERIES HIDROLÓGICAS.....	41
4.3.1	SERIES ANUALES.....	41
4.3.2	SERIES MENSUALES.....	44
4.3.3	APORTACIONES POR MASA DE AGUA SUPERFICIAL	53
4.3.4	RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS NATURALES	59
4.4	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN CONDICIONES NATURALES	62
4.4.1	AGUAS SUPERFICIALES.....	62
4.4.2	AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	62
5	OTROS RECURSOS HÍDRICOS.....	65
5.1	RECURSOS HÍDRICOS NO CONVENCIONALES	65
5.1.1	DESALACIÓN DE AGUA DE MAR	65
5.1.2	REUTILIZACIÓN.....	66
5.2	RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS.....	67
5.3	RECURSOS HÍDRICOS EXTERNOS	67
6	SÍNTESIS DE RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA DEMARCACIÓN.....	71
7	EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS....	73
8	GLOSARIO DE ABREVIATURAS	77
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

APÉNDICE II.1. DESCRIPCIÓN DEL MODELO DE SIMULACIÓN DE APORTACIONES

APÉNDICE II.2. SERIES DE APORTACIONES POR MASA DE AGUA

FIGURAS:

Figura nº 1.	Red hidrográfica principal.	7
Figura nº 2.	Zonas endorreicas	8
Figura nº 3.	Masas de agua subterránea.	9
Figura nº 4.	Subsistemas de explotación.	11
Figura nº 5.	Serie de precipitaciones anuales (mm) en la DHCMA. Período 1940/41-2017/18.	19
Figura nº 6.	Distribución mensual de la precipitación media (mm/mes) en la DHCMA.	19
Figura nº 7.	Distribución espacial de la precipitación media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.	20
Figura nº 8.	Distribución espacial de la precipitación media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.	21
Figura nº 9.	Comparativa de la precipitación media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.	22
Figura nº 10.	Localización de las cuencas nivales.	23
Figura nº 11.	Distribución mensual de la temperatura media (°C) en la DHCMA.	24
Figura nº 12.	Distribución espacial de la temperatura media anual (°C). Período 1940/41-2017/18. ...	24
Figura nº 13.	Distribución espacial de la temperatura media anual (°C). Período 1980/81-2017/18. ...	25
Figura nº 14.	Comparativa de la temperatura media anual (°C) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.	26
Figura nº 15.	Distribución mensual de la ETP media (mm/mes) en la DHCMA.	27
Figura nº 16.	Distribución espacial de la ETP media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.	27
Figura nº 17.	Distribución espacial de la ETP media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.	28
Figura nº 18.	Comparativa de la ETP media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.	29
Figura nº 19.	Distribución mensual de la ETR media (mm/mes) en la DHCMA.	29
Figura nº 20.	Distribución espacial de la ETR media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.	30
Figura nº 21.	Distribución espacial de la ETR media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.	31
Figura nº 22.	Comparativa de la ETR media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.	32
Figura nº 23.	Distribución mensual de la infiltración o recarga media (mm/mes) en la DHCMA.	33
Figura nº 24.	Distribución espacial de la infiltración media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.	33
Figura nº 25.	Distribución espacial de la infiltración media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.	34
Figura nº 26.	Comparativa de la infiltración media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.	35
Figura nº 27.	Naturaleza de las masas de agua subterránea.	36
Figura nº 28.	Recarga media anual (mm/año) por masa subterránea.	37
Figura nº 29.	Serie de escorrentía total anual (hm ³) en la DHCMA. Período 1940/41-2017/18.	38
Figura nº 30.	Distribución mensual de la escorrentía total (mm/mes) en la DHCMA.	38
Figura nº 31.	Distribución espacial de la escorrentía total anual (mm/año). Período 1940/41 - 2017/18.	39

Figura nº 32.	Distribución espacial de la escorrentía total anual (mm/año). Período 1980/81 - 2017/18.....	40
Figura nº 33.	Comparativa de la escorrentía total anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.....	41
Figura nº 34.	Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en la DHCMA. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).	46
Figura nº 35.	Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas, Sistema I. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).	47
Figura nº 36.	Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas, Sistema II. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).	49
Figura nº 37.	Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas, Sistema III. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).	50
Figura nº 38.	Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas, Sistema IV. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).	52
Figura nº 39.	Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas, Sistema V. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).	53
Figura nº 40.	Localización de los puntos en los que se han obtenido series de aportación a partir del SIMPA.....	54
Figura nº 41.	Comparativa entre las series de aportaciones en el río Torrox a la altura de la E.A. 6054.	59
Figura nº 42.	Mineralización natural de las masas de agua subterránea.	63
Figura nº 43.	Localización y estado de las principales desaladoras.....	66
Figura nº 44.	Transferencias de recursos hídricos externos.	69
Figura nº 45.	Media de Δ (%) escorrentía anual para PI1 (arriba), PI2 (medio) y PI3 (abajo) y RCP 4.5 (izquierda) y 8.5 (derecha) (CEDEX, 2017).	74
Figura nº 46.	Tendencia del Δ (%) escorrentía del año 2010 al 2099 para los RCP 4.5 (arriba) y 8.5 (abajo) (CEDEX, 2017).....	75

TABLAS:

Tabla nº 1.	Sistemas y subsistemas de explotación.....	10
Tabla nº 2.	Superficie ocupada por cada subsistema	12
Tabla nº 3.	Masas de agua de la categoría río por subsistemas.	15
Tabla nº 4.	Masas de agua de la categoría lago por subsistemas.....	15
Tabla nº 5.	Masas de agua subterránea por subsistema.....	17
Tabla nº 6.	Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). Serie 1940/41-2017/2018.....	42
Tabla nº 7.	Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). Serie 1980/81-2017/18.....	42
Tabla nº 8.	Estadísticos básicos de las series anuales de escorrentía total (hm ³ /año). Serie 1940/41-2017/18.....	43
Tabla nº 9.	Estadísticos básicos de las series anuales de escorrentía total (hm ³ /año). Serie 1980/81-2017/18.....	44
Tabla nº 10.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas. Serie 1940/41-2017/18.....	45
Tabla nº 11.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas. Serie 1980/81-2017/18.....	45
Tabla nº 12.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas, Sistema I. Serie 1940/41-2017/18.	46
Tabla nº 13.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas, Sistema I. Serie 1980/81-2017/18	47
Tabla nº 14.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas, Sistema II. Serie 1940/41-2017/18.	48
Tabla nº 15.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas, Sistema II. Serie 1980/81-2017/18	48
Tabla nº 16.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas, Sistema III. Serie 1940/41-2017/18.	49
Tabla nº 17.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas, Sistema III. Serie 1980/81-2017/18	50
Tabla nº 18.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas, Sistema IV. Serie 1940/41-2017/18.	51
Tabla nº 19.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas, Sistema IV. Serie 1980/81-2017/18	51
Tabla nº 20.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas, Sistema V. Serie 1940/41-2017/18.	52
Tabla nº 21.	Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas, Sistema V. Serie 1980/81-2017/18	53
Tabla nº 22.	Estadísticos de las series de aportaciones (hm ³) a las masas de agua superficial de la categoría río.	58
Tabla nº 23.	Recurso natural por masa de agua subterránea.....	62
Tabla nº 24.	Principales instalaciones de desalación actuales.	65
Tabla nº 25.	Transferencia de recursos hídricos entre la DHOMA y otras demarcaciones	69



Tabla nº 26.	Porcentaje de incremento anual de la escorrentía y periodo de impacto según cada proyección (CEDEX, 2017).....	75
Tabla nº 27.	Porcentaje de cambio de la escorrentía trimestral por subsistema de explotación para el horizonte 2039 (CEDEX, 2020b).....	76



1 INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el inventario de recursos hídricos de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (DHCMA). Los recursos hídricos disponibles en la demarcación están constituidos por los recursos hídricos propios, convencionales (recursos hídricos naturales superficiales -fluyentes y regulados- y subterráneos) y no convencionales (principalmente provenientes de la reutilización de aguas residuales urbanas y desalinización), así como y los recursos hídricos externos (transferencias o trasvases).

De acuerdo con el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica (en adelante RPH) y la Orden de 11 de marzo de 2015, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica para las Demarcaciones Hidrográficas Intracomunitarias de Andalucía (en adelante IPHA), el inventario de recursos hídricos naturales está compuesto por su estimación cuantitativa, descripción cualitativa y la distribución temporal (mensual y anual), e incluye las aportaciones de los ríos y las que alimentan los almacenamientos naturales de agua, superficiales y subterráneos.

Esta evaluación se ha realizado en las zonas más relevantes de la demarcación hidrográfica, atendiendo, entre otros, a criterios hidrográficos, administrativos, socioeconómicos y ambientales. Con carácter general se ha considerado: la zonificación existente; los datos estadísticos que muestran la evolución del régimen natural de flujos y almacenamientos a lo largo del ciclo hidrológico; y las interrelaciones entre variables.

Este anejo se estructura en los siguientes capítulos:

1. Introducción.
2. Base normativa.
3. Antecedentes.
4. Inventario de recursos hídricos naturales:
 - Zonificación y esquematización de los recursos hídricos naturales.
 - Descripción e interrelación de las variables hidrológicas.
 - Estadísticos de las series hidrológicas.
 - Características básicas de calidad de las aguas en condiciones naturales
5. Otros recursos hídricos:
 - Recursos hídricos no convencionales.
 - Recarga artificial de acuíferos.
 - Recursos hídricos externos.
6. Síntesis de recursos hídricos existentes en la demarcación.
7. Evaluación de los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos.

2 BASE NORMATIVA

El artículo 42.1.a) c'), sobre el “*Contenido de los planes hidrológicos de cuenca*”, del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA), aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, hace referencia al inventario de recursos hídricos, tal y como se indica a continuación:

“1. Los planes hidrológicos de cuenca comprenderán obligatoriamente:

a) La descripción general de la demarcación hidrográfica, incluyendo:

a') Para las aguas superficiales tanto continentales como costeras y de transición, mapas con sus límites y localización, ecorregiones, tipos y condiciones de referencia. En el caso de aguas artificiales y muy modificadas, se incluirá asimismo la motivación conducente a tal calificación.

b') Para las aguas subterráneas, mapas con la localización y límites de las masas de agua.

c') El inventario de los recursos superficiales y subterráneos incluyendo sus regímenes hidrológicos y las características básicas de calidad de las aguas.”

El artículo 4.1 del RPH transcribe la referencia del artículo 42.1.a) c') referente al inventario de recursos hídricos dentro de la descripción general de la demarcación hidrográfica (apartado a) en el contenido obligatorio de los planes hidrológicos de la Demarcación.

El apartado 2.4 de la IPHA desarrolla el contenido mínimo que deberá abarcar el inventario de recursos hídricos naturales, tal y como se detalla a continuación:

“El inventario de recursos incluye las aguas que contribuyan a las aportaciones de los ríos y las que alimenten almacenamientos naturales de agua, superficiales o subterráneos.

El inventario debe contener, en la medida que sea posible:

a) Datos estadísticos que muestren la evolución del régimen natural de los flujos y almacenamientos a lo largo del año hidrológico.

b) Interrelaciones de las variables consideradas, especialmente entre las aguas superficiales y subterráneas, y entre las precipitaciones y las aportaciones de los ríos o recarga de acuíferos.

c) La zonificación y la esquematización de los recursos hídricos naturales en la demarcación hidrográfica.

d) Características básicas de calidad de las aguas en condiciones naturales.”

En la DHCMA, parte de los recursos hídricos disponibles son de origen externo al ámbito territorial de la demarcación (tal y como se describe en la Sección 5 de este documento), materializados en trasvases de recursos hídricos desde otras cuencas hidrográficas distintas a las pertenecientes a

la DHCMA. Estos trasvases se encuentran reglados según lo dispuesto en la Ley 10/2001, de 5 de julio, por la que se aprueba el Plan Hidrológico Nacional, en los artículos del 12 al 23, ambos inclusive.

Respecto a los recursos hídricos propios procedentes de fuentes no convencionales, como son las aguas regeneradas y aguas procedentes de la desalación, el Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, establece el régimen jurídico de reutilización de las aguas depuradas, y en el Capítulo V artículo 13 del TRLA se establecen las condiciones de utilización de las aguas procedentes de desalación.



3 ANTECEDENTES

El Plan Hidrológico vigente en la DHCMA, atendiendo al informe del Gabinete Jurídico de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de fecha 22/05/2019 (emitido tras la sentencia de la Sección Quinta del Tribunal Supremo de fecha 25/3/2019), es el Plan Hidrológico del primer ciclo 2009-2015, aprobado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente por el Real Decreto 1331/2012 (BOE nº 223 de 15 de septiembre).

Este plan fue el primero aprobado tras la aprobación de la Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 (Directiva Marco del Agua, DMA), y el primero tras la transferencia de la gestión de la Cuenca Sur desde la Administración General del Estado a la Junta de Andalucía (enero 2005).

Se proporciona a continuación, de forma resumida, una revisión de los antecedentes en cuanto a los cuatro principales documentos anteriores en los que se recoge un inventario de los recursos hídricos disponibles en la DHCMA:

- Según el Plan Hidrológico de la Cuenca Sur, aprobado por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio, los recursos hídricos disponibles en la demarcación ascendían a 997 hm³, de los cuales 552 hm³ procedían de aguas superficiales y 444 hm³ de aguas subterráneas, a los que se sumaban 10 hm³/año de recursos externos del trasvase Tajo-Segura hasta la provincia de Almería.
- Posteriormente, en el año 2001 se actualizaron las cifras del Plan Hidrológico aprobado en 1998 en el marco del Seguimiento y Revisión del Plan Hidrológico de la Cuenca del Sur, resultando unos recursos propios disponibles, sin contabilizar los no convencionales, de 782 hm³ de aguas superficiales, incluyendo 110 hm³ de caudales fluyentes del trasvase Guadiaro-Majaceite (que se exportaban a la demarcación vecina del Guadalete y Barbate) y 405 hm³ de aguas subterráneas. Además, los recursos procedentes del Trasvase Tajo-Segura se estimaron en 19,2 hm³ y se constató que el volumen de aguas regeneradas, prácticamente anecdótico a principios de los noventa, había ido creciendo desde entonces hasta alcanzar los 14 hm³ en el año 2000, mientras que los recursos obtenidos mediante desalación eran tan solo de 0,2 hm³.
- Tras la trasposición de la DMA, se elaboró el Plan Hidrológico 2009-2015 (actualmente vigente), cuantificándose los recursos hídricos disponibles, sin contabilizar los no convencionales, en 640 hm³ de aguas superficiales, incluyendo 56 hm³ del trasvase Guadiaro-Majaceite, y 402 hm³ de aguas subterráneas. El volumen de aguas regeneradas ascendía a 21 hm³ y los de desalación experimentaban un fuerte incremento, llegando a 23 hm³. A esto había que añadir 43 hm³ procedentes de transferencias externas, de los cuales 27 hm³ procedían del trasvase Negratín-Almanzora y 14 hm³ del trasvase Tajo-Segura.
- En el segundo ciclo de planificación hidrológica (2015-2021) se actualizaron los recursos hídricos de la DHCMA, estimándose los recursos hídricos disponibles, sin contabilizar los no convencionales, en 635 hm³ de aguas superficiales, incluyendo 56 hm³ del trasvase Guadiaro-Majaceite, y 401 hm³ de aguas subterráneas. El volumen de aguas regeneradas





ascendía a 27 hm³ y los de desalación casi se duplicaban con respecto al ciclo anterior, alcanzando 44 hm³. A esto había que añadir 43 hm³ procedentes de transferencias externas, de los cuales 25 hm³ procedían del trasvase Negratín-Almanzora y 16 hm³ del trasvase Tajo-Segura.

Los antecedentes normativos con respecto a los recursos hídricos transferidos se encuentran en la Ley 17/1995, de 1 de junio, de transferencia de volúmenes de agua de la cuenca del río Guadiaro a la cuenca del río Guadalete con destino a abastecimiento urbano e industrial, y la Ley 55/1999 de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y del orden social -en su disposición adicional vigésima segunda- que regula la transferencia de aguas desde el embalse del Negratín en la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir al de Cuevas de Almanzora en la Cuenca Hidrográfica del Sur, para las finalidades de riegos y abastecimientos, de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto-ley 9/1998, de 28 de agosto.

Posteriormente, la disposición adicional tercera de la Ley 10/2001 regulaba también la transferencia de recursos desde la cuenca del Tajo a la del Segura, trasvase desde el cual se derivaba agua también a la DHCMA.

Las transferencias entre distintos ámbitos de planificación sobre aprovechamientos hídricos, existentes con anterioridad al 1 de enero de 1986, tienen un tratamiento diferenciado establecido en la disposición adicional primera de la Ley 10/2001:

Transferencias existentes a la entrada en vigor de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas

II. Los aprovechamientos de aguas existentes en el momento de la entrada en vigor de esta Ley, que constituyan una transferencia de recursos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca, y estén amparados en títulos concesionales otorgados con anterioridad al 1 de enero de 1986, se regirán por lo dispuesto en el título concesional vigente. Cuando en aplicación de los títulos concesionales reviertan a la Administración General del Estado las obras e instalaciones, se dispondrá de ellas de acuerdo con la legislación de contratos de las Administraciones públicas.

III. Los aprovechamientos de aguas existentes en el momento de la entrada en vigor de esta Ley, que constituyan una transferencia de recursos entre ámbitos territoriales de distintos Planes Hidrológicos de cuenca, y estén amparados en títulos legales aprobados con anterioridad al 1 de enero de 1986, se regirán por lo dispuesto en el título legal actual vigente.

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, en su disposición adicional decimoquinta, define las reglas de explotación del trasvase Tajo-Segura, revisadas mediante el Real Decreto 773/2014, de 12 de septiembre, por el que se aprueban diversas normas reguladoras del trasvase por el acueducto Tajo-Segura.



4 INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES

4.1 ZONIFICACIÓN Y ESQUEMATIZACIÓN Y DE LOS RECURSOS HÍDRICOS NATURALES

4.1.1 LÍMITES ADMINISTRATIVOS Y DE GESTIÓN

El ámbito de aplicación del Plan Hidrológico de la DHCMA se describe en el Decreto 357/2009, de 20 de octubre, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas de las cuencas intracomunitarias situadas en Andalucía.

Según lo dispuesto en el artículo 3 del Decreto 357/2009 en cuanto al ámbito territorial de la DHCMA:

“Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo entre el límite de los términos municipales de Tarifa y Algeciras y la desembocadura del río Almanzora, incluida la cuenca de este último río y la cuenca endorreica de Zafarraya, y quedando excluida la de la Rambla de Canales. Comprende además las aguas de transición asociadas a las anteriores.

Las aguas costeras comprendidas en esta demarcación hidrográfica tienen como límite oeste la línea con orientación 144° que pasa por el límite costero de los términos municipales de Tarifa y Algeciras y como límite noreste la línea con orientación 122° que pasa por el Puntazo de los Ratones, al norte de la desembocadura del río Almanzora.”

De esta manera, el territorio de la DHCMA se extiende sobre una superficie de 20.010 km², de los cuales 17.929 km² pertenecen al ámbito continental y 2.081 km² pertenecen al área ocupada por aguas de transición y costeras. Todo este espacio está enmarcado en la Comunidad Autónoma de Andalucía y en él se integran la mayor parte de las provincias de Málaga y Almería, así como la vertiente mediterránea de la provincia de Granada y el Campo de Gibraltar en la provincia de Cádiz. Las demarcaciones hidrográficas vecinas son la del Guadalete y Barbate, la del Guadalquivir y la del Segura.

4.1.2 RED HIDROGRÁFICA PRINCIPAL

Desde el punto de vista fluvial, la red hidrográfica de la DHCMA está constituida por un conjunto de cuencas hidrográficas que nacen en sierras del Sistema Bético y desembocan en el mar Mediterráneo.

Cabe distinguir tres tipos de redes fluviales:

- a) de carácter dendrítico y jerarquizada, materializada en los cursos fluviales más importantes, como son los ríos Guadiaro, Guadalhorce, Guadalfeo, Adra, Andarax y Almanzora
- b) de carácter dendrítico y con cierta jerarquización, cuyos cauces, a menudo de morfología “rambla” en los tramos medios y bajos, presentan en general un régimen de caudales caracterizado por su gran variabilidad, como son los ríos Guadalmedina, Vélez, Verde de Almuñécar, etc.

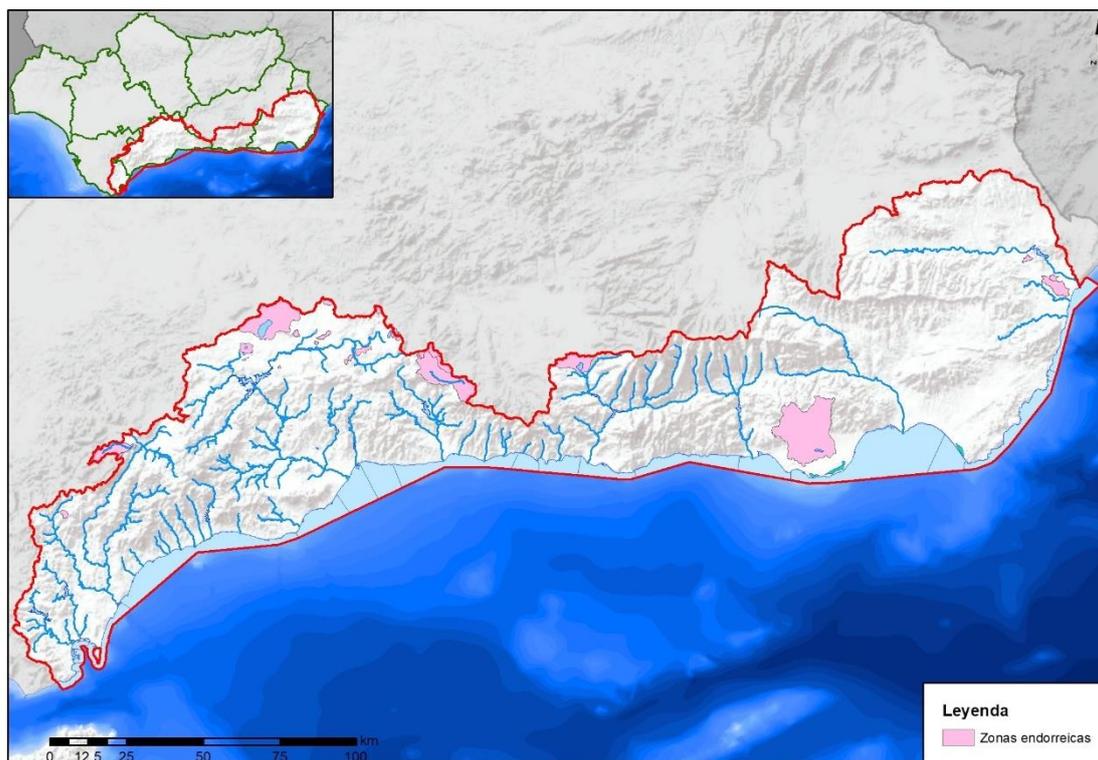


Figura nº 2. Zonas endorreicas

4.1.3 RECURSOS DE AGUA SUBTERRÁNEA

Los flujos totales en régimen natural constan de una componente de escorrentía superficial directa y de una componente de origen subterráneo. Esta componente subterránea de la escorrentía total coincide básicamente, dejando a salvo los efectos de transferencias desde otras masas de agua subterránea, con la recarga natural de los acuíferos.

El conocimiento de la recarga resulta de gran interés teórico y práctico, pues viene a acotar las posibilidades máximas de explotación sostenible a largo plazo de las aguas subterráneas de un acuífero. La mayor parte del agua que recarga los acuíferos se descarga diferida en el tiempo a la red fluvial, de forma difusa o a través de manantiales, y en muchas cuencas es uno de los constituyentes básicos de la aportación de los ríos. Otra parte de la recarga, en general mucho más reducida, se transfiere subterráneamente a otros acuíferos o, en el caso de los acuíferos costeros, descarga al mar.

Para estimar la recarga natural o infiltración a los acuíferos se necesita conocer su delimitación geométrica. En España los acuíferos se agrupaban en distintas unidades hidrogeológicas que, con la implantación de la DMA, pasaron a agruparse en masas de agua subterránea. Es conveniente diferenciar aquí entre el concepto físico de acuífero, entendido como formación geológica capaz

de almacenar y transmitir agua, y el concepto administrativo de masa de agua subterránea¹, formada por uno o más acuíferos, que se agrupan a efectos de conseguir una racional y eficaz gestión del recurso hídrico, y cuyo límite puede incluir también porciones del territorio donde no existen acuíferos.

En la DHCMA existen un total de 67 masas de agua subterráneas, de las que 7 corresponden a terrenos de baja permeabilidad, pero en los que existen captaciones significativas para consumo humano. Estas masas ocupan una superficie de 10.412 km², lo que representa el 58% de la parte continental de la demarcación. La distribución geográfica de estas masas de agua se muestra en la Figura nº 3.



Figura nº 3. Masas de agua subterránea.

4.1.4 ZONIFICACIÓN Y CRITERIOS PARA DELIMITACIÓN

La DHCMA se ha dividido en 5 sistemas de explotación principales (I, II, III, IV y V). A su vez, cada uno de estos sistemas se ha dividido en dos o más subsistemas, con un total de 15 subsistemas. Esta división se ha llevado a cabo, atendiendo a criterios hidrográficos, administrativos, socioeconómicos y/o medioambientales. La Tabla nº 1 incluye los sistemas y subsistemas, y la Figura nº 4 muestra su delimitación territorial.

¹ El artículo 40bis del TRLA define masa de agua subterránea como “un volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero o acuíferos”.

Como parte de la actualización realizada en este ciclo de planificación, se han revisado determinados subsistemas de explotación conforme a criterios de funcionalidad real, para ajustarlos lo máximo posible a la situación real de gestión y explotación de los recursos hídricos. Los cambios realizados incluyen:

- Incorporación de la Unidad de Demanda Urbana (UDU) Almería al subsistema IV.1 (Andarax), dónde se ubica de manera natural, cuando en el ciclo anterior pertenecía al subsistema III-4. Hidrográficamente comporta incorporar la cuenca vertiente de la Rambla de Belén al subsistema IV.1.
- Incorporación la UDU Adra al subsistema III-4 (Cuenca del río Adra y acuífero del Campo de Dalías), cuando en el ciclo anterior pertenecía al subsistema III-3. Hidrográficamente comporta retomar la delimitación de la cuenca hidrográfica natural anterior al desvío del río (hasta la rambla de Bolaños).
- Ampliación del subsistema III-2 (Cuenca del río Guadalfeo) en su tramo bajo, de manera que quedaran incorporadas las UDU Motril y Salobreña, que se asientan en el delta del Guadalfeo (acuífero detrítico Motril-Salobreña), y la mayor parte del regadío tradicional (cota 50). Hidrográficamente comporta incorporar las ramblas vertientes al mar entre el río Verde y la rambla de Gualchos, que pasaría a ser el inicio del subsistema III-3.
- Fusión de los subsistemas II-1 y II-3, que pasarían a conformar un subsistema integrado.

Tabla nº 1 recoge la relación y localización de los sistemas y subsistemas en que se encuentra dividida la DHCA.

Sistema	Subsistema
I.- SERRANÍA DE RONDA	I-1 Cuencas de los ríos Guadarranque y Palmones I-2 Cuenca del río Guadiaro I-3 Cuencas vertientes al mar entre las desembocaduras de los ríos Guadiaro y Guadalhorce I-4 Cuencas de los ríos Guadalhorce y Guadalmedina I-5 Cuenca endorreica de Fuente de Piedra
II.- SIERRA TEJEDA-ALMIJARA	II-1 Cuenca del río Vélez y cuencas vertientes al mar hasta el río de la Miel II-2 Polje de Zafarraya
III.- SIERRA NEVADA	III-1 Cuencas vertientes al mar entre el río de la Miel y el río Guadalfeo III-2 Cuenca del río Guadalfeo III-3 Cuencas vertientes al mar entre las desembocaduras de los ríos Guadalfeo y Adra III-4 Cuenca del río Adra y acuífero del Campo de Dalías
IV.- SIERRA DE GÁDOR-FILABRES	IV-1 Cuenca del río Andarax IV-2 Comarca natural del Campo de Níjar
V.- SIERRA DE FILABRES-ESTANCIAS	V-1 Cuencas de los ríos Carboneras y Aguas V-2 Cuenca del Almanzora

Tabla nº 1. Sistemas y subsistemas de explotación.

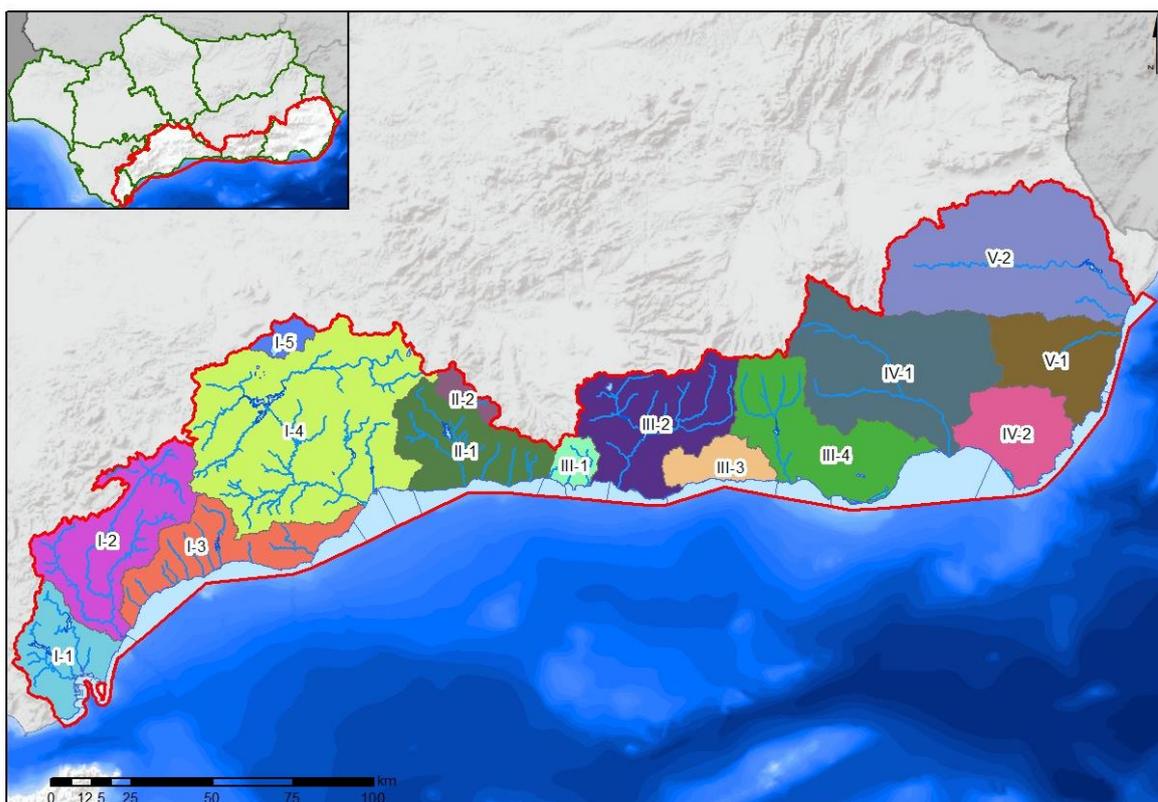


Figura nº 4. Subsistemas de explotación.

Sistema	Superficie (km ²)	Porcentaje
I-1	726,09	4,05%
I-2	1.489,52	8,30%
I-3	995,62	5,55%
I-4	3.501,86	19,52%
I-5	149,40	0,83%
Sistema I	6.862,49	38,24%
II-1	1.026,13	5,72%
II-2	150,82	0,84%
Sistema II	1.176,95	6,56%
III-1	191,28	1,07%
III-2	1.447,06	8,06%
III-3	376,94	2,10%
III-4	1.452,12	8,09%
Sistema III	3.467,39	19,32%
IV-1	2.197,59	12,25%
IV-2	791,16	4,41%
Sistema IV	2.988,74	16,66%
V-1	930,47	5,19%
V-2	2.518,16	14,03%
Sistema V	3.448,63	19,22%

Sistema	Superficie (km ²)	Porcentaje
DHCMA	17.944,21	100,00%

Tabla nº 2. Superficie ocupada por cada subsistema

Las masas de agua de la demarcación se integran en los diferentes sistemas de explotación de la manera que se indica en las siguientes tablas:

Masa de agua de la categoría río		Sistema	Subsistema	Área cuenca vertiente propia (km ²)
Código	Nombre			
ES060MSPF0611010	Alto Palmones	I	I-1	54,01
ES060MSPF0611020	Embalse de Charco Redondo	I	I-1	41,36
ES060MSPF0611030	Valdeinfierno-La Hoya	I	I-1	61,54
ES060MSPF0611040	Raudal	I	I-1	48,54
ES060MSPF0611050	Bajo Palmones	I	I-1	76,82
ES060MSPF0611060	Guadacortes	I	I-1	25,39
ES060MSPF0611080	Alto Guadarranque	I	I-1	81,96
ES060MSPF0611090	Embalse de Guadarranque	I	I-1	20,11
ES060MSPF0611100	Los Codos	I	I-1	42,74
ES060MSPF0611110Z	Medio y Bajo Guadarranque	I	I-1	71,40
ES060MSPF0611120	La Madre Vieja	I	I-1	47,63
ES060MSPF0612010A	Alto Guadallevín	I	I-2	59,25
ES060MSPF0612010B	Cabecera Guadiaro	I	I-2	230,51
ES060MSPF0612020	Gaduares	I	I-2	45,14
ES060MSPF0612030	Guadiaro Montejaque-Cortes	I	I-2	140,04
ES060MSPF0612040A	Alto Genal	I	I-2	281,32
ES060MSPF0612040B	Bajo Genal	I	I-2	54,95
ES060MSPF0612050A	Alto Hozgarganta	I	I-2	227,25
ES060MSPF0612050B	Bajo Hozgarganta	I	I-2	129,72
ES060MSPF0612061	Guadiaro Buitreras-Corchado	I	I-2	126,68
ES060MSPF0612062	Bajo Guadiaro	I	I-2	176,23
ES060MSPF0613010	Alto Manilva	I	I-3	22,28
ES060MSPF0613020	Bajo Manilva	I	I-3	12,80
ES060MSPF0613030	Vaquero	I	I-3	24,16
ES060MSPF0613040	Padrón	I	I-3	22,05
ES060MSPF0613050	Castor	I	I-3	20,38
ES060MSPF0613061	Alto Guadalmanza	I	I-3	46,43
ES060MSPF0613062	Bajo Guadalmanza	I	I-3	18,90
ES060MSPF0613071	Alto Guadalmina	I	I-3	43,72
ES060MSPF0613072Z	Medio y Bajo Guadalmina	I	I-3	22,13
ES060MSPF0613091	Alto Guadaiza	I	I-3	38,85
ES060MSPF0613092Z	Medio y Bajo Guadaiza	I	I-3	12,07
ES060MSPF0613110	Cabecera Verde de Marbella	I	I-3	36,55
ES060MSPF0613120	Medio-Alto Verde de Marbella	I	I-3	65,67
ES060MSPF0613130	Embalse de La Concepción	I	I-3	40,69

Masa de agua de la categoría río		Sistema	Subsistema	Área cuenca vertiente propia (km ²)
Código	Nombre			
ES060MSPF0613140	Bajo Verde de Marbella	I	I-3	12,39
ES060MSPF0613150	Real	I	I-3	26,18
ES060MSPF0613160	Alto y Medio Fuengirola	I	I-3	114,81
ES060MSPF0613170	Bajo Fuengirola	I	I-3	14,03
ES060MSPF0614010	Canal de la Laguna Herrera	I	I-4	78,05
ES060MSPF0614021A	Cabecera del Guadalhorce	I	I-4	44,12
ES060MSPF0614021B	Alto Guadalhorce	I	I-4	446,77
ES060MSPF0614021C	Marín (Alto Guadalhorce)	I	I-4	104,74
ES060MSPF0614022	La Villa	I	I-4	27,16
ES060MSPF0614030	Embalse de Guadalhorce	I	I-4	156,87
ES060MSPF0614040A	Serrato	I	I-4	69,08
ES060MSPF0614040B	Guadalteba	I	I-4	152,88
ES060MSPF0614050	La Venta	I	I-4	194,41
ES060MSPF0614060	Embalse de Guadalteba	I	I-4	53,30
ES060MSPF0614070A	Alto Turón	I	I-4	50,95
ES060MSPF0614070B	Medio Turón	I	I-4	174,82
ES060MSPF0614080	Embalse Conde de Guadalhorce	I	I-4	41,82
ES060MSPF0614090A	Desfiladero de los Gaitanes	I	I-4	12,24
ES060MSPF0614090B	Embalse Tajo de La Encantada	I	I-4	18,09
ES060MSPF0614100	Piedras	I	I-4	72,86
ES060MSPF0614110	Jévar	I	I-4	140,52
ES060MSPF0614120	Las Cañas	I	I-4	71,05
ES060MSPF0614130	Casarabonela	I	I-4	67,00
ES060MSPF0614140A	Alto-Medio Grande Guadalhorce	I	I-4	242,44
ES060MSPF0614140B	Pereilas	I	I-4	79,64
ES060MSPF0614140C	Bajo Grande del Guadalhorce	I	I-4	13,30
ES060MSPF0614150A	Guadalhorce entre Tajo de la Encantada y Jévar	I	I-4	62,40
ES060MSPF0614150B	Guadalhorce entre Jévar y Grande	I	I-4	61,08
ES060MSPF0614160	Fahala	I	I-4	76,41
ES060MSPF0614170	Breña Higuera	I	I-4	89,57
ES060MSPF0614180	Alto Campanillas	I	I-4	159,82
ES060MSPF0614190	Embalse de Casasola	I	I-4	22,79
ES060MSPF0614200	Bajo Campanillas	I	I-4	96,35
ES060MSPF0614210	Bajo Guadalhorce	I	I-4	121,95
ES060MSPF0614220	Desembocadura Guadalhorce	I	I-4	61,73
ES060MSPF0614230	Alto y Medio Guadalmedina	I	I-4	141,64
ES060MSPF0614240	Embalse de El Limonero	I	I-4	16,30
ES060MSPF0614250	Bajo Guadalmedina	I	I-4	28,49
ES060MSPF0621010	Alto y Medio Guaro	II	II-1	91,88
ES060MSPF0621020	Embalse de La Viñuela	II	II-1	27,16
ES060MSPF0621030	Alcaucín-Bermuza	II	II-1	88,84
ES060MSPF0621040	Almanchares	II	II-1	17,14

Masa de agua de la categoría río		Sistema	Subsistema	Área cuenca vertiente propia (km ²)
Código	Nombre			
ES060MSPF0621050	Rubite	II	II-1	53,01
ES060MSPF0621060	Benamargosa	II	II-1	270,23
ES060MSPF0621070	Vélez y Bajo Guaro	II	II-1	66,82
ES060MSPF0622010Z	La Madre	II	II-2	134,09
ES060MSPF0623010	Algarrobo	II	II-1	64,70
ES060MSPF0623020	Torrox	II	II-1	48,52
ES060MSPF0623030	Chillar	II	II-1	54,03
ES060MSPF0631010	La Miel	III	III-1	18,74
ES060MSPF0631020	Jate	III	III-1	25,03
ES060MSPF0631030	Alto y Medio Verde de Almuñécar	III	III-1	72,13
ES060MSPF0631040	Bajo Verde de Almuñécar	III	III-1	28,27
ES060MSPF0632010	Alto Guadalfeo	III	III-2	70,41
ES060MSPF0632020	Alto Trevélez	III	III-2	67,64
ES060MSPF0632030	Alto Poqueira	III	III-2	54,80
ES060MSPF0632040A	Medio Trevélez	III	III-2	49,07
ES060MSPF0632040B	Medio y Bajo Poqueira	III	III-2	36,51
ES060MSPF0632040C	Bajo Trevélez	III	III-2	35,57
ES060MSPF0632050	Chico de Órgiva	III	III-2	30,54
ES060MSPF0632060A	Guadalfeo Cadiar-Trevélez	III	III-2	171,05
ES060MSPF0632060B	Medio Guadalfeo	III	III-2	73,52
ES060MSPF0632070	Alto Dúrcal	III	III-2	46,11
ES060MSPF0632080A	Medio y Bajo Dúrcal	III	III-2	104,40
ES060MSPF0632080B	Albuñuelas	III	III-2	88,41
ES060MSPF0632090	Torrente	III	III-2	35,27
ES060MSPF0632100	Embalse de Béznar	III	III-2	23,38
ES060MSPF0632110	Alto y Medio Lanjarón	III	III-2	29,77
ES060MSPF0632120	Bajo Lanjarón	III	III-2	20,22
ES060MSPF0632130A	Ízbor entre Béznar y Rules	III	III-2	44,23
ES060MSPF0632130B	Embalse de Rules	III	III-2	49,26
ES060MSPF0632140	La Toba	III	III-2	75,19
ES060MSPF0632150A	Bajo Guadalfeo	III	III-2	85,28
ES060MSPF0632150B	Desembocadura Guadalfeo	III	III-2	54,56
ES060MSPF0634010	Alto Alcolea	III	III-4	40,33
ES060MSPF0634020	Alto Bayárcal	III	III-4	46,38
ES060MSPF0634030	Alto Yátor	III	III-4	46,54
ES060MSPF0634040	Alto Ugíjar	III	III-4	32,41
ES060MSPF0634050A	Bajo Alcolea-Bayárcal	III	III-4	110,60
ES060MSPF0634050B	Bajo Ugíjar	III	III-4	89,41
ES060MSPF0634050C	Bajo Yátor	III	III-4	93,01
ES060MSPF0634060	Embalse de Benínar	III	III-4	65,61
ES060MSPF0634070A	Adra entre presa y Fuentes de Marbella	III	III-4	20,30
ES060MSPF0634070B	Adra entre Fuentes de Marbella y Chico	III	III-4	37,08

Masa de agua de la categoría río		Sistema	Subsistema	Área cuenca vertiente propia (km ²)
Código	Nombre			
ES060MSPF0634080	Chico de Adra	III	III-4	146,89
ES060MSPF0634090	Bajo Adra	III	III-4	19,41
ES060MSPF0641010	Alto Canjáyar	IV	IV-1	53,58
ES060MSPF0641020	Medio y Bajo Canjáyar	IV	IV-1	449,42
ES060MSPF0641025	Huéneja o Isfalada	IV	IV-1	49,26
ES060MSPF0641030	Alto y Medio Nacimiento	IV	IV-1	518,15
ES060MSPF0641035	Fiñana	IV	IV-1	48,16
ES060MSPF0641040	Bajo Nacimiento	IV	IV-1	49,91
ES060MSPF0641050	Medio Andarax	IV	IV-1	856,69
ES060MSPF0641060Z	Bajo Andarax	IV	IV-1	131,06
ES060MSPF0651010Z	Alto y Medio Aguas	V	V-1	468,70
ES060MSPF0651030	Bajo Aguas	V	V-1	72,01
ES060MSPF0652010	Antas	V	V-2	269,17
ES060MSPF0652020	Alto Almazora	V	V-2	1.114,29
ES060MSPF0652040	Medio Almazora	V	V-2	720,61
ES060MSPF0652050	Embalse de Cuevas de Almazora	V	V-2	290,20
ES060MSPF0652060	Bajo Almazora	V	V-2	95,28

Tabla nº 3. Masas de agua de la categoría río por subsistemas.

Masa de agua de la categoría lago		Sistema	Subsistema	Área cuenca vertiente propia (km ²)
Código	Nombre			
ES060MSPF0614500	Complejo Lagunar de Campillos	I	I-4	11,51
ES060MSPF0614510	Laguna Salada de Campillos	I	I-4	2,24
ES060MSPF0614520	Lagunas de Archidona	I	I-4	0,41
ES060MSPF0614530	El Tomillar	I	I-4	6,43
ES060MSPF0614540	Laguna Herrera	I	I-4	59,89
ES060MSPF0615500	Laguna de Fuente de Piedra	I	I-5	149,40
ES060MSPF0632500	Laguna de la Caldera	III	III-2	0,24
ES060MSPF0632510	Turberas de Padul	III	III-2	48,97
ES060MSPF0634500	Albufera de Adra	III	III-4	20,83
ES060MSPF0634510	Cañada de las Norias	III	III-4	155,03
ES060MSPF0641500	Embalse de El Castañar	IV	IV-1	0,79

Tabla nº 4. Masas de agua de la categoría lago por subsistemas.

Masa de agua subterránea		Sistema	Subsistema	Superficie (km ²)
Código	Nombre			
ES060MSBT060.001	Cubeta de El Saltador	V	V-2	145,96
ES060MSBT060.002	Sierra de Las Estancias	V	V-2	380,00
ES060MSBT060.003	Alto - Medio Almazora	V	V-2	610,83
ES060MSBT060.004	Cubeta de Overa	V	V-2	53,00
ES060MSBT060.005	Cubeta de Ballabona-Sierra Lisbona-Río Antas	V	V-1 y V-2	152,14
ES060MSBT060.006	Bajo Almazora	V	V-2	49,76

Masa de agua subterránea		Sistema	Subsistema	Superficie (km ²)
Código	Nombre			
ES060MSBT060.007	Bédar-Alcornia	V	V-1	20,09
ES060MSBT060.008	Aguas	IV y V	IV-1, V-1 y V-2	440,07
ES060MSBT060.009	Campo de Tabernas	IV y V	IV-1 y V-1	165,24
ES060MSBT060.010	Cuenca del Río Nacimiento	IV	IV-1	205,91
ES060MSBT060.011	Campo de Níjar	IV y V	IV-2 y V-1	582,08
ES060MSBT060.012	Medio-Bajo Andarax	III y IV	III-4, IV-1 y IV-2	432,54
ES060MSBT060.013	Campo de Dalías-Sierra de Gádor	III y IV	III-4 y IV-1	1036,40
ES060MSBT060.014	Oeste de Sierra de Gádor	III y IV	III-3, III-4 y IV-1	278,46
ES060MSBT060.015	Delta del Adra	III	III-3 y III-4	48,80
ES060MSBT060.016	Albuñol	III	III-3	34,77
ES060MSBT060.017	Sierra de Padul Sur	III	III-2	44,78
ES060MSBT060.018	Lanjarón-S ^a de Lújar-Medio Guadalfeo	III	III-2, III-3 y III-4	263,11
ES060MSBT060.019	Sierra de Escalate	III	III-2	20,74
ES060MSBT060.020	Carchuna-Castell de Ferro	III	III-2 y III-3	38,96
ES060MSBT060.021	Motril-Salobreña	III	III-2	49,66
ES060MSBT060.022	Río Verde	III	III-1	8,47
ES060MSBT060.023	Depresión de Padul	III	III-2	51,83
ES060MSBT060.024	Sierra Almirajara	II y III	II-1 y III-1	70,89
ES060MSBT060.025	Sierra Gorda-Zafarraya	I y II	I-4, II-1 y II-2	160,75
ES060MSBT060.026	Río Torrox	II	II-1	4,29
ES060MSBT060.027	Río Vélez	II	II-1	43,04
ES060MSBT060.028	Sierra de Gibalto-Arroyo Marín	I	I-4	31,07
ES060MSBT060.029	Sierra de Enmedio-Los Tajos	II	II-1	27,76
ES060MSBT060.030	Sierra de Archidona	I	I-4	7,58
ES060MSBT060.031	Sierra de las Cabras-Camarolos-San Jorge	I y II	I-4 y II-1	70,62
ES060MSBT060.032	Torcal de Antequera	I	I-4	28,69
ES060MSBT060.033	Llanos de Antequera-Vega de Archidona	I	I-4	374,43
ES060MSBT060.034	Fuente de Piedra	I	I-4 y I-5	159,30
ES060MSBT060.035	Sierra de Teba-Almargen-Campillos	I	I-4	83,78
ES060MSBT060.036	Sierra del Valle de Abdalajís	I	I-4	45,16
ES060MSBT060.037	Bajo Guadalhorce	I	I-3 y I-4	359,84
ES060MSBT060.038	Sierra de Mijas	I	I-3 y I-4	96,93
ES060MSBT060.039	Río Fuengirola	I	I-3	25,72
ES060MSBT060.040	Marbella-Estepona	I	I-2 y I-3	222,68
ES060MSBT060.041	Sierra de Cañete Sur	I	I-4	40,29
ES060MSBT060.042	Depresión de Ronda	I	I-2	120,22
ES060MSBT060.043	Sierra Hidalga-Merinos-Blanquilla	I	I-2 y I-4	143,36
ES060MSBT060.044	Sierra de Líbar	I	I-2	60,67
ES060MSBT060.045	Sierra de Jarastepar	I	I-2	44,32
ES060MSBT060.046	Sierra de las Nieves-Prieta	I	I-2, I-3 y I-4	219,87
ES060MSBT060.047	Guadiario-Genal-Hozgarganta	I	I-1, I-2 y I-3	239,66
ES060MSBT060.048	Dolomías de Ronda	I	I-2	18,22
ES060MSBT060.049	Guadarranque-Palmones	I	I-1 y I-2	141,32

Masa de agua subterránea		Sistema	Subsistema	Superficie (km ²)
Código	Nombre			
ES060MSBT060.050	Sierra de Los Filabres	V	V-2	130,59
ES060MSBT060.051	Macaël	V	V-2	51,86
ES060MSBT060.052	Sierra de Almagro	V	V-2	38,74
ES060MSBT060.053	Puerto de La Virgen	IV y V	IV-1, V-1 y V-2	110,64
ES060MSBT060.054	Lubrín-El Marchal	V	V-2	25,75
ES060MSBT060.055	Sierra Alhamilla	IV y V	IV-1, IV-2 y V	210,59
ES060MSBT060.056	Sierra del Cabo de Gata	IV y V	IV-2 y V-1	202,15
ES060MSBT060.057	Laderas Meridionales de Sierra Nevada	III y IV	III-2, III-4 y IV-1	222,41
ES060MSBT060.058	Depresión de Ugíjar	III	III-2 y III-4	77,37
ES060MSBT060.059	La Contraviesa Oriental	III	III-4	17,50
ES060MSBT060.060	La Contraviesa Occidental	III	III-2 y III-3	71,25
ES060MSBT060.061	Sierra de Albuñuelas	III	III-2	185,66
ES060MSBT060.062	Sierra de Las Guájaras	III	III-1 y III-2	180,43
ES060MSBT060.063	Sierra Alberquillas	II y III	II-1 y III-1	116,35
ES060MSBT060.064	Sierra Tejeda	II	II-1 y II-2	67,47
ES060MSBT060.065	Metapelitas de Sierras Tejeda-Almijara	I y II	I-4, II-1	380,31
ES060MSBT060.066	Corredor Villanueva de la Concepción Periana	I y II	I-4 y II-1	267,76
ES060MSBT060.067	Sierra Blanca	I	I-3 y I-4	100,82

Tabla nº 5. Masas de agua subterránea por subsistema.

4.2 DESCRIPCIÓN E INTERRELACIÓN DE LAS VARIABLES HIDROLÓGICAS

4.2.1 DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN

En el presente documento se han utilizado, como variables de la fase atmosférica, la precipitación, la temperatura y la evapotranspiración potencial, y como variables de la fase terrestre, la infiltración o recarga, la evapotranspiración real y la escorrentía (superficial, subterránea y total).

Las series hidrológicas de estudio para este ciclo de planificación han sido dos: la serie hidrológica larga correspondiente al período 1940/41-2017/18 (desde octubre 1940 a septiembre de 2018, es decir, 78 años hidrológicos de duración), o periodo histórico, y la serie hidrológica corta correspondiente al período 1980/81-2017/18 (desde octubre 1980 a septiembre de 2018, es decir, 38 años hidrológicos de duración), o periodo reciente. Las series hidrológicas de estudio se ha ampliado seis años hidrológicos con respecto a los datos utilizados den el ciclo de planificación anterior (ya que entonces la información disponible finalizaba en el año hidrológico 2011/12).

La principal fuente de información empleada ha sido la derivada del SIMPA (Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación) de evaluación de los recursos hídricos en España, desarrollado por el Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX, 2020a), actualizado para este tercer ciclo de planificación. El SIMPA es un modelo conceptual y cuasidistribuido de precipitación-aportación con el que, a partir de la precipitación, de la temperatura y de una serie de parámetros hidrológicos, se obtienen mapas de almacenamiento, humedad en el suelo, volumen almacenado en las masas de agua subterráneas, evapotranspiración y escorrentías superficial, subterránea y

total en cada una de las celdas de 500 x 500 m en las que se ha discretizado el terreno. En el Apéndice II.1 se incluye la descripción detallada del modelo, aportada directamente por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, con información sobre el origen de los datos y su tratamiento y corrección, el completado de series hidrológicas, la calibración, el cálculo de las variables, etc.

La infiltración o recarga de las masas de agua subterráneas de naturaleza carbonática se estimó, además, en el primer ciclo de planificación hidrológica, mediante el método APLIS (Altitud, Pendiente, Litología, Infiltración y Suelo) modificado. El método estima el porcentaje de infiltración en los carbonatos atendiendo a distintos criterios más allá de los puramente litológicos. De este modo se tiene en cuenta en el cálculo de la tasa de recarga la incidencia de la altitud, la pendiente, la litología, las formas de infiltración preferenciales (simas, dolinas, etc.), la edafología y las características hidrogeológicas de los materiales de cada masa.

Aparte de las variables mencionadas, se han obtenido las series de aportaciones en régimen natural para cada una de las masas de agua superficial de agua de la demarcación, así como para otros puntos de interés, tales como estaciones de aforos, azudes de derivación, desembocaduras al mar de cauces no considerados masa de agua, etc. Para ello se ha partido de las series de escorrentía generadas por el modelo SIMPA, registros de estaciones de aforo, simulaciones diarias realizadas con el modelo SSMA-2 (*Sacramento Soil Moisture Accounting model* modificado) en el primer ciclo de planificación hidrológica y mediciones de las entradas a embalses facilitadas por los servicios de explotación de las presas. En función de los datos disponibles en cada caso (longitud de las series temporales y calidad de estas) y de las características de cada zona, se ha diseñado una metodología específica para la obtención de cada serie.

4.2.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS

El presente apartado muestra la distribución espacial de las principales variables hidrológicas para todo el territorio de la DHCMA y para los periodos de evaluación definidos. Los mapas que muestran los valores medios anuales correspondientes a las variables hidrológicas estudiadas se han obtenido como el promedio de los sumatorios de los valores mensuales de cada año hidrológico.

4.2.2.1 PRECIPITACIÓN

La precipitación media anual en el conjunto de la DHCMA está en torno a los 547 mm (9.833 hm³) para el periodo 1940/41 a 2017/18, oscilando entre valores máximos de 1.067 mm en el año más húmedo y 231 mm en el más seco. En el periodo 1980/81-2017/18 la precipitación anual es de 528 mm (9.486 hm³), un 3,5% inferior al valor de la serie histórica, estando los máximos y los mínimos de toda la serie histórica dentro del periodo corto.

La Figura nº 5 muestra la serie de precipitaciones anuales para el período 1940/41-2017/18 para el conjunto de la demarcación.

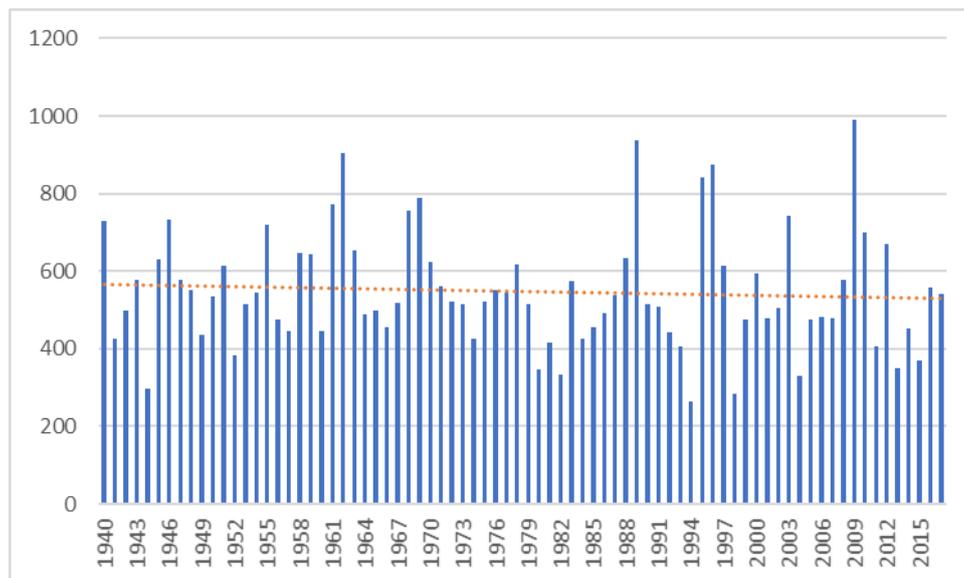


Figura nº 5. Serie de precipitaciones anuales (mm) en la DHCMA. Período 1940/41-2017/18.

La distribución mensual del régimen de precipitaciones en la DHCMA se caracteriza por su importante variabilidad estacional, correspondiendo los meses más lluviosos fundamentalmente con las estaciones de otoño e invierno, y el periodo más seco con los meses de verano. Esta coincidencia del periodo menos lluvioso con el verano es precisamente un rasgo diferencial del clima mediterráneo.

La Figura nº 6 muestra la distribución mensual de la precipitación media anual para el conjunto de la demarcación.

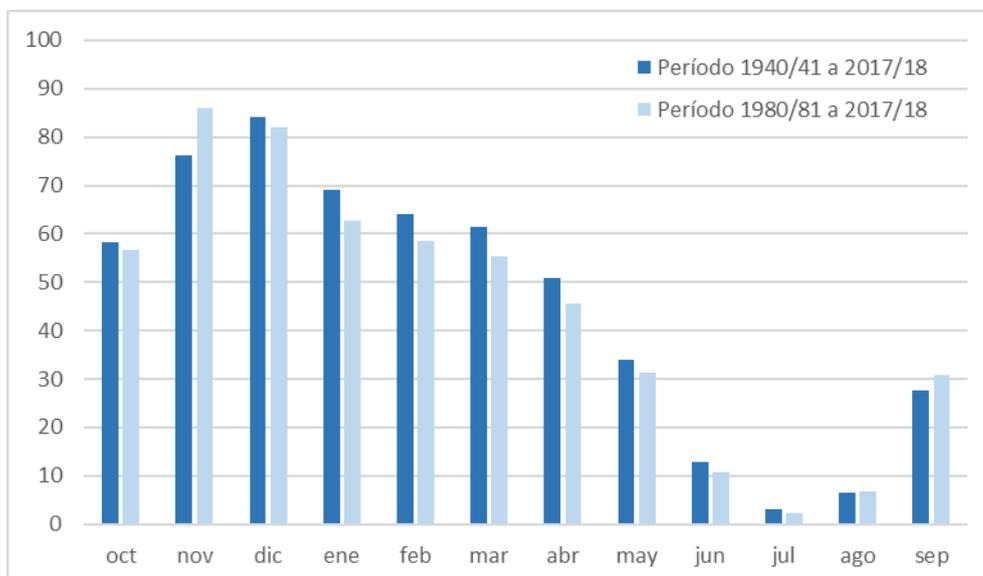


Figura nº 6. Distribución mensual de la precipitación media (mm/mes) en la DHCMA.

El régimen de precipitaciones en la DHCMA se caracteriza por su fuerte heterogeneidad espacial. Las condiciones generales de circulación atmosférica determinan la existencia de un gradiente de humedad de forma que ésta decrece, a grandes rasgos, hacia el Este. Así, la mitad occidental de la

DHCMA es húmeda o muy húmeda para estas latitudes, con la sola excepción de los valles de los ríos Guadalhorce y Vélez. Zonas como La Sierra de Grazalema, especialmente al norte de Sierra Peralto, o Los Alcornocales, entre la Sierra del Aljibe y la Sierra de los Pinos, registran valores superiores a 1.650 mm/año. El sector central, que incluye los macizos más elevados, es donde mejor se pone de evidencia la relación precipitación-altitud, recibiendo las cabeceras precipitaciones medias que pueden superar los 1.000 mm/año mientras que los valores registrados en la franja costera son con frecuencia inferiores, en términos promedio, a los 400 mm/año. Finalmente, el sector oriental recibe precipitaciones muy escasas, con mínimos por debajo de 140 mm/año en el Cabo de Gata (siendo este el lugar más seco de Europa).

Estas diferencias pluviométricas son, en buena parte, responsables de la acusada heterogeneidad hidrológica que también caracteriza a este territorio. Mientras en el sector occidental incluso los ríos con escasa superficie vertiente presentan aportes importantes, en el sector oriental los cauces de ríos como el Andarax y el Almanzora, con extensas cuencas hidrográficas, se encuentran secos durante largos periodos de tiempo y sus lechos, a veces con un gran espesor de sedimentos aluviales, se configuran como ramblas. Entre ambos sectores, en la cuenca hidrográfica del río Guadalfeo circulan caudales generosos incluso en los meses de verano gracias a su régimen pluvionival y a las notables precipitaciones de la alpujarra granadina.

La Figura nº 7 y la Figura nº 8 muestran la distribución espacial de la precipitación media anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

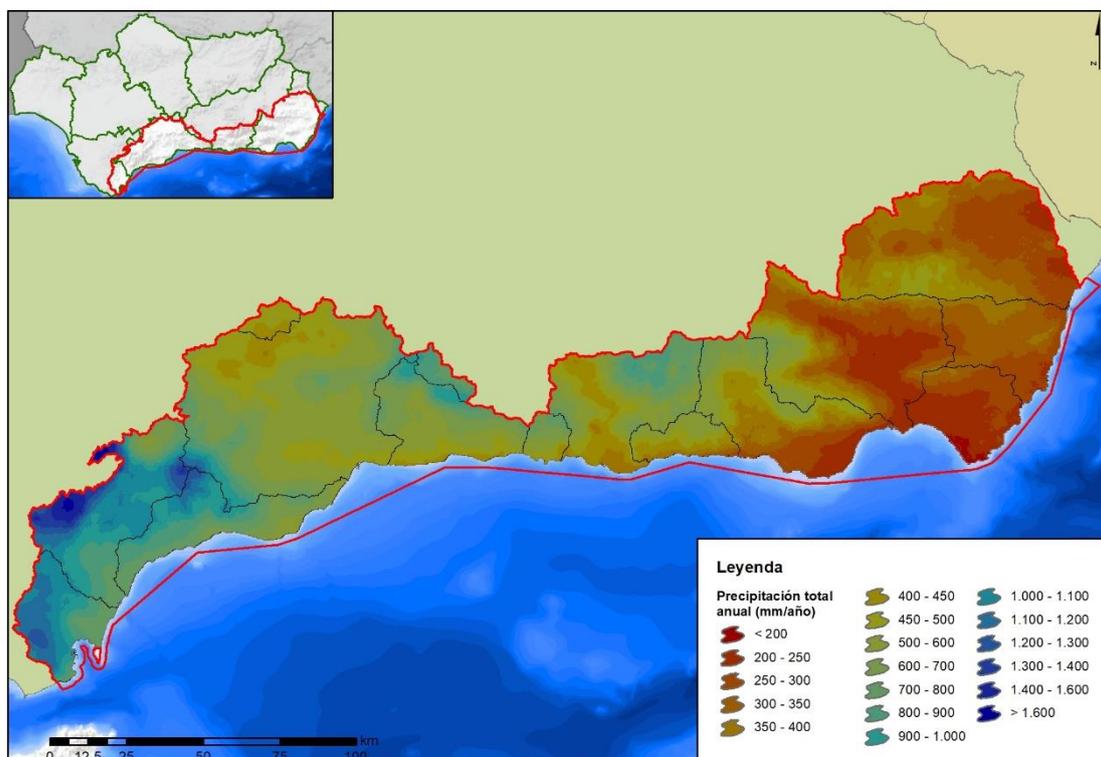


Figura nº 7. Distribución espacial de la precipitación media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.

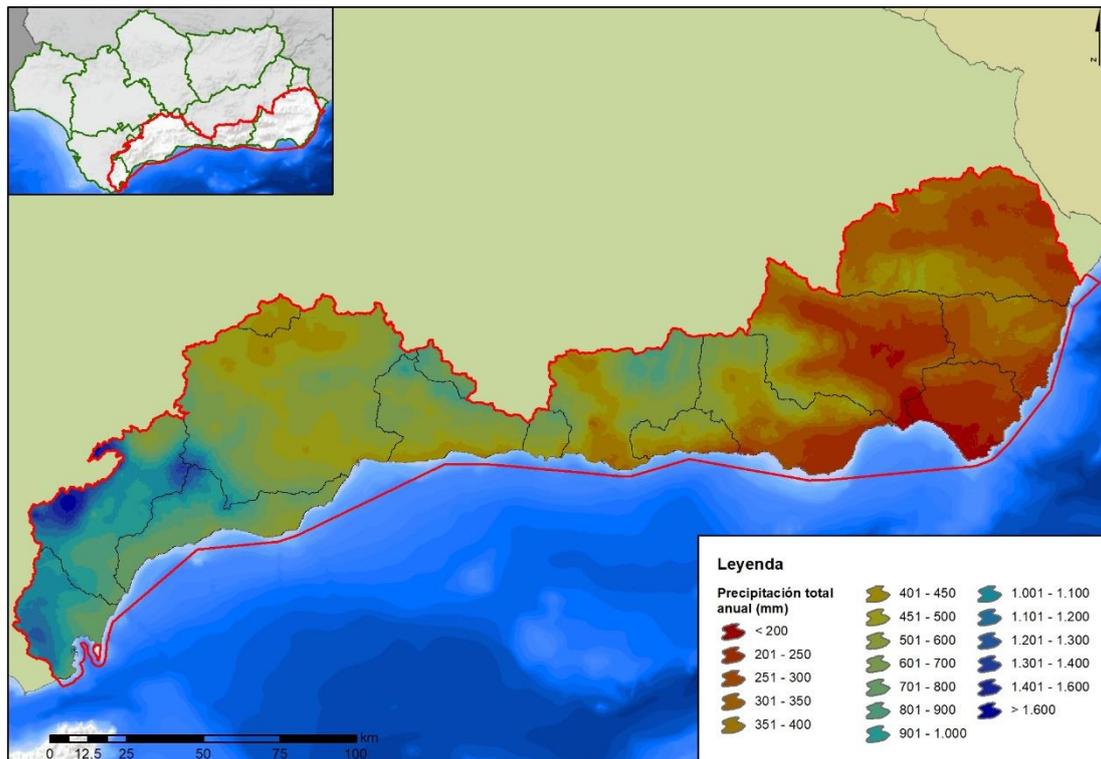


Figura nº 8. Distribución espacial de la precipitación media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.

Como muestra la Figura nº 9, en el periodo histórico los valores máximos de precipitación media se dan en el Sistema I (Serranía de Ronda), con valores de 763 mm/año. Los valores máximos estimados llegan a superar los 1.471 mm/año y los mínimos se sitúan en torno a los 315 mm/año, mientras que en el Sistema IV (Sierra de Gádor-Filabres) se dan los valores más bajos, con una precipitación media de 314 mm/año y mínimos en torno a los 150 mm/año. El Sistema V (Sierra de Filabres-Estancias) presenta también valores reducidos, con una precipitación media de 332 mm/año y un mínimo inferior de 155 mm/año.

En el periodo reciente se puede apreciar una reducción de la precipitación media anual en el conjunto de la DHCMA de aproximadamente un 3,5%, localizándose los descensos más acusados en el Sistema IV (Sierra de Gádor-Filabres), con variaciones que superan el 6,6%.

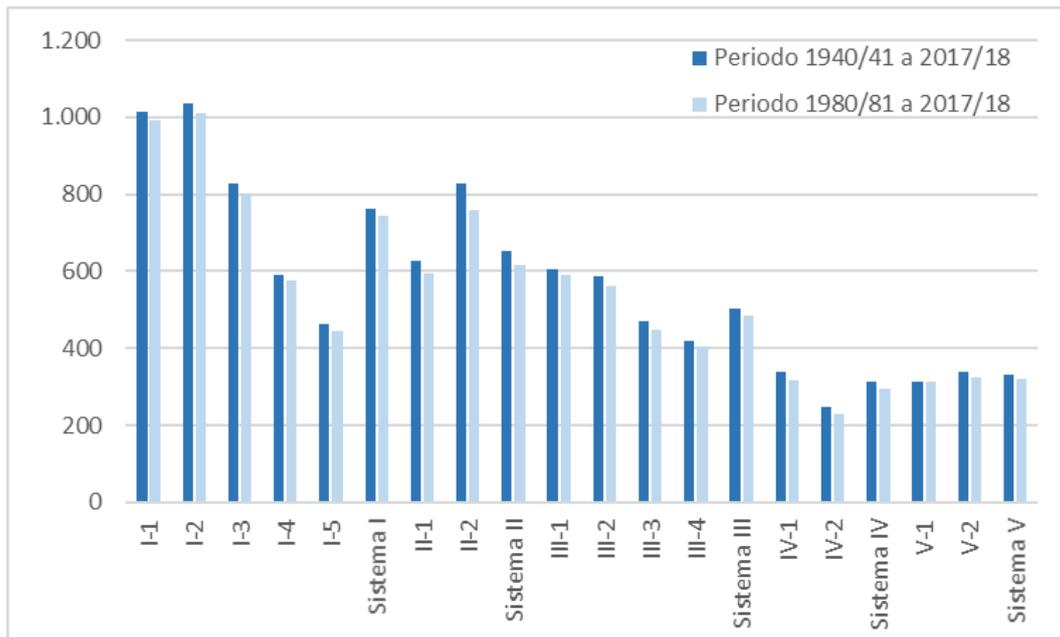


Figura nº 9. Comparativa de la precipitación media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.

La precipitación en forma de nieve en la demarcación se encuentra restringida a las grandes cumbres, como muestra la Figura nº 10. Tan solo en Sierra Nevada, en altitudes superiores a los 2.500 m, la persistencia del manto blanco es superior a los tres meses al año. Otro sistema montañoso con precipitaciones sólidas de relativa importancia es la Sierra de Filabres, haciendo también acto de presencia la nieve con cierta frecuencia en el resto de los sistemas montañosos que alcanzan los 2.000 m de altitud: Sierra de Baza, Sierra de Gádor y Sierra Tejada.

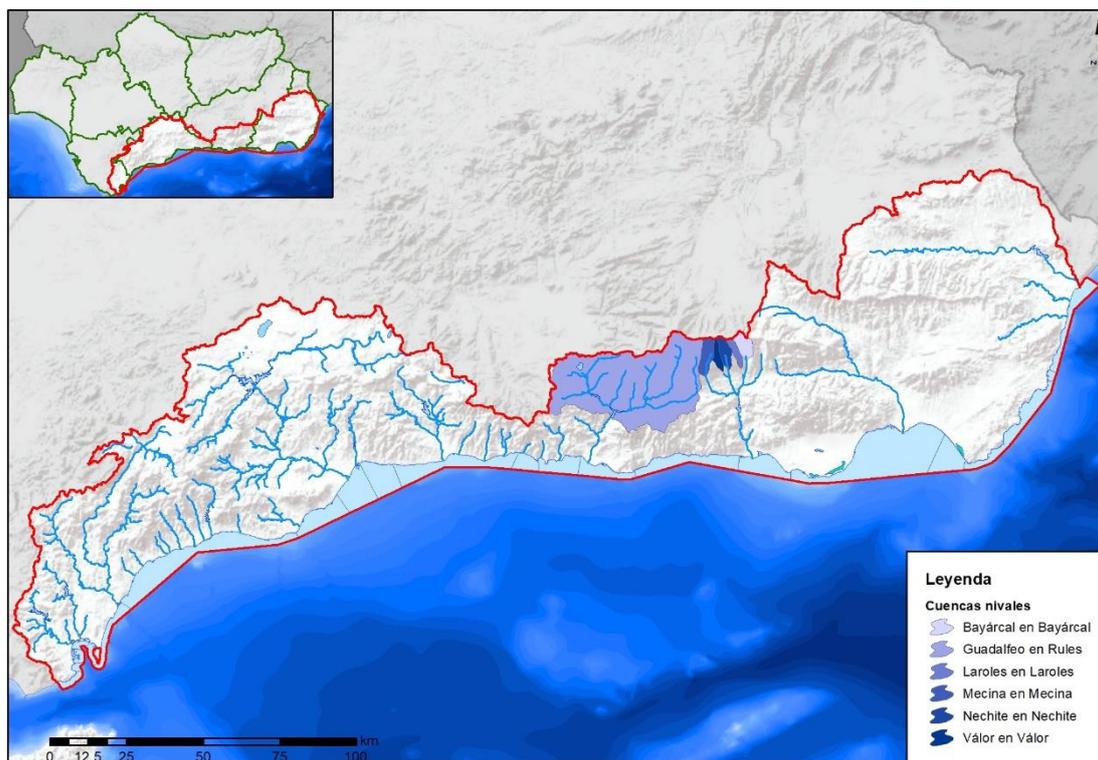


Figura nº 10. Localización de las cuencas nivales.

4.2.2.2 TEMPERATURA

La temperatura media anual en la demarcación para el periodo 1940/41 a 2017/18 se sitúa en los 15,8°C, oscilando entre valores máximos de 17,3°C en el año más caluroso y 14,2°C en el más frío. En el periodo 1980/81-2017/18 la temperatura media anual es de 16,1°C, un 2,0% superior al valor de la serie histórica, estando el máximo de toda la serie histórica dentro del periodo corto.

En cuanto a la distribución mensual, que se muestra en la Figura nº 11, los valores máximos se alcanzan en los meses de julio y agosto, cuando se rondan los 21,5°C de media en la demarcación, frente a los mínimos 8°C de media en el mes de enero.

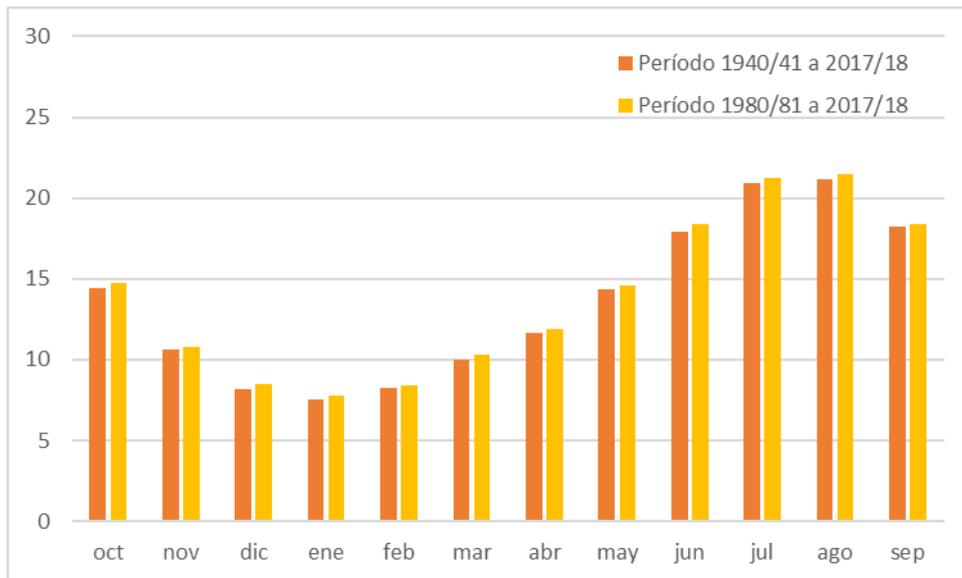


Figura nº 11. Distribución mensual de la temperatura media (°C) en la DHCMA.

La Figura nº 12 y la Figura nº 13 muestran la distribución espacial de la temperatura media anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

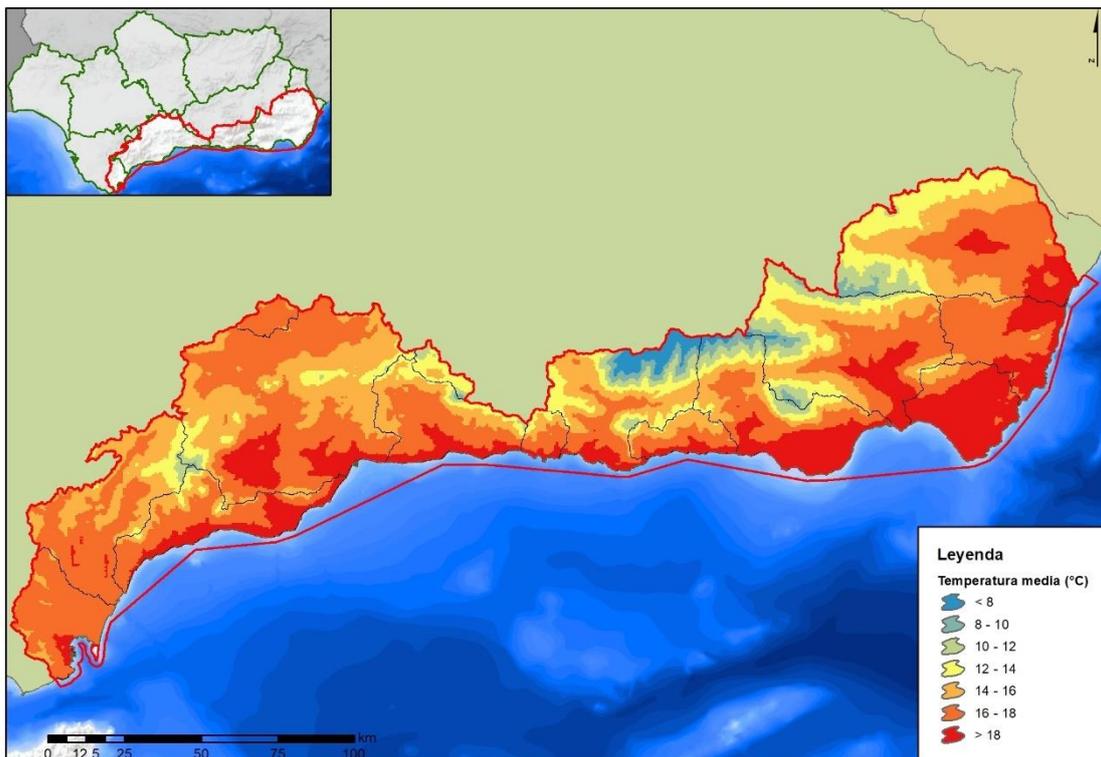


Figura nº 12. Distribución espacial de la temperatura media anual (°C). Período 1940/41-2017/18.

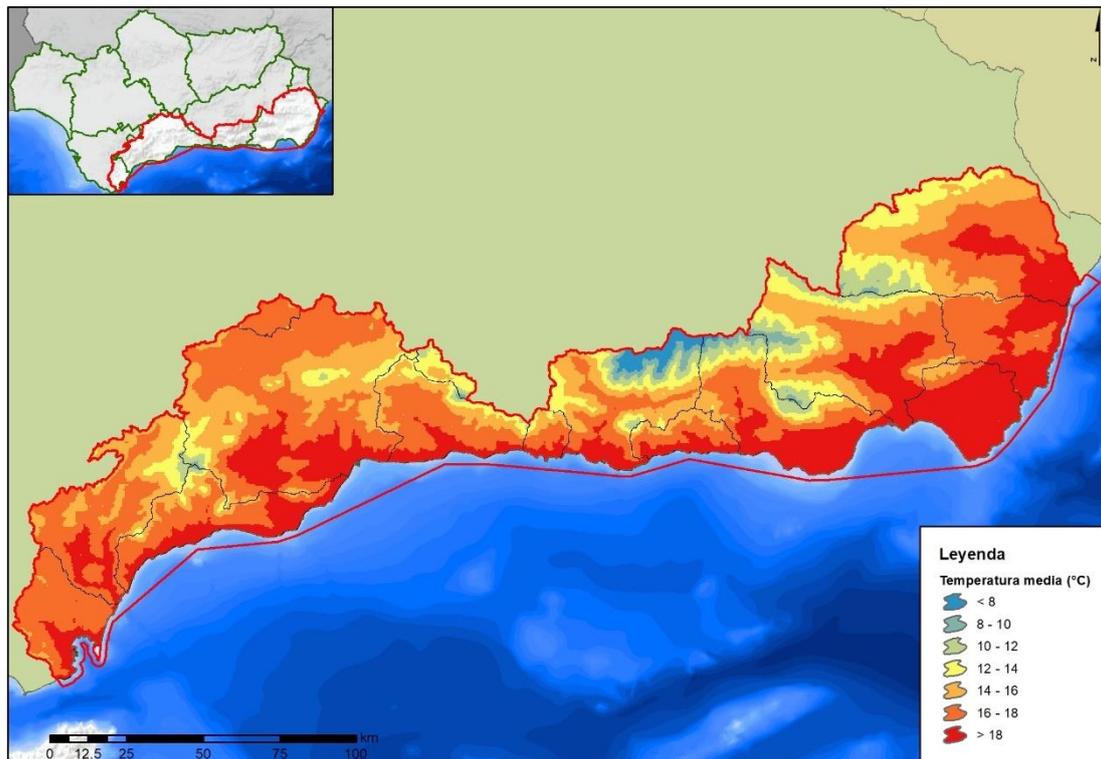


Figura nº 13. Distribución espacial de la temperatura media anual (°C). Período 1980/81-2017/18.

Las temperaturas medias descienden considerablemente hacia el interior debido a la influencia de la orografía principalmente, de forma que los valores mínimos se localizan en las cumbres de Sierra Nevada y de la Sierra de las Nieves.

Como muestra la Figura nº 14, en el periodo histórico los valores máximos de temperatura media se dan en el Sistema I (Serranía de Ronda), con valores de 16,3°C. Los valores máximos estimados llegan a superar los 17,7°C y los mínimos se sitúan en torno a los 14,7°C, mientras que en el Sistema III (Sierra Nevada) se dan los valores más bajos, con una temperatura media de 16,3°C y mínimos en torno a los 12,9°C.

En el periodo reciente se puede apreciar un aumento de la temperatura media anual en el conjunto de la DHCMA de un 2%, localizándose los incrementos más acusados en el Sistema III (Sierra Nevada), con variaciones del 3%.

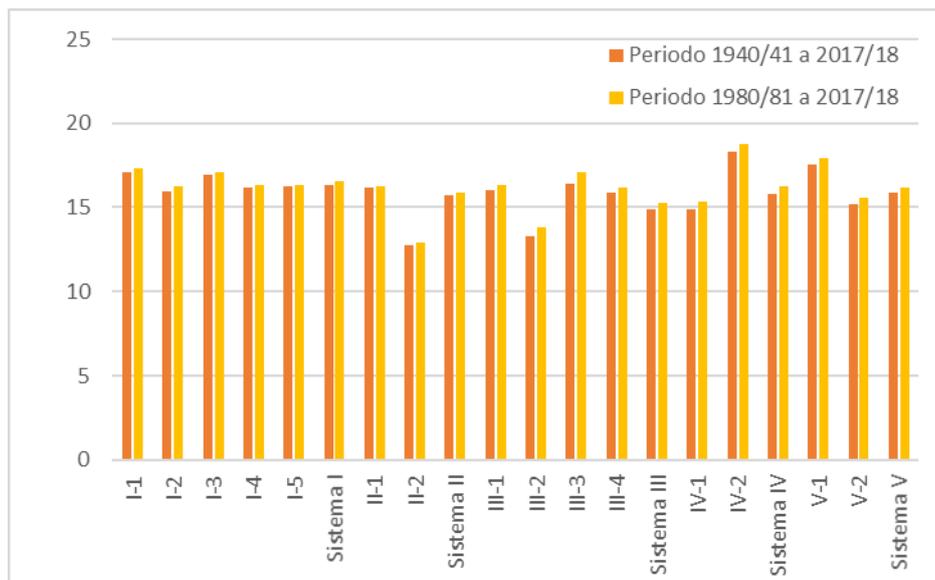


Figura nº 14. Comparativa de la temperatura media anual (°C) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.

4.2.2.3 EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL

La evapotranspiración incluye dos fenómenos físicos diferenciados: la evaporación y la transpiración. Por tanto, la evapotranspiración evalúa la cantidad de agua que pasa a la atmósfera en forma de vapor de agua a través de la evaporación y de la transpiración de la vegetación.

Es muy importante diferenciar entre evapotranspiración potencial (ETP) y evapotranspiración real (ETR). La ETP sería la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo y la cobertura vegetal estuvieran en condiciones óptimas. La ETR, que se describe en el apartado 4.2.2.4, es la evapotranspiración real que se produce en las condiciones reales existentes, dependiendo por tanto de la precipitación, la temperatura, la humedad del suelo y del aire, del tipo de cobertura vegetal del suelo y del estado de desarrollo de esta.

La ETP media anual de la DHCMA se estima en 1.067 mm para el periodo 1940 /41 a 2017/18 con máximos anuales de 1.172 mm y mínimos de 934 mm. En el periodo 1980/81 a 2017/18 la ETP anual es de 1.082 mm, con un valor máximo de 1.157 mm, y un valor mínimo de 987 mm.

Como se puede ver en la Figura nº 15, a nivel mensual, la ETP sigue la misma tendencia que las temperaturas, con valores máximos coincidentes con el periodo estival y mínimos en los meses de diciembre y enero.

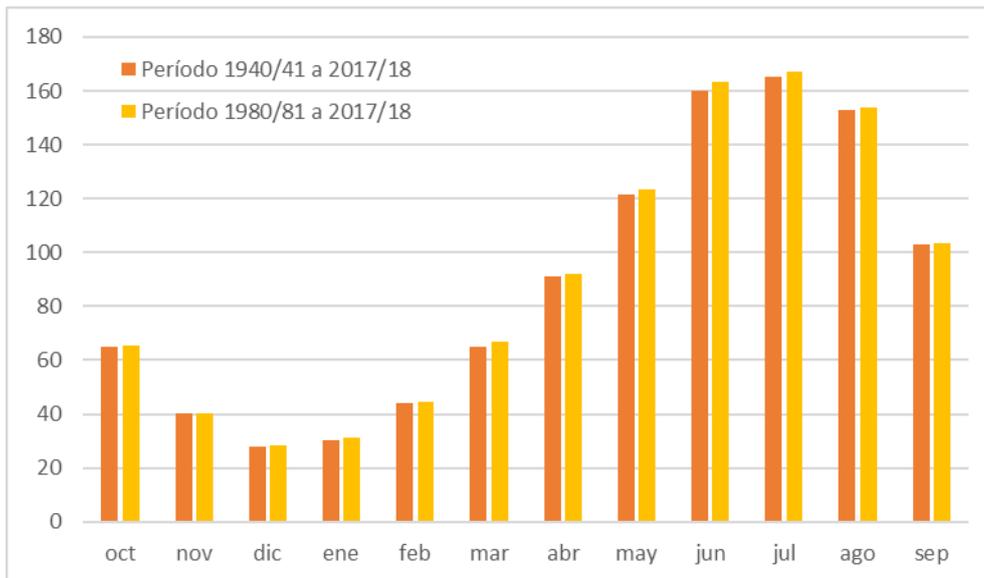


Figura nº 15. Distribución mensual de la ETP media (mm/mes) en la DHCMA.

La Figura nº 16 y la Figura nº 17 muestran la distribución espacial de la ETP media anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

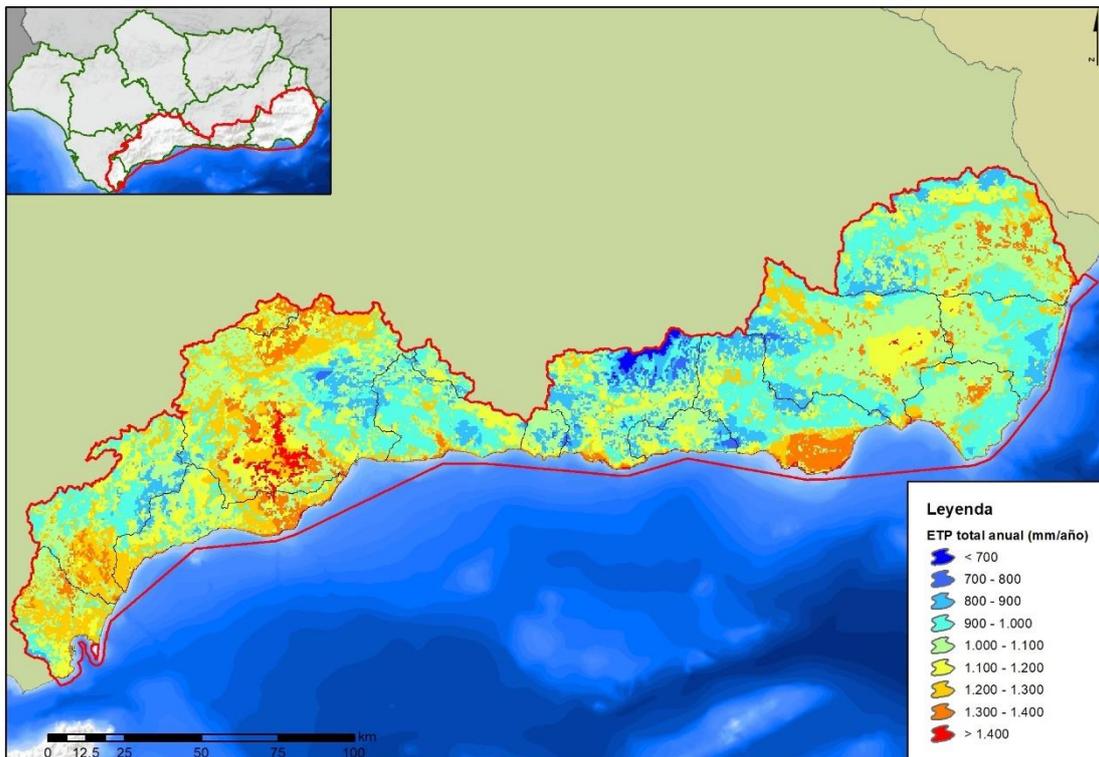


Figura nº 16. Distribución espacial de la ETP media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.

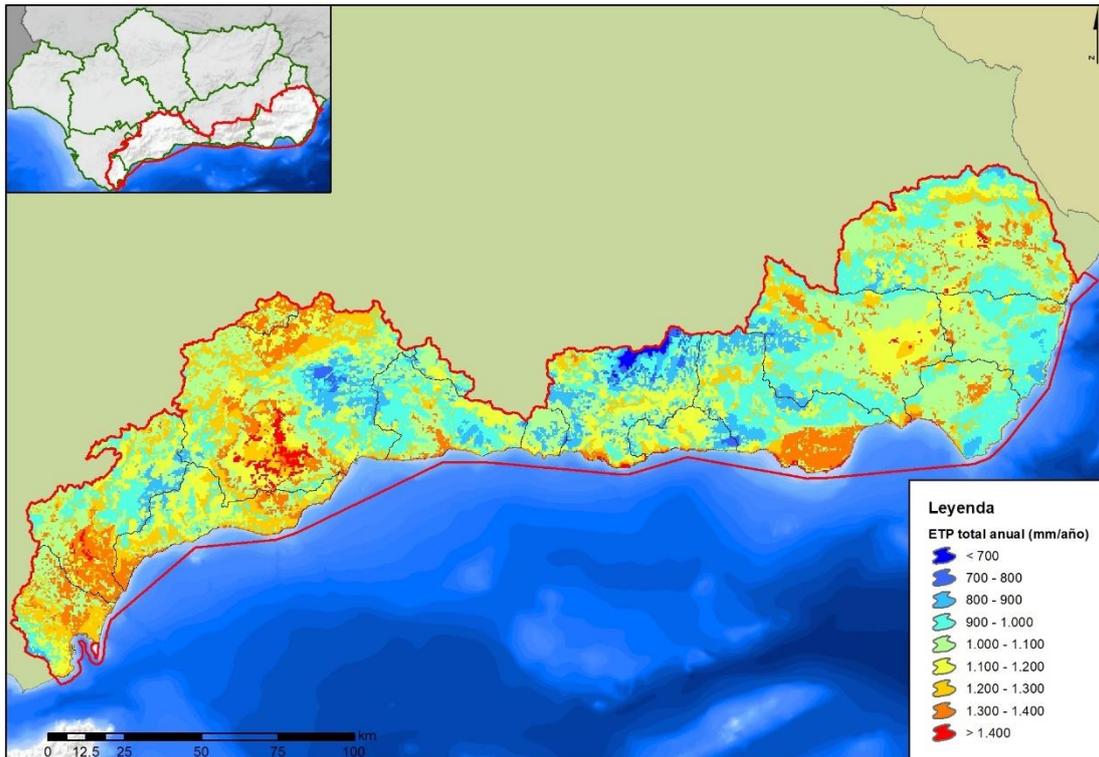


Figura nº 17. Distribución espacial de la ETP media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.

Tal y como muestra la Figura nº 18, los valores más elevados de ETP se concentran en la zona occidental de la demarcación, en el Sistema I (Serranía de Ronda), principalmente en la cuenca endorreica de Fuente de Piedra (subsistema I-5), con 1.197 mm para el periodo histórico y 1.195 mm desde 1980/81 a 2017/18. Por su parte, los valores más bajos se dan en el Sistema III (Sierra Nevada), en particular en la cuenca del río Guadalfeo, con 973 mm de media anual para el periodo histórico y 999 mm desde 1980/81 a 2017/18.

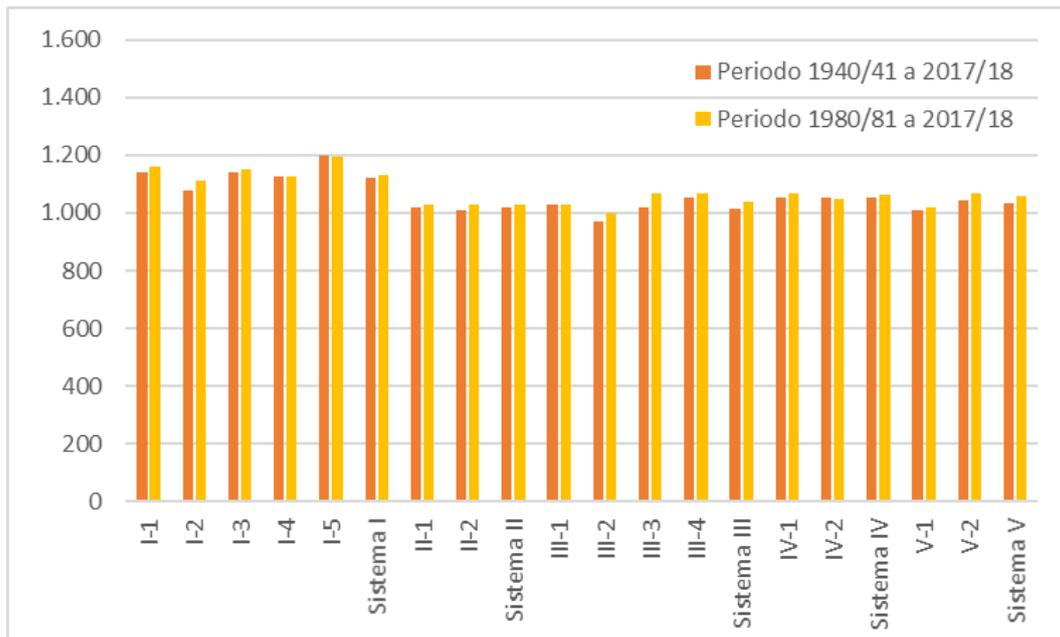


Figura nº 18. Comparativa de la ETP media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.

4.2.2.4 EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL

La ETR media anual en la DHCMa está en torno a los 381 mm/año en periodo histórico, con un máximo de 541 mm/año y un mínimo de 214 mm/año. En el caso de la serie corta, la media está en torno a los 370 mm/año y el máximo y mínimo es de 511 y 220 mm/año, respectivamente.

A nivel mensual, la ETR presenta los valores máximos en el mes de abril y los mínimos en el periodo estival, como muestra la Figura nº 19.

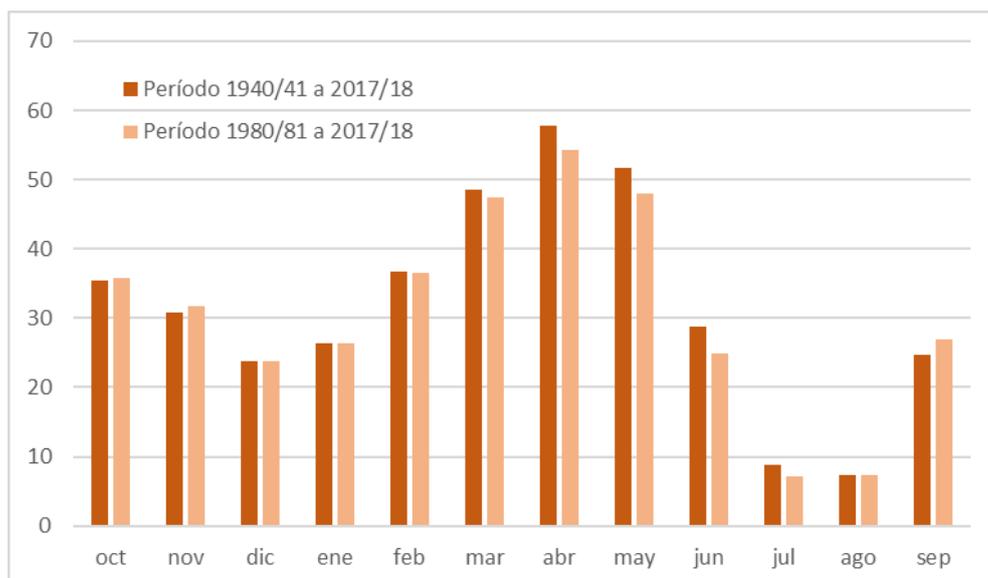


Figura nº 19. Distribución mensual de la ETR media (mm/mes) en la DHCMa.

La Figura nº 20 y la Figura nº 21 muestran la distribución espacial de la ETR media anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

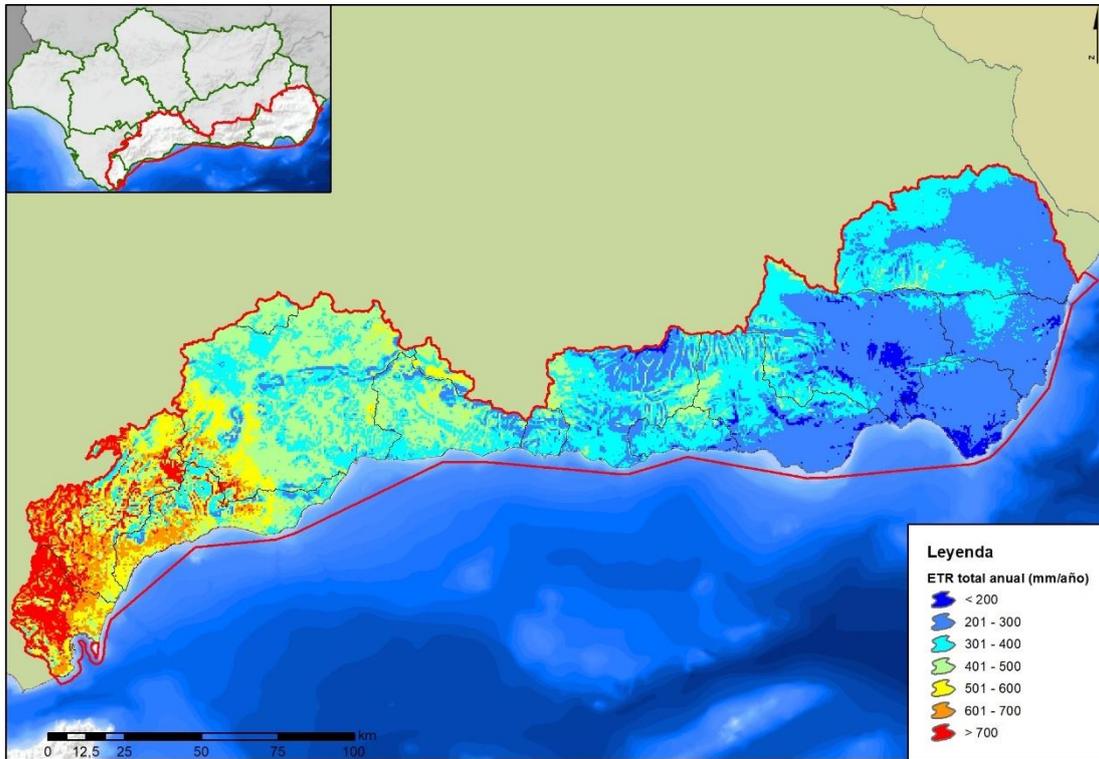


Figura nº 20. Distribución espacial de la ETR media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.

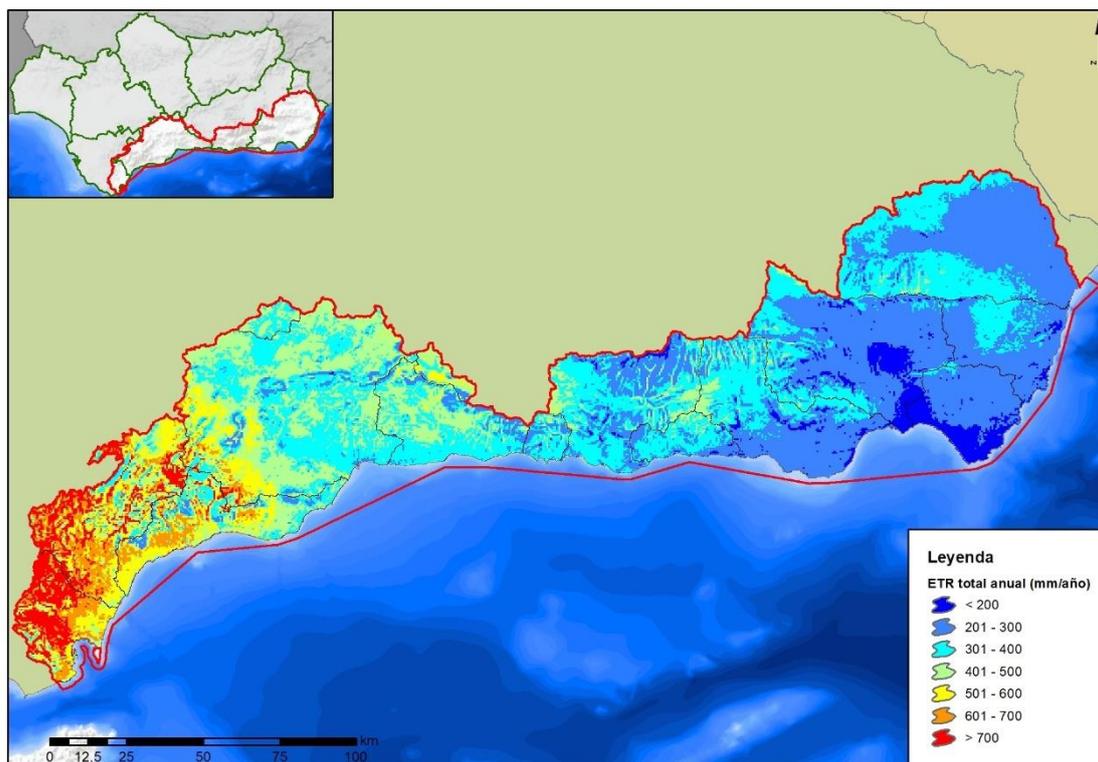


Figura nº 21. Distribución espacial de la ETR media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.

En la Figura nº 22 se puede ver que, en el periodo histórico, los valores máximos de evapotranspiración se dan en el Sistema I (Serranía de Ronda), donde se evapotranspiran anualmente 501 mm (serie histórica), menos del 50% de su capacidad potencial. Los valores máximos estimados llegan a superar los 657 mm/año y los mínimos se sitúan en torno a los 290 mm/año. Dentro de este sistema la ETR desciende siguiendo un gradiente en dirección este, por lo que las cuencas de los ríos Guadarranque y Palmones presentan los valores más elevados.

En el Sistema IV (Sierra de Gádor-Filabres) se da la situación contraria, con una ETR media de 264 mm/año y mínimos en torno a los 140 mm/año (serie histórica). El Sistema V (Sierra de Filabres-Estancias) presenta también valores reducidos de ETR, con una media anual de 296 mm/año de media y un mínimo inferior a 160 mm/año.

En el periodo más actual se puede apreciar una reducción de la ETR, especialmente en el litoral. Aunque en la demarcación en su conjunto esta reducción ha sido del 3%, la diferencia es algo más acusada en el caso del Sistema IV (Sierra de Gádor-Filabres), con variaciones que superan el 5%.

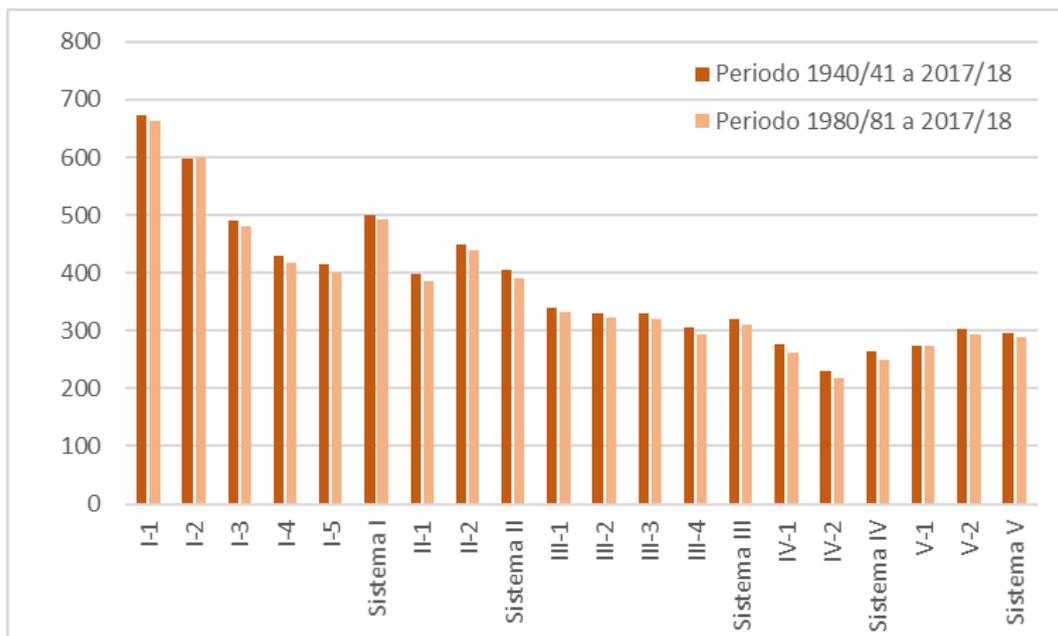


Figura nº 22. Comparativa de la ETR media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.

4.2.2.5 INFILTRACIÓN O RECARGA

La infiltración o recarga es el proceso por el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el suelo. En una primera etapa satisface la deficiencia de humedad del suelo en una zona cercana a la superficie, y posteriormente superado cierto nivel de humedad, pasa a formar parte del agua subterránea, saturando los espacios vacíos (escorrentía subterránea) e incluso a generar escorrentía superficial, cuando el suelo está saturado y se sobrepasa el umbral de escorrentía del suelo.

Según los resultados obtenidos con el modelo SIMPA, que asume que la recarga al acuífero en cada celda coincide con la infiltración, en el conjunto de la demarcación la tasa de recarga media sería de 52 mm/año durante el periodo histórico y unos 49 mm/año en el periodo más reciente.

En cuanto a la distribución temporal de los valores, la Figura nº 23 muestra que la máxima recarga tiene lugar durante los meses de invierno. Por el contrario, los meses de junio, julio y agosto presentan la menor infiltración.

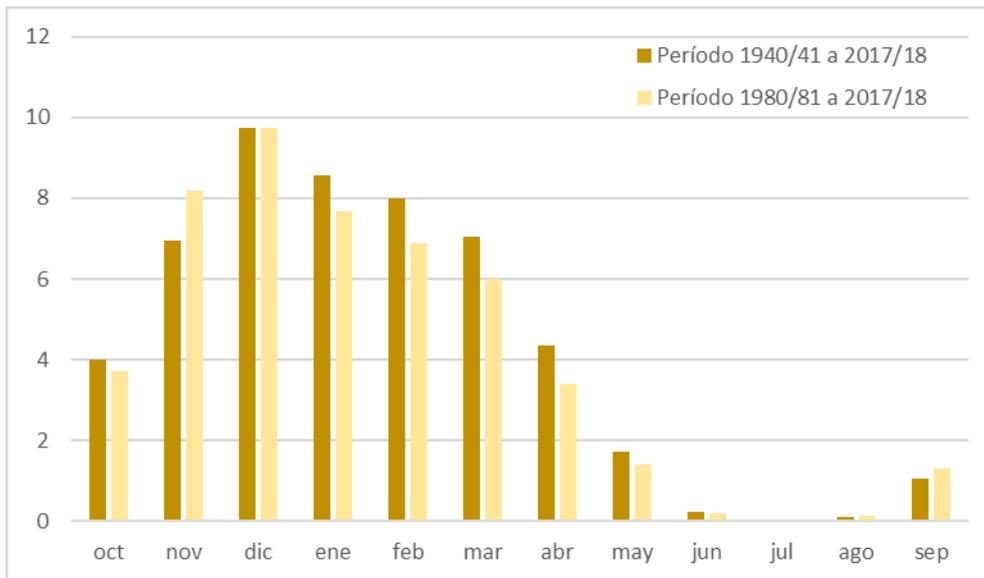


Figura nº 23. Distribución mensual de la infiltración o recarga media (mm/mes) en la DHCMA.

La Figura nº 24 y la Figura nº 25 muestran la distribución espacial de la infiltración media anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

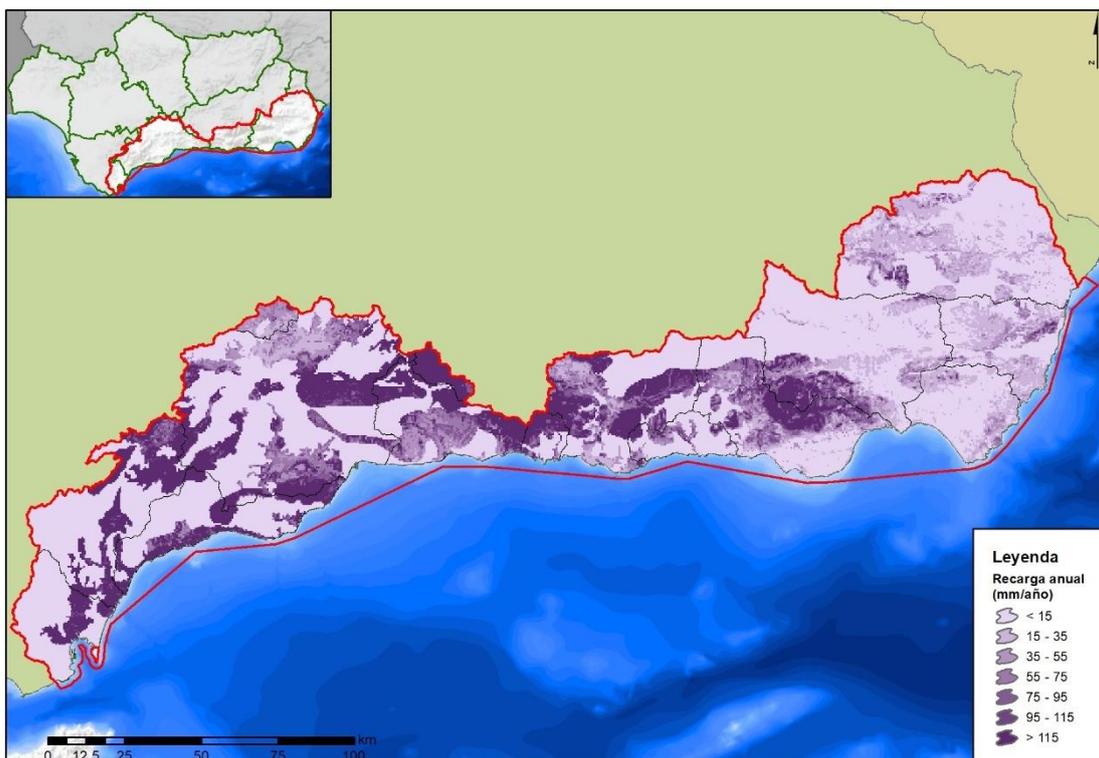


Figura nº 24. Distribución espacial de la infiltración media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.

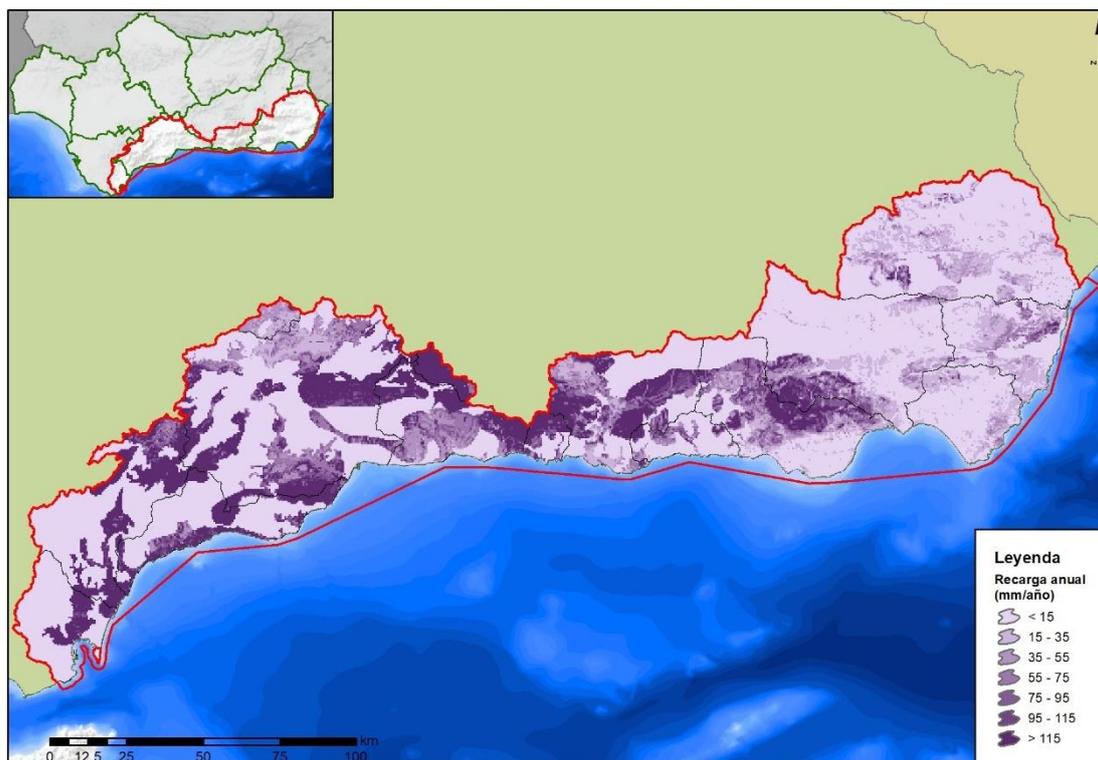


Figura nº 25. Distribución espacial de la infiltración media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.

En la Figura nº 26 se puede ver que los sistemas IV (Sierra de Gádor-Filabres) y V (Sierra de y Filabres-Estancias) presentan los valores más bajos, lo que se explica en parte por las reducidas precipitaciones. El Sistema II (Sierra Tejeda-Almijara), con 121 mm/año de recarga media en el periodo 1940/41 a 2017/18 y 109 mm/año para el periodo más actual, está en el extremo contrario.

Como se puede observar al comparar la recarga media obtenida en el periodo histórico y en el más actual, en la demarcación se produce un descenso generalizado de los recursos infiltrados. Los sistemas más afectados son el II, IV y V, con reducciones entre 9% y 12%, mientras que el Sistema I es el que menos variación muestra a este respecto (3,5% de reducción).

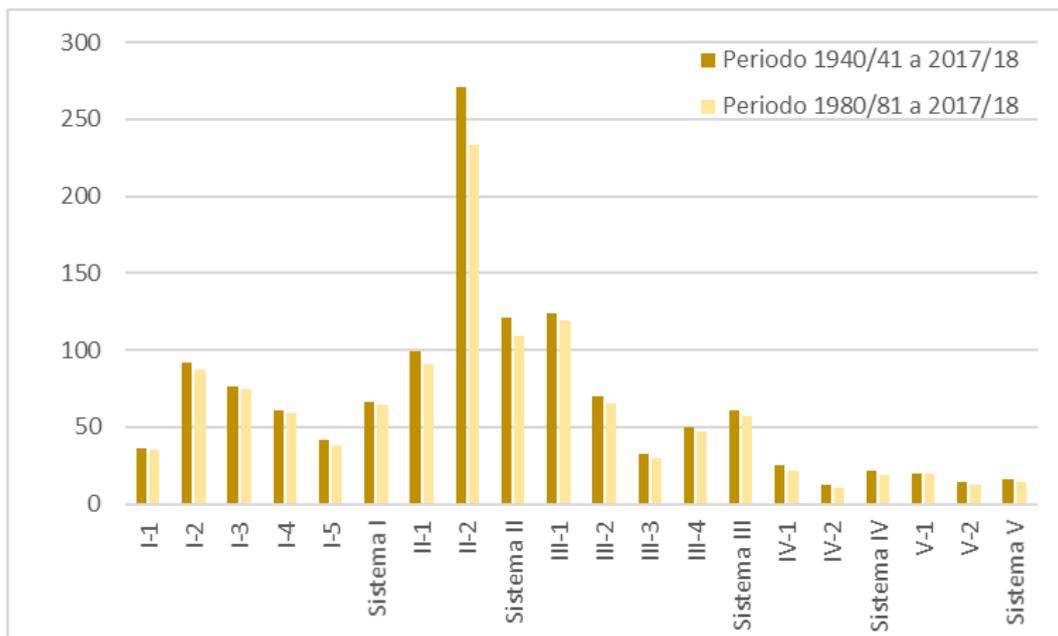


Figura nº 26. Comparativa de la infiltración media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18

Los citados resultados facilitados por el SIMPA no son representativos de las condiciones reales en el caso de ciertos tipos de acuíferos. Por ello, finalmente se ha optado por usar dichos valores únicamente en el caso de las masas de agua detríticas y para aquellas masas definidas como acuíferos de baja permeabilidad. En las masas de agua subterráneas de naturaleza carbonática se han empleado los resultados de la aplicación del método APLIS modificado. En el caso de las masas mixtas, se han diferenciado las zonas carbonáticas y no carbonáticas de las masas, aplicando la metodología correspondiente a cada una de ellas. Así, se ha obtenido la recarga para cada área y se han sumado para obtener el valor total de recarga por infiltración de lluvia para cada masa.

La Figura nº 27 muestra la clasificación de las masas de agua subterránea de la demarcación según su naturaleza.

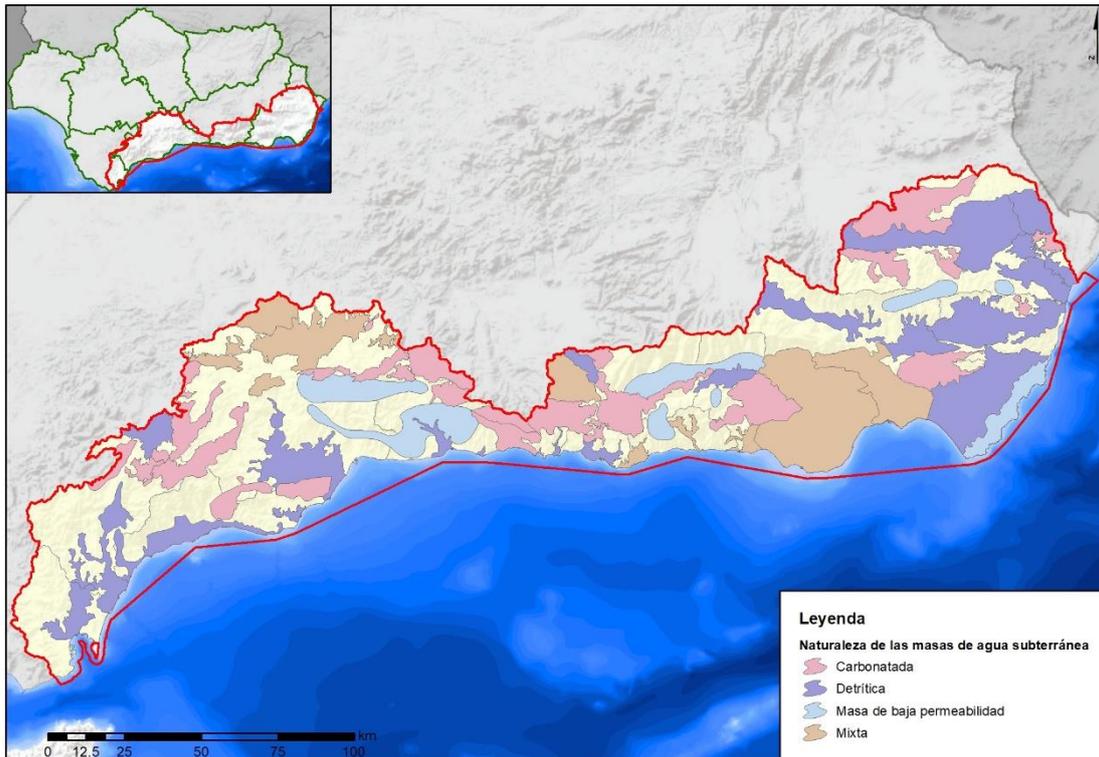


Figura nº 27. Naturaleza de las masas de agua subterránea.

Con esta metodología, la recarga media finalmente adoptada que se produce en las masas de agua subterránea de la DHCMA es de 81 mm/año, con un valor medio de 182 mm/año para las masas carbonatadas y de 29 mm/año para las detríticas. Como cabe esperar, la recarga para las masas mixtas presenta un valor intermedio, de 75 mm/año.

La Figura nº 28 muestra la recarga media anual finalmente adoptada para las masas de agua subterránea.

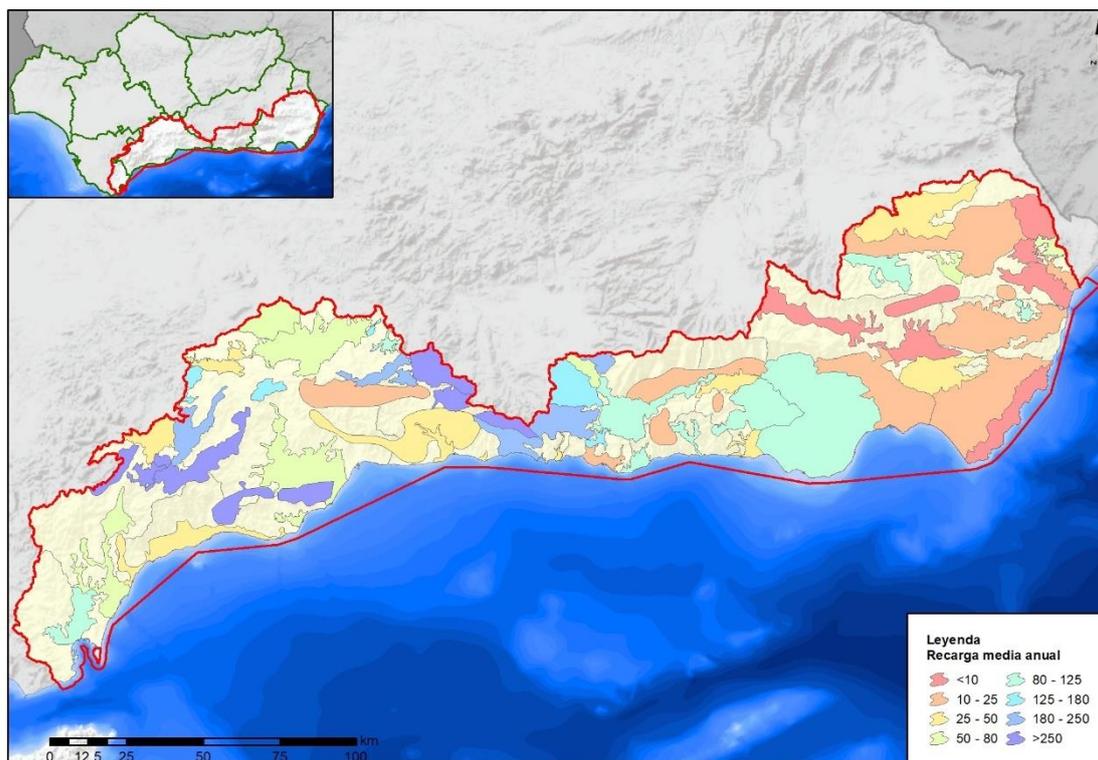


Figura nº 28. Recarga media anual (mm/año) por masa subterránea.

Dentro de la DHCMA cabe diferenciar dos zonas bien distintas en cuanto a tasas de recarga anual: la zona occidental (sistemas I, II y subsistemas III-1, 2 y 3), en la que las masas de tipo carbonatado presentan volúmenes de recarga superiores a los 125 mm/año, y la oriental (subsistema III-4 y sistemas IV y V), en la que algunas de estas masas no reciben más de 50 mm/año.

En el caso de las masas detríticas, el sector occidental presenta valores de recarga que oscilan entre los 25 y los 125 mm/año (masa Motril-Salobreña es la excepción con 24 mm/año), mientras que en el sector oriental el volumen de recarga en este tipo de masas se ve reducida a menos de 25 mm/año, salvo para la Depresión de Ugíjar, que presenta un valor próximo a 44 mm/año.

Esta variabilidad espacial de la recarga viene determinada por el gradiente pluviométrico característico de esta demarcación y la elevada complejidad estructural de muchas de las masas de agua subterránea de la provincia de Almería, lo que da lugar a afloramientos de materiales de baja permeabilidad que restan capacidad de infiltración al total de la masa, favoreciendo la escorrentía.

4.2.2.6 ESCORRENTÍA

La escorrentía es la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia extendida y escurrida superficial y subterráneamente. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración del sistema suelo-cobertura vegetal.

La escorrentía total obtenida a partir de los resultados del SIMPA para el periodo histórico es de 166 mm/año (2.999 hm³) en el conjunto de la demarcación, con valores máximos de 570 mm/año y mínimos de menos de 23 mm/año. En el caso del periodo más reciente la media anual y el máximo son algo inferiores, 158 mm/año (2.834 hm³) y 560 mm/año respectivamente, pero el mínimo se mantiene.

La Figura nº 29 muestra la serie de escorrentía total anual para el período 1940/41-2017/18 para el conjunto de la demarcación.

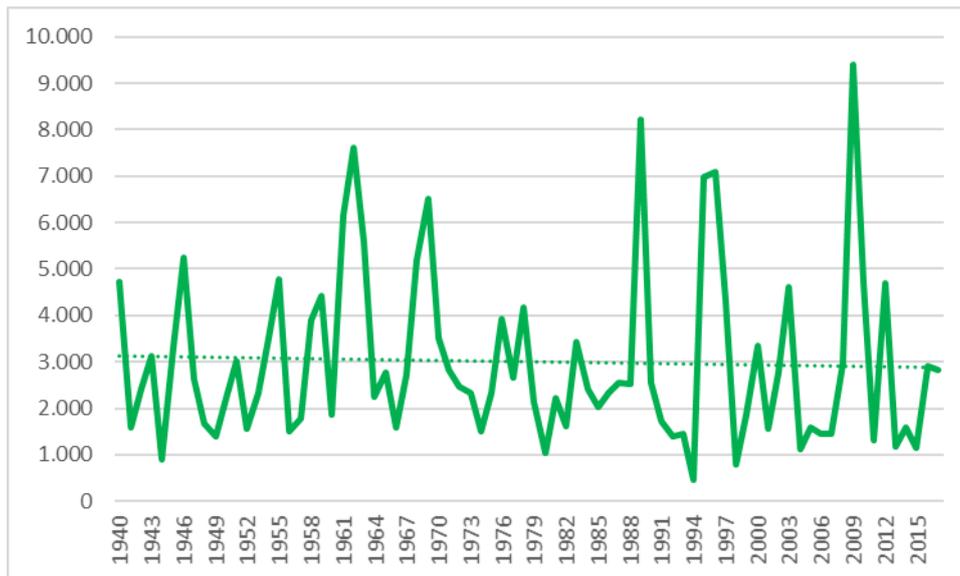


Figura nº 29. Serie de escorrentía total anual (hm³) en la DHCMA. Período 1940/41-2017/18.

La Figura nº 30 muestra que los valores más elevados se dan desde finales del otoño hasta el mes de marzo, mientras que los mínimos se producen durante los meses de verano.

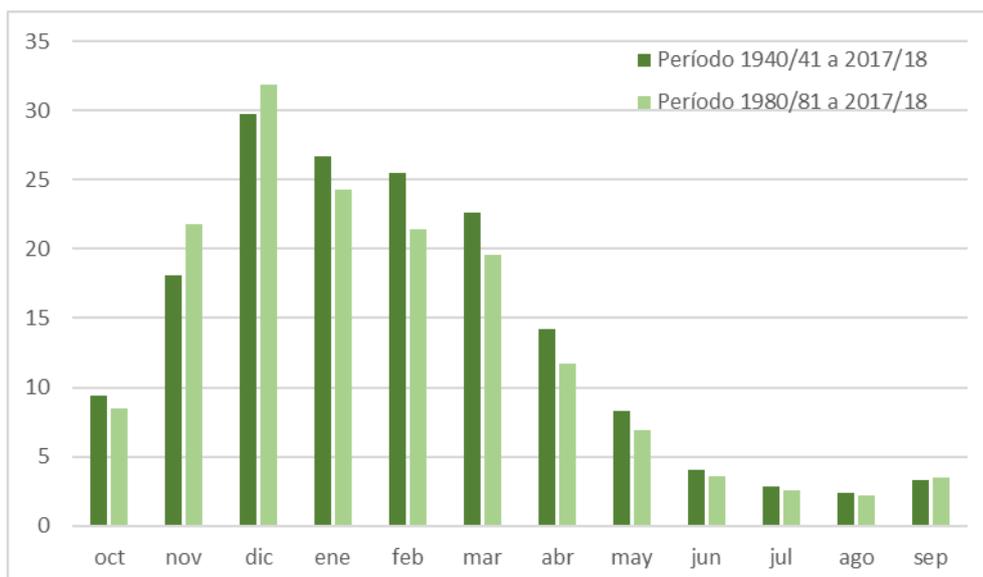


Figura nº 30. Distribución mensual de la escorrentía total (mm/mes) en la DHCMA.

La Figura nº 24 y la Figura nº 25 muestran la distribución espacial de la escorrentía total anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

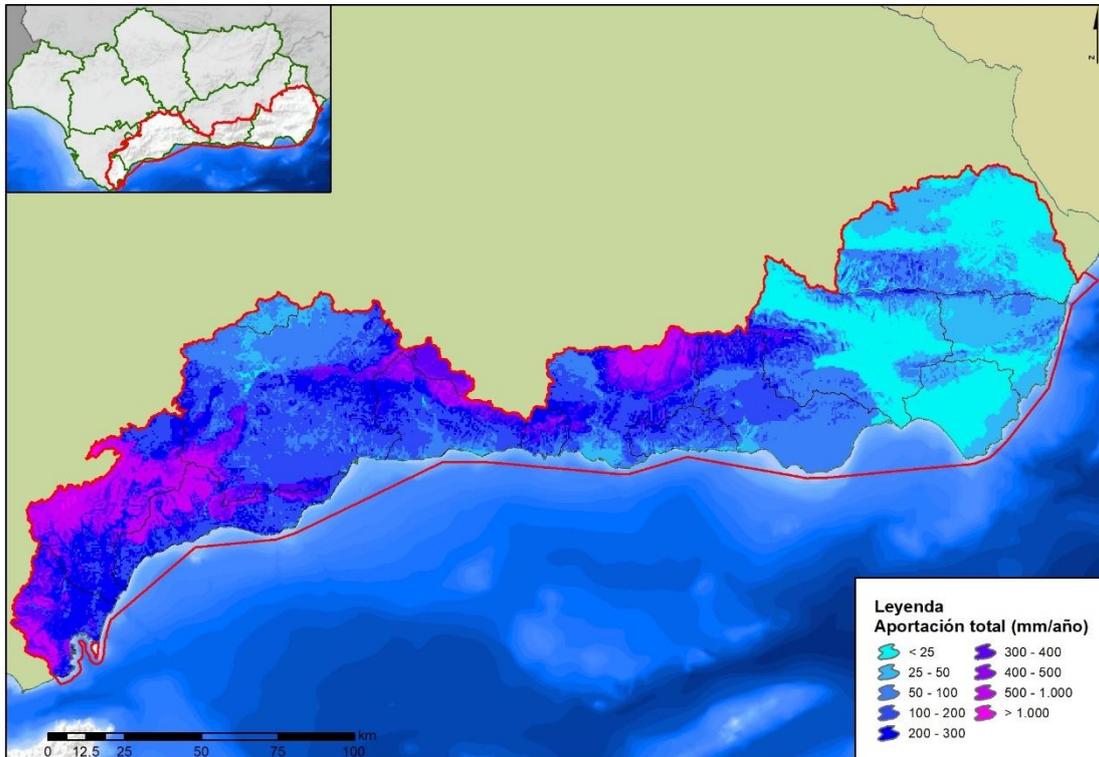


Figura nº 31. Distribución espacial de la escorrentía total anual (mm/año). Período 1940/41 - 2017/18.

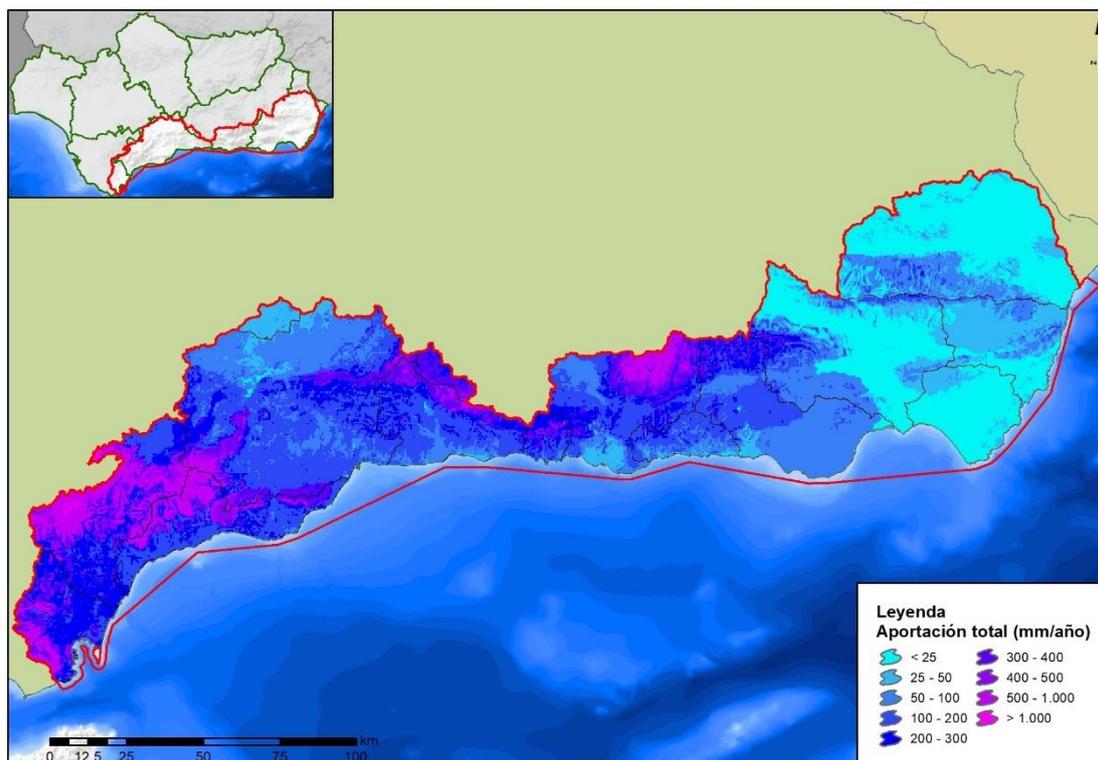


Figura nº 32. Distribución espacial de la escorrentía total anual (mm/año). Período 1980/81 - 2017/18.

A nivel de los sistemas de explotación, la Figura nº 33 muestra que la escorrentía se reduce al avanzar hacia el extremo más oriental de la demarcación, pasando de más de 261 mm/año en el Sistema I (Serranía de Ronda) a cerca de 36 mm/año en el Sistema V (Sierra de Filabres-Estancias) para el periodo histórico. Esta tendencia no es tan evidente si se atiende a cada uno de los subsistemas individualmente. Como ocurría en el caso de las precipitaciones, el subsistema I-2 (Cuenca del río Guadiaro) tiene una escorrentía considerablemente mayor que el resto de los subsistemas de la Serranía de Ronda (434 mm/año para el periodo histórico y 409 mm/año para la serie 1980/81-2017/18). Los menores valores se dan en los subsistemas IV-2 y V-2, con 19 y 35 mm/año respectivamente para la serie histórica, y 17 y 29 mm/año en la serie 1980/81-2017/18.

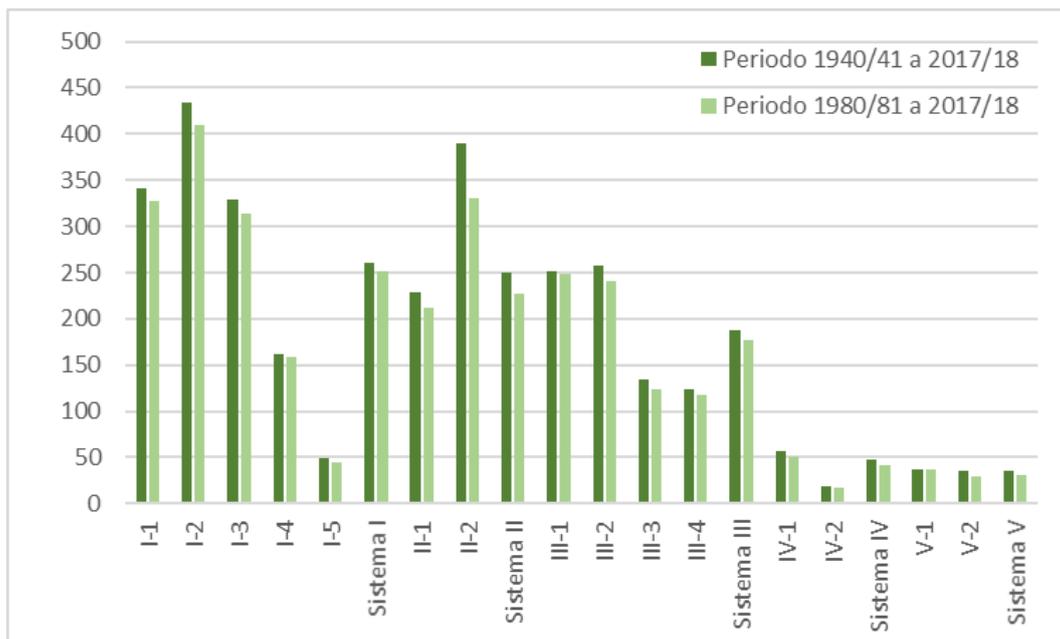


Figura nº 33. Comparativa de la escorrentía total anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18

4.3 ESTADÍSTICOS DE LAS SERIES HIDROLÓGICAS

En el presente apartado se recogen, de forma sintética, las principales características estadísticas de las series de variables hidrológicas en los sistemas de explotación, así como en el conjunto de la demarcación hidrográfica, tanto para la serie histórica 1940/41-2017/18 como para la serie comprendida entre los años 1980/81-2017/18. En todos los casos los valores son los estimados a partir de las series derivadas del SIMPA.

Para las series de precipitaciones y aportaciones anuales se han estimado los valores mínimo, medio y máximo, los coeficientes de variación y de sesgo y el primer coeficiente de autocorrelación. Asimismo, y con objeto de conocer la distribución intraanual de los principales flujos, se han indicado los valores medios de precipitación, evapotranspiración potencial y real, recarga a los acuíferos y escorrentía total para cada mes del año en cada sistema de explotación y en el conjunto de la demarcación.

4.3.1 SERIES ANUALES

La Tabla nº 6 y la Tabla nº 7 muestran los estadísticos de las series de **precipitación** (mm/año) de la demarcación, por sistemas y subsistemas de explotación.

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Coef. variación	Coef. sesgo
I-1	1.012,83	2.121,92	478,36	326,06	0,32	1,09
I-2	1.034,23	1.905,66	403,83	323,95	0,31	0,67
I-3	826,44	1.660,23	310,28	286,73	0,35	0,98
I-4	590,02	1.121,91	249,40	180,43	0,31	0,90
I-5	463,83	881,35	195,00	138,65	0,30	0,59

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Coef. variación	Coef. sesgo
Sistema I	762,73	1.470,69	314,79	241,50	0,31	0,88
II-1	627,48	1.036,49	240,23	185,62	0,30	0,60
II-2	826,08	1.614,44	341,87	251,46	0,30	0,71
Sistema II	652,93	1.110,55	253,26	194,06	0,30	0,62
III-1	603,37	1.332,36	205,90	220,02	0,36	0,79
III-2	587,04	1.164,07	209,23	187,14	0,32	0,66
III-3	468,36	967,19	173,41	151,99	0,32	0,76
III-4	417,65	921,47	207,80	136,81	0,33	0,96
Sistema III	504,10	1.050,35	204,55	164,05	0,33	0,80
IV-1	338,20	614,27	161,42	101,81	0,30	0,59
IV-2	246,69	508,74	119,87	79,48	0,32	0,83
Sistema IV	313,97	586,33	150,42	95,90	0,31	0,65
V-1	314,05	654,62	140,10	115,84	0,37	0,74
V-2	338,45	692,32	159,94	117,14	0,35	0,86
Sistema V	331,87	682,15	154,58	116,79	0,35	0,83
DHCMA	548,00	1.067,01	231,29	175,21	0,32	0,80

Tabla nº 6. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). Serie 1940/41-2017/2018.

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Coef. variación	Coef. sesgo
I-1	991,55	2.121,92	478,36	365,04	0,37	1,14
I-2	1.010,61	1.880,42	475,40	339,74	0,34	0,79
I-3	802,08	1.660,23	310,28	313,53	0,39	1,15
I-4	574,25	1.121,91	249,40	206,82	0,36	1,01
I-5	445,03	765,03	195,00	143,06	0,32	0,55
Sistema I	743,35	1.463,12	330,32	266,50	0,36	0,99
II-1	595,44	1.036,49	240,23	202,74	0,34	0,78
II-2	757,72	1.317,31	341,87	231,80	0,31	0,69
Sistema II	616,23	1.072,48	253,26	206,46	0,34	0,77
III-1	592,09	1.332,36	205,90	253,66	0,43	1,04
III-2	561,63	1.164,07	209,23	211,99	0,38	1,03
III-3	447,30	967,19	173,41	167,66	0,37	1,16
III-4	402,82	921,47	207,80	154,55	0,38	1,34
Sistema III	484,37	1.050,35	204,55	185,42	0,38	1,18
IV-1	315,80	614,27	161,42	109,54	0,35	1,02
IV-2	230,82	413,29	119,87	75,26	0,33	0,86
Sistema IV	293,30	561,07	150,42	100,46	0,34	0,98
V-1	313,10	654,62	140,34	124,63	0,40	0,85
V-2	322,28	625,89	159,94	116,27	0,36	0,92
Sistema V	319,80	633,64	154,65	118,52	0,37	0,90
DHCMA	528,61	1.048,08	237,24	190,80	0,36	0,99

Tabla nº 7. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). Serie 1980/81-2017/18.

Como se puede ver en las tablas anteriores, el valor medio de precipitación en la demarcación es de 548 y 529 mm para el periodo histórico y para el periodo reciente respectivamente. Los valores más elevados por sistemas se dan en la zona occidental de la cuenca, produciéndose un descenso gradual en sentido este.

A nivel de subsistema, la cuenca del río Guadiaro (subsistema I-2) presenta los valores más elevados de precipitación frente a los mínimos de la comarca natural del Campo de Níjar (subsistema IV-2).

En todos los ámbitos territoriales las precipitaciones medias son menores en el periodo 1980/81-2017/18. Atendiendo al coeficiente de variación se puede observar que la dispersión de los datos es mayor, en general, para el periodo 1980/81-2017/18. Con la excepción de los subsistemas I-5 y II-2, el coeficiente de sesgo se incrementa también en ese periodo, lo que indica la existencia de un mayor número de años con precipitaciones superiores a la media a pesar de la disminución global de las mismas.

La Tabla nº 8 y la Tabla nº 9 muestran los estadísticos de las series de **escorrentía total** (hm³/año), por sistemas y subsistemas de explotación.

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Coef. variación	Coef. sesgo
I-1	247,24	973,77	15,19	195,93	0,79	1,54
I-2	645,79	1.765,26	88,19	407,01	0,63	0,92
I-3	326,87	1.095,49	38,61	226,36	0,69	1,49
I-4	565,01	1.996,89	89,31	405,47	0,72	1,59
I-5	7,36	50,10	0,07	9,81	1,33	2,20
Sistema I	1.792,27	5.881,52	231,38	1.244,57	0,72	1,44
II-1	234,34	549,71	41,94	127,77	0,55	0,99
II-2	58,63	157,75	9,17	31,27	0,53	0,86
Sistema II	292,97	707,46	51,11	159,04	0,54	0,97
III-1	48,19	170,39	4,59	32,52	0,67	1,25
III-2	371,62	1.140,38	48,91	210,87	0,57	1,18
III-3	50,35	228,12	2,65	41,69	0,83	1,73
III-4	178,93	798,32	33,87	125,91	0,70	2,10
Sistema III	649,10	2.337,21	90,02	410,99	0,66	1,63
IV-1	124,92	544,28	23,49	88,80	0,71	2,10
IV-2	15,36	100,59	1,33	17,26	1,12	2,94
Sistema IV	140,28	644,87	24,82	106,06	0,82	2,32
V-1	34,97	229,66	3,87	37,66	1,08	2,73
V-2	87,71	433,57	10,51	94,92	1,08	2,13
Sistema V	122,67	663,23	14,39	132,58	1,08	2,29
DHCMA	2.997,29	10.234,28	411,72	2.053,25	0,78	1,76

Tabla nº 8. Estadísticos básicos de las series anuales de escorrentía total (hm³/año). Serie 1940/41-2017/18.

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Coef. variación	Coef. sesgo
I-1	238,37	973,77	15,19	216,01	0,91	1,71
I-2	610,40	1.728,21	88,19	425,86	0,70	1,10
I-3	312,72	1.095,49	38,61	246,74	0,79	1,75
I-4	554,81	1.996,89	89,31	459,46	0,83	1,71
I-5	6,69	41,66	0,07	9,32	1,39	2,10
Sistema I	1.722,99	5.836,02	231,38	1.357,39	0,81	1,59
II-1	216,72	549,71	41,94	133,93	0,62	1,25
II-2	49,90	121,02	9,17	27,94	0,56	0,96
Sistema II	266,61	670,73	51,11	161,88	0,61	1,21
III-1	47,34	170,39	4,59	37,03	0,78	1,52
III-2	348,31	1.140,38	48,91	240,04	0,69	1,61
III-3	46,90	228,12	2,65	46,46	0,99	2,23
III-4	170,94	798,32	33,87	148,83	0,87	2,42
Sistema III	613,48	2.337,21	90,02	472,36	0,80	2,01
IV-1	110,11	544,28	23,49	98,61	0,90	2,70
IV-2	13,07	80,16	1,33	14,59	1,12	3,00
Sistema IV	123,18	624,44	24,82	113,20	0,95	2,78
V-1	34,72	171,93	4,71	34,92	1,01	2,16
V-2	73,42	395,15	10,51	73,76	1,00	2,44
Sistema V	108,14	567,08	15,22	108,68	1,00	2,37
DHCMA	2.834,40	10.035,48	412,55	2.213,51	0,86	1,99

Tabla nº 9. Estadísticos básicos de las series anuales de escorrentía total (hm³/año). Serie 1980/81-2017/18.

La escorrentía anual media en la demarcación es de 2.997 hm³/año en el periodo histórico y de 2.834 hm³/año en el periodo corto, por lo que, al igual que ocurría con las precipitaciones, en los últimos años se produce una reducción de la escorrentía en la demarcación (en torno al 5,5%). Esta tendencia se repite en cada uno de los sistemas y subsistemas de la DHCMA.

Los coeficientes de variación y sesgo son mayores en el periodo corto para todos los subsistemas, salvo el subsistema V-1, y en la zona endorreica de Fuente de Piedra (subsistema I-5) que tiene un coeficiente de sesgo mayor en el periodo largo.

4.3.2 SERIES MENSUALES

A continuación, se recoge la distribución media mensual de los principales flujos, indicándose los valores medios de precipitación, evapotranspiración potencial y real, recarga a los acuíferos y escorrentía total para cada mes del año en cada sistema y en el conjunto de la demarcación. En todos los casos los valores son los estimados a partir de las series derivadas del SIMPA.

Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas:

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía sub.	Escorrentía total
Oct	1.043,82	1.162,61	635,46	72,00	45,32	169,07
Nov	1.369,55	719,31	552,22	124,92	64,93	325,21
Dic	1.512,02	501,72	427,78	174,75	91,14	532,94
Ene	1.239,28	545,90	473,95	153,80	109,00	479,09
Feb	1.148,29	788,38	659,48	143,72	115,31	457,32
Mar	1.104,24	1.164,81	870,23	126,62	115,38	406,09
Abr	913,70	1.631,88	1.036,50	77,96	105,69	255,80
May	608,96	2.183,38	929,07	30,68	86,85	148,20
Jun	229,81	2.874,59	515,00	4,00	66,05	72,19
Jul	53,26	2.963,92	158,00	0,36	50,19	50,56
Ago	114,81	2.742,88	131,05	2,22	40,46	42,96
Sept	495,70	1.848,60	442,82	18,96	37,03	59,78
Año	9.833,46	19.127,96	6.831,56	929,99	927,36	2.999,23

Tabla nº 10. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas. Serie 1940/41-2017/18.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía sub.	Escorrentía total
Oct	1.016,22	1.177,87	642,77	66,53	43,11	152,36
Nov	1.543,12	722,70	570,56	147,19	66,61	390,78
Dic	1.470,27	511,01	428,16	174,53,	94,49	572,04
Ene	1.124,30	561,85	473,41	137,72	107,39	436,02
Feb	1.051,68	801,57	656,02	123,83	108,05	384,49
Mar	991,11	1.196,94	850,80	107,60	104,78	350,99
Abr	819,42	1.654,69	975,57	61,12	94,22	210,12
May	562,57	2.212,71	861,26	25,38	76,85	124,16
Jun	193,67	2.934,85	448,07	3,66	58,92	64,73
Jul	41,12	3.001,18	128,83	0,15	45,29	45,50
Ago	119,84	2.763,90	130,27	2,31	36,85	39,43
Sept	552,22	1.858,22	483,99	23,36	34,85	63,48
Año	9.485,54	19.397,49	6.649,72	873,37	871,39	2.834,10

Tabla nº 11. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas. Serie 1980/81-2017/18

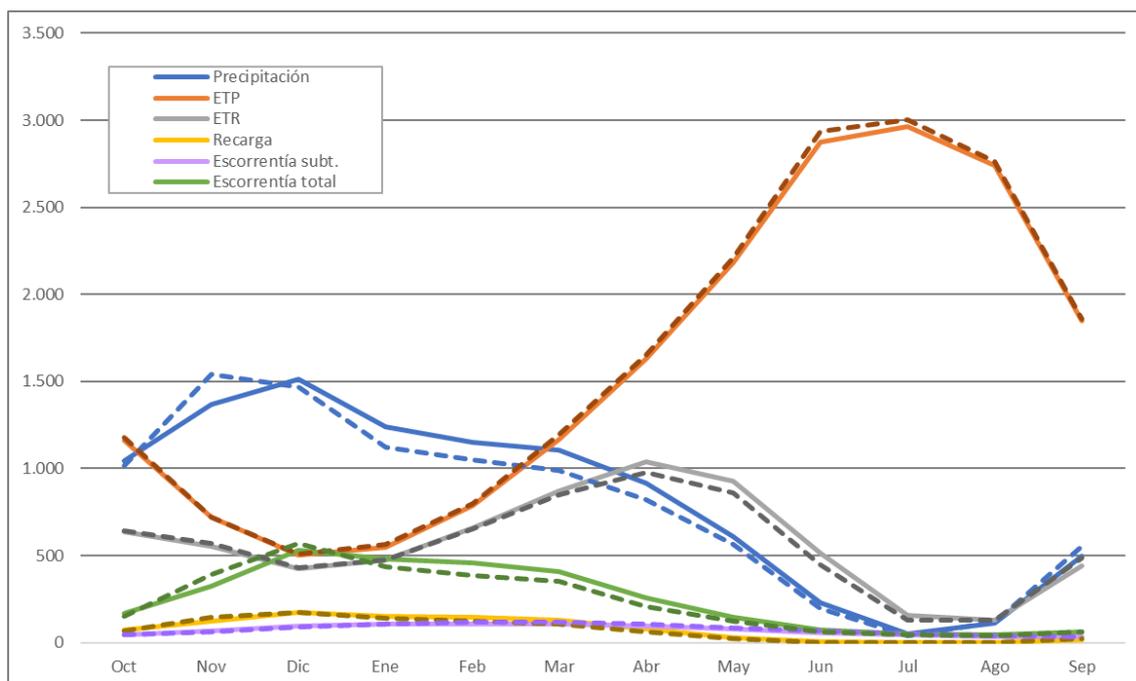


Figura nº 34. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en la DHCMA. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).

Sistema I:

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía subt.	Escorrentía total
Oct	547,06	467,67	296,62	31,27	21,55	90,28
Nov	766,60	288,48	253,75	59,30	30,46	189,55
Dic	862,81	200,07	190,15	85,10	43,14	329,99
Ene	714,37	213,69	208,39	79,92	52,84	310,62
Feb	664,56	308,40	295,67	78,68	57,70	303,14
Mar	614,73	453,20	417,44	68,84	59,01	258,51
Abr	439,41	639,50	538,21	34,11	52,97	135,79
May	269,18	858,54	527,44	12,47	42,07	69,49
Jun	90,07	1.148,17	341,92	1,25	31,79	33,76
Jul	14,98	1.235,35	118,37	0,06	24,55	24,59
Ago	43,71	1.128,04	62,86	0,76	20,25	21,32
Sept	206,70	758,48	187,49	5,59	18,30	26,14
Año	5.234,20	7.699,58	3.438,29	457,35	454,62	1.793,18

Tabla nº 12. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas, Sistema I. Serie 1940/41-2017/18.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía subt.	Escorrentía total
Oct	557,94	471,85	315,56	30,21	20,86	83,95
Nov	866,69	289,28	257,84	71,19	31,76	230,03
Dic	870,44	201,70	191,83	90,68	46,07	368,10
Ene	645,92	218,50	210,65	73,79	53,89	283,89

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía subst.	Escorrentía total
Feb	592,99	310,84	293,24	68,17	55,31	256,33
Mar	530,58	463,50	412,04	57,19	54,12	218,95
Abr	437,41	646,71	529,93	31,19	48,34	120,72
May	250,89	862,76	501,78	10,61	38,70	59,58
Jun	70,03	1.172,68	305,98	1,07	29,45	31,25
Jul	10,29	1.246,07	97,67	0,01	23,04	23,04
Ago	46,10	1.129,92	59,00	1,01	19,20	20,64
Sept	221,98	757,45	199,63	6,26	17,58	26,55
Año	5.101,25	7.771,25	3.375,16	441,38	438,31	1.723,03

Tabla nº 13. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas, Sistema I. Serie 1980/81-2017/18

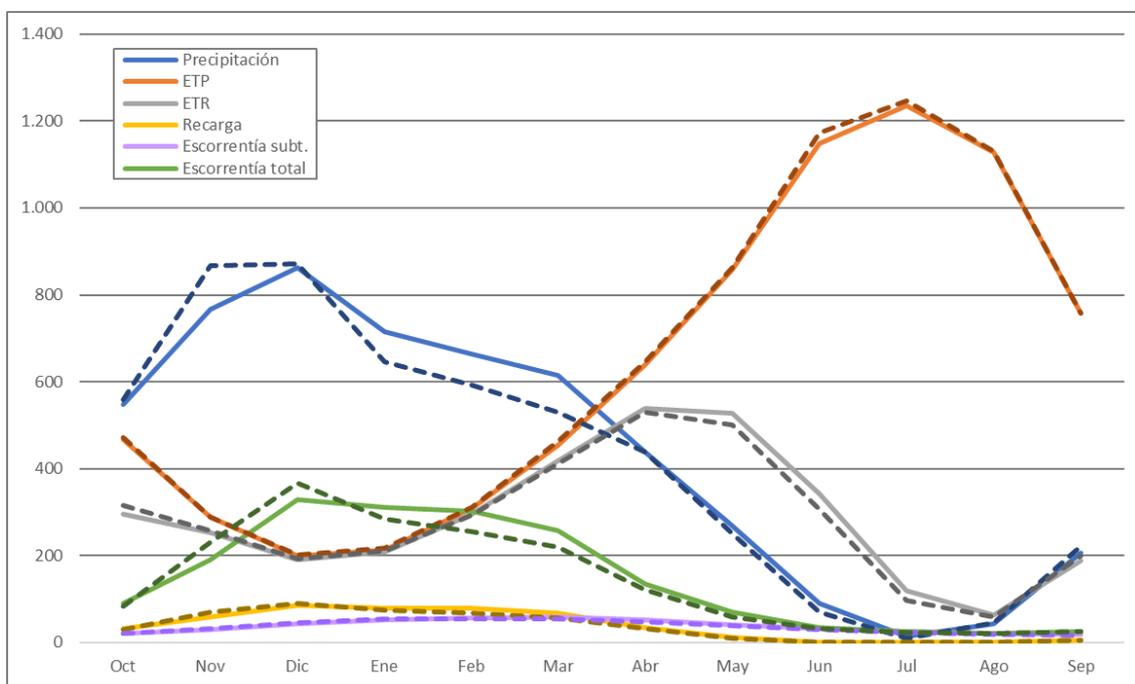


Figura nº 35. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas, Sistema I. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).

Sistema II:

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía subt.	Escorrentía total
Oct	81,47	75,29	47,26	11,16	8,33	17,14
Nov	114,07	45,85	39,38	20,27	10,46	32,64
Dic	119,35	31,95	29,70	25,90	12,98	47,60
Ene	96,81	34,36	32,56	22,83	14,69	42,96
Feb	88,56	48,45	44,96	21,69	15,54	37,71
Mar	90,48	72,19	64,29	19,94	15,96	35,16
Abr	73,44	103,21	80,98	12,38	15,37	25,03
May	43,88	138,28	69,27	5,04	13,69	16,36
Jun	16,26	176,79	28,35	0,62	11,51	11,71
Jul	3,35	183,52	3,88	0,07	9,63	9,64
Ago	5,33	167,23	5,18	0,12	8,28	8,31
Sept	35,46	122,01	30,66	2,70	7,59	9,03
Año	768,47	1.199,13	476,48	142,70	144,02	293,31

Tabla nº 14. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas, Sistema II. Serie 1940/41-2017/18.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía subt.	Escorrentía total
Oct	81,04	76,07	49,04	10,78	7,64	15,26
Nov	130,93	45,89	40,01	23,94	10,24	39,25
Dic	110,06	32,17	29,74	23,78	12,66	46,31
Ene	83,24	34,80	32,29	19,23	13,75	37,38
Feb	75,58	48,61	44,00	17,46	14,08	29,71
Mar	77,60	73,47	62,69	15,49	14,04	29,48
Abr	68,04	103,62	77,91	10,29	13,44	20,39
May	39,69	139,02	62,08	4,04	12,00	14,27
Jun	12,40	179,44	21,48	0,42	10,10	10,25
Jul	2,44	186,34	2,70	0,02	8,52	8,52
Ago	5,91	168,52	5,77	0,10	7,39	7,42
Sept	38,34	122,98	33,19	2,92	6,86	8,40
Año	725,28	1.210,93	460,92	128,47	130,73	266,62

Tabla nº 15. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas, Sistema II. Serie 1980/81-2017/18

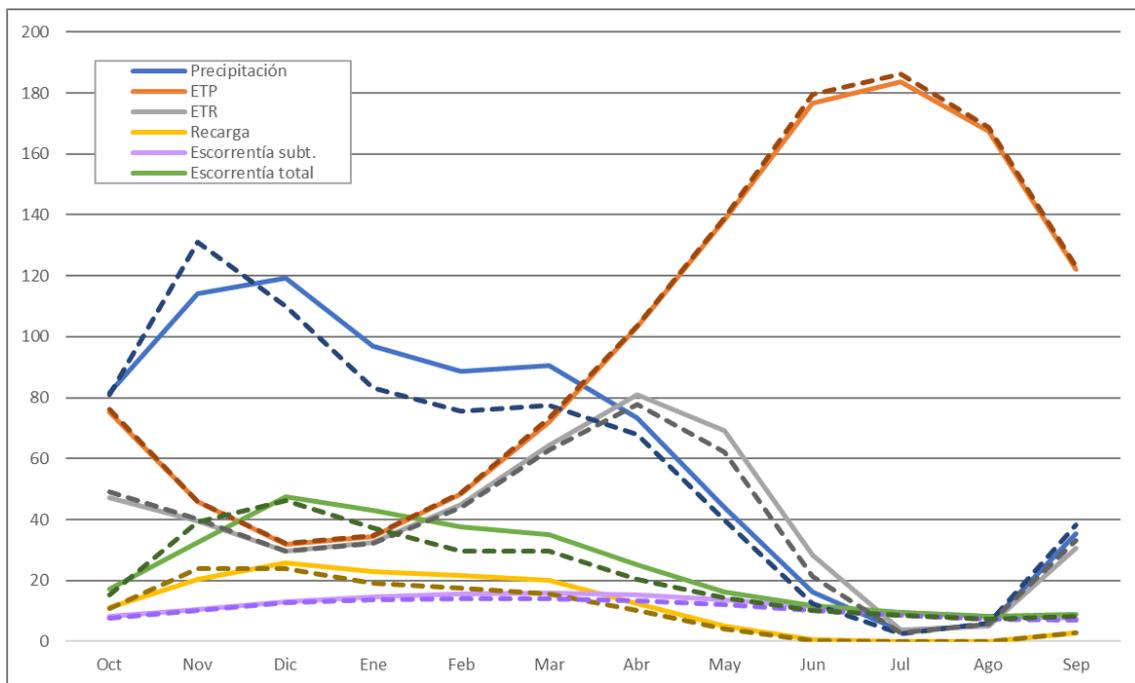


Figura nº 36. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas, Sistema II. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).

Sistema III:

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escurrentía subt.	Escurrentía total
Oct	178,48	214,14	111,42	16,74	9,49	40,55
Nov	234,56	133,44	98,40	28,96	16,05	74,51
Dic	271,71	93,77	75,43	41,04	24,40	112,12
Ene	218,40	102,59	85,52	34,97	29,29	93,03
Feb	204,13	146,28	118,21	30,33	29,90	86,74
Mar	191,45	217,22	155,26	25,66	28,64	84,85
Abr	167,55	302,62	169,54	18,10	25,72	65,26
May	115,97	411,65	132,57	7,65	20,50	44,59
Jun	44,53	545,25	55,55	1,09	14,28	17,01
Jul	13,32	519,79	13,57	0,15	9,56	9,79
Ago	20,92	499,07	19,40	0,65	6,87	7,75
Sept	86,90	329,53	74,34	4,96	6,36	13,30
Año	1.747,92	3.515,36	1.109,19	210,31	221,07	649,49

Tabla nº 16. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas, Sistema III. Serie 1940/41-2017/18.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escurrentía subt.	Escurrentía total
Oct	173,71	219,14	112,38	15,91	8,95	37,25
Nov	276,56	135,29	103,09	35,68	17,13	93,62
Dic	260,95	96,46	75,19	40,43	25,84	120,29
Ene	191,84	106,54	84,45	29,86	28,58	84,18

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía subt.	Escorrentía total
Feb	179,36	149,72	115,68	25,19	27,41	70,88
Mar	171,41	225,16	148,66	21,81	25,44	75,26
Abr	147,80	309,27	159,23	13,66	22,18	51,15
May	110,63	420,56	118,48	7,19	17,55	36,94
Jun	41,06	560,07	47,23	1,11	12,45	14,74
Jul	11,41	531,09	11,39	0,08	8,37	8,54
Ago	19,34	507,82	18,27	0,46	5,97	6,58
Sept	95,43	334,03	80,80	5,67	5,86	13,91
Año	1.679,51	3.595,14	1.074,84	197,05	205,73	613,34

Tabla nº 17. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas, Sistema III. Serie 1980/81-2017/18

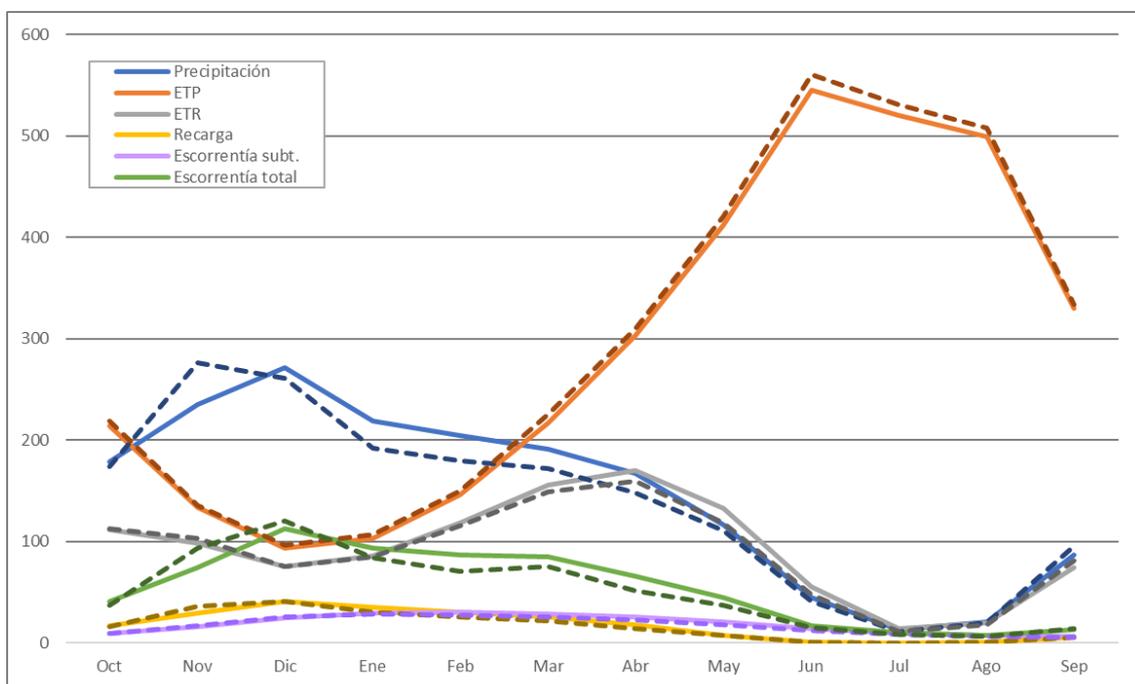


Figura nº 37. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas, Sistema III. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).

Sistema IV:

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía subt.	Escorrentía total
Oct	101,89	191,32	80,56	5,79	2,81	10,01
Nov	115,26	119,19	73,77	8,68	3,96	15,03
Dic	125,20	83,77	60,73	13,22	5,73	23,87
Ene	99,90	91,94	66,40	9,87	6,77	19,33
Feb	92,37	134,93	91,68	7,52	6,68	16,66
Mar	92,87	197,46	103,06	6,35	6,26	15,16
Abr	104,05	272,67	103,43	6,92	6,01	15,71
May	77,92	361,27	83,18	2,83	5,26	9,33

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Esorrentía sub.	Esorrentía total
Jun	33,39	473,19	36,41	0,52	3,98	4,77
Jul	9,44	470,61	9,46	0,06	2,89	2,97
Ago	19,21	449,05	18,37	0,49	2,24	2,58
Sept	66,87	301,82	60,82	2,58	2,17	5,00
Año	938,39	3.147,22	787,88	64,84	54,75	140,42

Tabla nº 18. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas, Sistema IV. Serie 1940/41-2017/18.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Esorrentía sub.	Esorrentía total
Oct	88,51	193,12	74,21	4,54	2,60	7,43
Nov	121,68	119,32	76,79	9,13	3,76	15,30
Dic	111,99	85,39	58,48	11,79	5,42	22,32
Ene	90,51	93,81	63,63	8,10	6,21	17,38
Feb	94,14	136,77	90,18	7,24	6,14	15,01
Mar	91,05	201,76	98,42	6,33	5,91	13,85
Abr	74,53	274,70	85,39	3,30	5,22	9,51
May	70,95	366,12	73,89	2,02	4,22	7,39
Jun	30,54	479,52	31,20	0,61	3,25	4,31
Jul	7,66	474,60	7,68	0,03	2,41	2,44
Ago	19,21	451,27	18,54	0,42	1,89	2,13
Sept	75,83	302,94	67,43	3,37	2,04	5,93
Año	876,61	3.179,31	745,83	56,87	49,07	123,01

Tabla nº 19. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas, Sistema IV. Serie 1980/81-2017/18

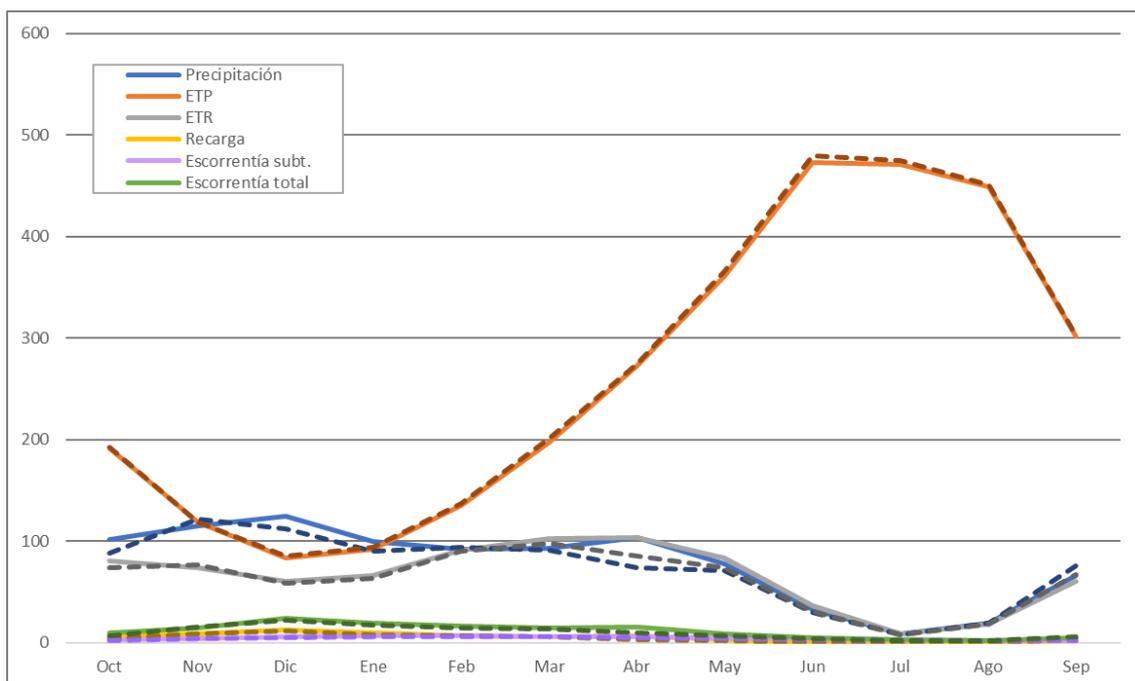


Figura nº 38. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas, Sistema IV. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).

Sistema V:

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía subt.	Escorrentía total
Oct	134,92	214,18	99,60	7,05	3,15	11,10
Nov	139,07	132,34	86,92	7,71	4,00	13,48
Dic	132,96	92,16	71,77	9,48	4,90	19,37
Ene	109,80	103,32	81,09	6,21	5,42	13,14
Feb	98,67	150,31	108,96	5,51	5,48	13,06
Mar	114,70	224,73	130,17	5,82	5,51	12,42
Abr	129,26	313,90	144,33	6,44	5,62	14,02
May	102,01	413,64	116,62	2,69	5,34	8,44
Jun	45,56	531,18	52,76	0,52	4,49	4,94
Jul	12,17	554,65	12,73	0,02	3,56	3,57
Ago	25,62	499,50	25,24	0,19	2,83	3,00
Sept	99,77	336,77	89,52	3,12	2,61	6,30
Año	1.144,49	3.566,67	1.019,72	54,77	52,90	122,84

Tabla nº 20. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas, Sistema V. Serie 1940/41-2017/18.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía subt.	Escorrentía total
Oct	115,03	217,69	91,58	5,09	3,05	8,47
Nov	147,25	132,92	92,83	7,24	3,72	12,59
Dic	116,83	95,30	72,93	7,86	4,50	15,03

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Recarga	Escorrentía subt.	Escorrentía total
Ene	112,78	108,21	82,39	6,74	4,96	13,19
Feb	109,62	155,62	112,91	5,77	5,11	12,55
Mar	120,48	233,05	128,99	6,78	5,27	13,45
Abr	91,63	320,40	123,11	2,70	5,04	8,35
May	90,40	424,23	105,03	1,51	4,38	5,99
Jun	39,64	543,14	42,18	0,45	3,66	4,17
Jul	9,30	563,09	9,39	0,01	2,96	2,96
Ago	29,29	506,38	28,70	0,31	2,40	2,65
Sept	120,64	340,83	102,94	5,14	2,51	8,70
Año	1.102,88	3.640,87	992,98	49,60	47,55	108,09

Tabla nº 21. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas, Sistema V. Serie 1980/81-2017/18

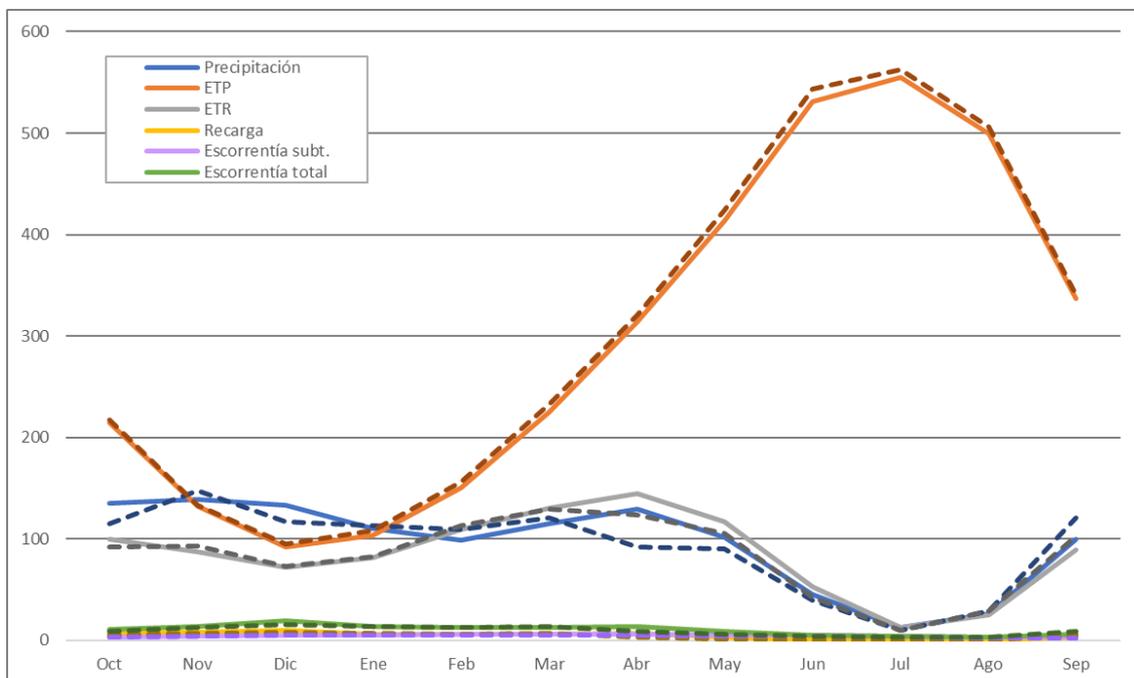


Figura nº 39. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas, Sistema V. Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).

4.3.3 APORTACIONES POR MASA DE AGUA SUPERFICIAL

Para cada una de las masas de agua superficial de la demarcación se han obtenido series de aportaciones en régimen natural a partir de los siguientes datos:

- Escorrentía total calculada por el modelo SIMPA.
- Entradas a embalses estimadas por los servicios de explotación de las presas.
- Caudales diarios medidos por las estaciones de aforo o caudales mensuales. En algunos casos, los datos procedían de estudios previos en los que se habían corregido para subsanar errores de medición o cambios en la curva de gasto.
- Series diarias obtenidas a partir del modelo Sacramento (modelo SSMA-2).

La Figura nº 40 muestra la localización de los puntos de la red hidrográfica en los que se han obtenido las citadas series de aportaciones.

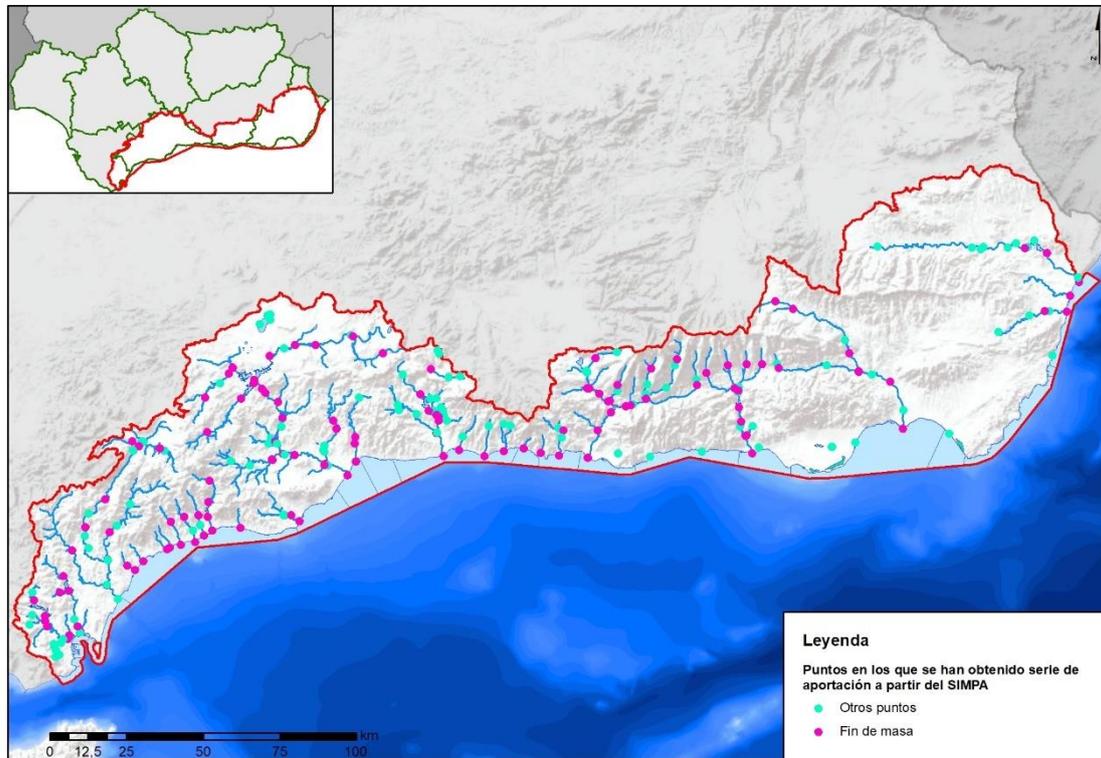


Figura nº 40. Localización de los puntos en los que se han obtenido series de aportación a partir del SIMPA

La Tabla nº 22 recoge los valores medios, máximos y mínimos de aportación en cada una de las masas de agua superficial de la categoría río definidas y para los dos periodos considerados (1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18).

Masa/ámbito	Serie 1940/41-2017/18			Serie 1980/81-2017/18		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
ES060MSPF0611010	21,28	77,10	1,52	19,25	68,04	1,52
ES060MSPF0611020	37,51	123,92	3,41	33,99	112,46	3,41
ES060MSPF0611030	27,08	81,79	2,38	26,22	81,79	2,38
ES060MSPF0611040	25,20	70,58	2,86	24,84	70,58	2,86
ES060MSPF0611050	118,70	368,11	10,06	113,19	368,11	10,06
ES060MSPF0611060	6,42	31,64	0,07	6,26	31,64	0,07
ES060MSPF0611080	30,21	119,32	0,73	25,97	99,77	0,73
ES060MSPF0611090	53,73	197,45	1,11	49,34	190,21	1,11
ES060MSPF0611100	17,10	64,35	0,24	16,60	64,35	0,24
ES060MSPF0611110Z	71,59	281,70	2,60	66,98	281,70	2,60
ES060MSPF0611120	10,81	61,16	0,31	11,01	61,16	0,31
Subsistema I-1	207,53	742,61	13,04	197,44	742,61	13,04
ES060MSPF0612010A	14,27	50,63	1,26	11,25	50,63	1,26

Masa/ámbito	Serie 1940/41-2017/18			Serie 1980/81-2017/18		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
ES060MSPF0612010B	77,06	285,71	8,58	58,40	145,19	8,58
ES060MSPF0612020	50,63	110,30	8,34	46,79	110,30	8,34
ES060MSPF0612030	217,13	580,45	34,81	172,42	395,59	34,81
ES060MSPF0612040A	114,51	401,33	17,78	108,13	401,33	17,78
ES060MSPF0612040B	130,38	425,78	19,46	122,47	425,78	19,46
ES060MSPF0612050A	78,98	261,67	5,96	79,28	261,67	5,96
ES060MSPF0612050B	113,68	416,55	7,54	113,58	416,55	7,54
ES060MSPF0612061	379,54	891,42	65,53	319,89	740,43	65,53
ES060MSPF0612062	688,56	1.692,63	105,70	618,90	1.639,30	105,70
Subsistema I-2	688,56	1.692,63	105,70	618,90	1.639,30	105,70
ES060MSPF0613010	9,04	41,17	0,97	7,26	29,65	0,97
ES060MSPF0613020	10,24	44,14	1,14	8,24	33,11	1,14
ES060MSPF0613030	7,86	34,13	0,61	6,41	23,13	0,61
ES060MSPF0613040	8,25	23,31	1,31	6,71	22,94	1,31
ES060MSPF0613050	7,42	21,23	0,82	6,26	21,23	0,82
ES060MSPF0613061	19,90	63,94	1,90	18,06	59,82	1,90
ES060MSPF0613062	25,03	79,53	2,88	22,53	78,77	2,88
ES060MSPF0613071	21,70	70,72	2,09	19,03	64,00	2,09
ES060MSPF0613072Z	28,19	90,18	3,42	24,64	87,18	3,42
ES060MSPF0613091	16,37	55,35	1,54	14,41	47,22	1,54
ES060MSPF0613092Z	18,44	61,46	1,96	16,32	55,04	1,96
ES060MSPF0613110	21,81	82,33	4,20	20,66	82,33	4,20
ES060MSPF0613120	50,99	221,76	7,17	48,84	221,76	7,17
ES060MSPF0613130	67,28	302,18	8,31	63,71	302,18	8,31
ES060MSPF0613140	70,11	313,45	8,52	66,54	313,45	8,52
ES060MSPF0613150	9,59	36,54	0,99	9,84	36,54	0,99
ES060MSPF0613160	25,99	109,59	1,83	26,60	109,59	1,83
ES060MSPF0613170	29,15	121,70	2,17	29,86	121,70	2,17
Subsistema I-3	214,27	825,66	23,80	197,35	793,09	23,80
ES060MSPF0614010	9,22	46,18	0,21	8,69	44,09	0,21
ES060MSPF0614021A	16,83	39,84	3,22	14,87	35,97	3,22
ES060MSPF0614021B	107,78	353,06	12,10	98,60	286,01	12,10
ES060MSPF0614021C	14,66	45,73	0,94	12,32	41,06	0,94
ES060MSPF0614022	5,89	17,99	0,63	5,82	17,99	0,63
ES060MSPF0614030	119,80	405,13	14,16	110,75	331,22	14,16
ES060MSPF0614040A	17,94	74,08	1,58	17,61	74,08	1,58
ES060MSPF0614040B	49,84	219,47	5,29	49,44	219,47	5,29
ES060MSPF0614050	11,69	55,65	2,14	11,95	55,65	2,14
ES060MSPF0614060	74,80	339,63	10,39	75,50	339,63	10,39
ES060MSPF0614070A	19,70	49,51	3,51	19,00	49,51	4,41
ES060MSPF0614070B	54,91	171,54	13,80	53,04	171,54	13,80

Masa/ámbito	Serie 1940/41-2017/18			Serie 1980/81-2017/18		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
ES060MSPF0614080	59,68	196,43	14,09	57,97	196,43	14,09
ES060MSPF0614090A	256,31	793,77	39,80	246,20	793,77	39,80
ES060MSPF0614090B	259,27	799,94	41,18	249,12	799,94	41,18
ES060MSPF0614100	9,84	48,15	0,00	8,95	48,15	0,00
ES060MSPF0614110	11,00	62,73	0,37	10,91	62,73	0,37
ES060MSPF0614120	13,46	69,59	2,40	14,06	69,59	2,40
ES060MSPF0614130	16,27	76,94	3,10	16,17	76,94	3,10
ES060MSPF0614140A	104,52	443,62	14,84	113,47	443,62	14,84
ES060MSPF0614140B	22,39	201,18	1,87	30,09	201,18	1,87
ES060MSPF0614140C	128,49	651,64	16,89	145,12	651,64	16,89
ES060MSPF0614150A	275,42	881,88	41,89	265,42	881,88	41,89
ES060MSPF0614150B	323,21	1.124,38	48,28	313,58	1.124,38	48,28
ES060MSPF0614160	7,91	43,26	0,25	8,57	43,26	0,25
ES060MSPF0614170	5,56	27,64	0,12	5,99	27,64	0,12
ES060MSPF0614180	13,17	50,36	0,45	13,12	50,36	0,45
ES060MSPF0614190	14,57	58,82	0,46	14,58	58,82	0,46
ES060MSPF0614200	28,63	102,27	1,74	28,02	102,27	1,74
ES060MSPF0614210	507,19	1.989,30	68,34	514,91	1.989,30	68,34
ES060MSPF0614220	515,15	2.019,36	69,16	522,85	2.019,36	69,16
ES060MSPF0614230	10,95	53,29	0,00	9,15	53,29	0,00
ES060MSPF0614240	11,79	58,02	0,00	9,89	58,02	0,00
ES060MSPF0614250	15,55	69,62	0,32	13,43	69,62	0,32
Subsistema I-4	530,70	2.088,99	69,48	536,28	2.088,99	69,48
Subsistema I-5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sistema I	1.641,06	5.349,89	212,02	1.549,97	5.263,99	212,02
ES060MSPF0621010	20,55	72,07	2,17	17,57	50,25	2,17
ES060MSPF0621020	23,95	90,05	2,70	20,42	57,23	2,70
ES060MSPF0621030	18,41	55,05	0,82	13,95	38,49	0,82
ES060MSPF0621040	3,72	9,71	0,27	3,19	9,15	0,27
ES060MSPF0621050	8,10	45,08	0,12	7,20	45,08	0,12
ES060MSPF0621060	44,45	138,29	2,81	41,19	138,29	2,81
ES060MSPF0621070	106,41	315,08	8,06	93,43	294,77	8,06
ES060MSPF0623010	11,21	37,60	1,34	9,94	34,97	1,34
ES060MSPF0623020	12,61	29,55	4,51	11,17	29,55	4,51
ES060MSPF0623030	16,20	33,28	6,18	15,06	33,28	6,18
Subsistema II-1	146,42	415,50	20,09	129,61	392,57	20,09
ES060MSPF0622010Z	41,00	112,46	6,20	34,71	90,51	6,20
Subsistema II-2	41,00	112,46	6,20	34,71	90,51	6,20
Sistema II	187,43	527,97	26,29	164,32	483,07	26,29
ES060MSPF0631010	4,96	13,48	1,11	4,80	13,48	1,11
ES060MSPF0631020	6,30	22,95	0,55	6,27	22,95	0,55

Masa/ámbito	Serie 1940/41-2017/18			Serie 1980/81-2017/18		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
ES060MSPF0631030	22,98	65,21	4,01	17,06	65,21	4,01
ES060MSPF0631040	27,21	80,32	4,99	21,03	80,32	4,99
Subsistema III-1	38,46	116,75	6,65	32,11	116,75	6,65
ES060MSPF0632010	12,85	32,13	1,97	11,44	31,62	1,97
ES060MSPF0632020	30,56	111,01	5,56	28,75	111,01	5,56
ES060MSPF0632030	23,43	60,79	3,91	18,90	59,59	3,91
ES060MSPF0632040A	42,33	154,84	12,03	39,74	154,84	12,03
ES060MSPF0632040B	38,36	87,54	7,24	31,09	84,83	7,24
ES060MSPF0632040C	85,05	256,53	21,60	75,19	256,53	21,60
ES060MSPF0632050	10,70	33,90	0,67	8,69	33,90	0,67
ES060MSPF0632060A	24,11	108,93	4,08	22,97	94,67	4,08
ES060MSPF0632060B	125,25	409,51	29,18	112,66	409,51	29,18
ES060MSPF0632070	19,86	33,42	6,80	17,48	29,44	6,80
ES060MSPF0632080A	44,64	70,08	28,62	43,70	70,08	28,62
ES060MSPF0632080B	9,89	19,27	5,02	10,79	19,27	6,50
ES060MSPF0632090	11,34	31,39	1,28	9,53	25,01	1,28
ES060MSPF0632100	58,52	96,41	32,12	55,94	96,41	32,12
ES060MSPF0632110	11,87	39,98	0,72	9,73	39,98	0,72
ES060MSPF0632120	13,80	48,69	1,94	11,66	48,69	1,94
ES060MSPF0632130A	61,12	105,93	32,57	58,67	105,93	32,57
ES060MSPF0632130B	203,13	578,94	64,83	186,21	578,94	64,83
ES060MSPF0632140	4,64	14,61	0,82	3,42	14,61	0,82
ES060MSPF0632150A	221,37	629,24	67,20	202,06	629,24	67,20
ES060MSPF0632150B	230,00	663,88	67,56	210,54	663,88	67,56
Subsistema III-2	230,00	663,88	67,56	210,54	663,88	67,56
Subsistema III-3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ES060MSPF0634010	3,79	15,75	0,27	3,38	15,75	0,27
ES060MSPF0634020	4,25	17,67	0,30	3,79	17,67	0,30
ES060MSPF0634030	5,41	22,49	0,38	4,83	22,49	0,38
ES060MSPF0634040	3,08	12,83	0,22	2,76	12,83	0,22
ES060MSPF0634050A	14,27	59,37	1,01	12,75	59,37	1,01
ES060MSPF0634050B	18,53	77,12	1,31	16,56	77,12	1,31
ES060MSPF0634050C	10,19	42,38	0,72	9,10	42,38	0,72
ES060MSPF0634060	41,08	182,78	3,49	37,88	182,78	3,49
ES060MSPF0634070A	43,71	193,75	3,96	40,57	193,75	3,96
ES060MSPF0634070B	55,70	236,54	6,57	52,12	236,54	6,57
ES060MSPF0634080	17,04	74,73	3,00	16,65	74,73	3,00
ES060MSPF0634090	73,69	316,04	9,86	69,52	316,04	9,86
Subsistema III-4	73,69	316,04	9,86	69,52	316,04	9,86
Sistema III	342,16	1.096,67	84,07	312,16	1.096,67	84,07
ES060MSPF0641010	11,74	38,78	1,43	10,50	38,78	1,43

Masa/ámbito	Serie 1940/41-2017/18			Serie 1980/81-2017/18		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
ES060MSPF0641020	55,03	243,35	9,15	48,70	243,35	9,15
ES060MSPF0641025	5,38	18,75	0,79	4,57	18,75	0,79
ES060MSPF0641030	35,11	161,58	4,08	30,28	161,58	4,08
ES060MSPF0641035	6,72	23,23	1,09	5,81	23,23	1,09
ES060MSPF0641040	35,87	166,17	4,32	30,97	166,17	4,32
ES060MSPF0641050	120,54	521,60	22,75	105,94	521,60	22,75
ES060MSPF0641060Z	124,02	538,94	23,28	109,07	538,94	23,28
Subsistema IV-1	124,02	538,94	23,28	109,07	538,94	23,28
Subsistema IV-2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sistema IV	124,02	538,94	23,28	109,07	538,94	23,28
ES060MSPF0651010Z	19,14	115,55	1,75	19,25	104,26	3,00
ES060MSPF0651030	22,29	133,16	1,98	22,71	123,98	3,52
Subsistema V-1	22,29	133,16	1,98	22,71	123,98	3,52
ES060MSPF0652010	0,24	2,14	0,01	0,24	1,53	0,03
ES060MSPF0652020	7,69	45,25	0,85	7,13	44,46	0,85
ES060MSPF0652040	72,82	397,26	6,87	58,64	311,08	6,87
ES060MSPF0652050	78,34	408,39	8,20	63,74	336,57	8,20
ES060MSPF0652060	82,59	414,75	8,79	67,36	351,95	8,79
Subsistema V-2	82,84	416,89	8,80	67,60	353,48	8,82
Sistema V	105,12	550,05	10,78	90,32	477,46	12,34
DHCMA	2.399,78	8.063,52	356,43	2.225,83	7.860,14	357,99

Tabla nº 22. Estadísticos de las series de aportaciones (hm³) a las masas de agua superficial de la categoría río.

En el Apéndice II.2 se recogen las series de aportaciones en régimen natural a cada una de las masas de agua de la demarcación

Las series de aportaciones adoptadas para cada una de las masas de agua superficial de la demarcación, así como en otros puntos de interés dentro de la red de drenaje, se han contrastado con los caudales medidos por estaciones de aforo y son coherentes con dichas mediciones. A la hora de realizar los contrastes, se ha tenido en cuenta si las estaciones de aforo miden en régimen natural o no y la fiabilidad del método de medida de dicha estación.

Por otra parte, las series finalmente adoptadas se han comparado también con las obtenidas a partir del modelo SIMPA, apareciendo discrepancias en ciertos casos. Las mayores diferencias se han detectado en las masas de agua que nacen en acuíferos alpujárrides, especialmente en los mantos superiores. Es el caso, por ejemplo, del río Torrox, en el que la diferencia entre las simulaciones obtenidas mediante el modelo SIMPA y el modelo SSMA-2 (que tienen en cuenta que la cuenca hidrogeológica hasta este punto es un 25% mayor que la hidrográfica) son evidentes (Figura nº 41).

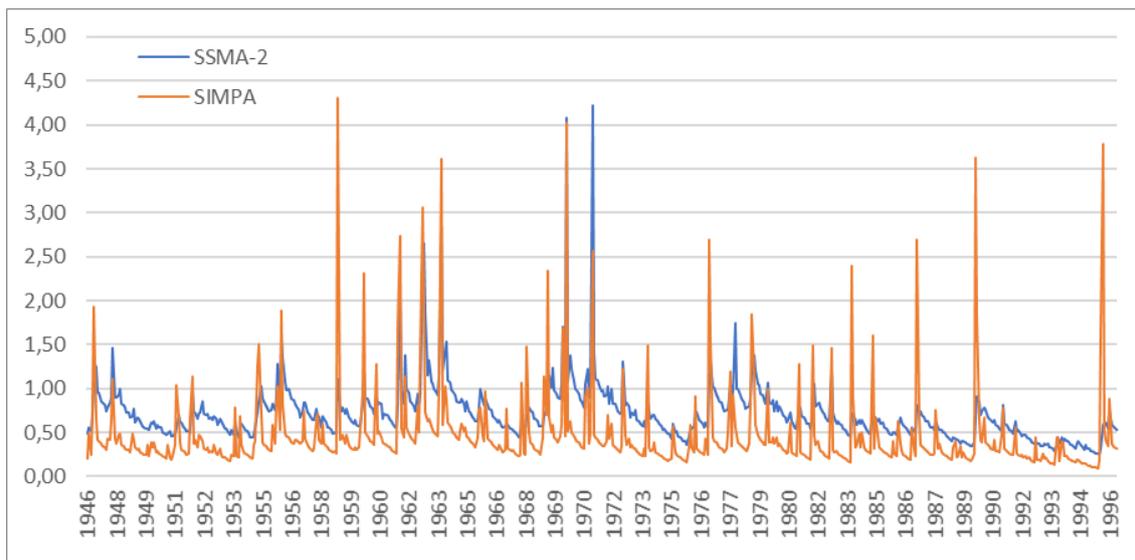


Figura nº 41. Comparativa entre las series de aportaciones en el río Torrox a la altura de la E.A. 6054.

4.3.4 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS NATURALES

Los recursos hídricos subterráneos naturales corresponden a los valores de recarga para las 67 masas de agua subterránea y constituyen una aportación media anual de 1.328,8 hm³/año para el conjunto de la demarcación.

Los recursos subterráneos naturales se han considerado como la tasa de recarga de las masas de agua subterránea descontando los retornos de riego. Para su estimación se ha partido de la información de primer ciclo de planificación hidrológica, que ha sido contrastada con la recogida en el trabajo del IGME (2019) de “Identificación y delimitación de los recintos hidrogeológicos de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas”.

La Tabla nº 23 muestra los recursos naturales de las masas de agua subterránea de la demarcación.

Código	Nombre	Naturaleza	Superficie (km ²)	Infiltración lluvia (hm ³)	Infiltración escorrentía (hm ³)	Recarga lateral (hm ³)	Otros (hm ³)	Recurso natural (hm ³)
ES060MSBT060.001	Cubeta de El Saltador	Detrítica	146,0	0,8	0,8	0,5		2,1
ES060MSBT060.002	Sierra de las Estancias	Carbonatada	380,0	18,9				18,9
ES060MSBT060.003	Alto-Medio Almanzora	Detrítica	610,8	6,6	6,3	12,1		25,0
ES060MSBT060.004	Cubeta de Overa	Detrítica	53,0	0,5	0,1	6,2		6,8
ES060MSBT060.005	Cubeta de Ballabona-Sierra Lisbona-Río Antas	Detrítica	152,1	0,8	1,5			2,3
ES060MSBT060.006	Bajo Almanzora	Detrítica	49,8	0,5	1,2	0,5		2,2
ES060MSBT060.007	Bédar-Alcornia	Carbonatada	20,1	2,0	1,0			3,0

Código	Nombre	Naturaleza	Superficie (km ²)	Infiltración lluvia (hm ³)	Infiltración escorrentía (hm ³)	Recarga lateral (hm ³)	Otros (hm ³)	Recurso natural (hm ³)
ES060MSBT060.008	Aguas	Detrítica	440,1	4,6	1,5	1,0		7,1
ES060MSBT060.009	Campo de Tabernas	Detrítica	165,2	0,7	1,0	1,0		2,7
ES060MSBT060.010	Cuenca del río Nacimiento	Detrítica	205,9	2,0	11,5			13,5
ES060MSBT060.011	Campo de Níjar	Detrítica	582,1	10,0	5,5	1,0		16,5
ES060MSBT060.012	Medio-Bajo Andarax	Mixta	432,5	6,7	12,0	5,0		23,7
ES060MSBT060.013	Campo de Dalías-Sierra de Gádor	Mixta	1.036,4	92,3	26,0	8,0		126,3
ES060MSBT060.014	Oeste de Sierra de Gádor	Carbonatada	278,5	31,7	12,0			43,7
ES060MSBT060.015	Delta del Adra	Mixta	48,8	2,1	15,0	0,5		17,6
ES060MSBT060.016	Albuñol	Mixta	34,8	3,2	1,5	4,6		9,3
ES060MSBT060.017	Sierra de Padul Sur	Carbonatada	44,8	8,7		6,5		15,2
ES060MSBT060.018	Lanjarón-Sierra de Lújar-Medio Guadalfeo	Carbonatada	263,1	29,8	12,0			41,8
ES060MSBT060.019	Sierra de Escalate	Carbonatada	20,7	2,8	3,5		5,8	12,1
ES060MSBT060.020	Carchuna-Castell de Ferro	Mixta	39,0	3,2	3,5			6,7
ES060MSBT060.021	Motril-Salobreña	Detrítica	49,7	1,2	35,0	6,0	8,0	50,2
ES060MSBT060.022	Río Verde	Detrítica	8,5	0,3	14,0			14,3
ES060MSBT060.023	Depresión de Padul	Detrítica	51,8	3,7	10,8	24,0		38,5
ES060MSBT060.024	Sierra Almirajara	Carbonatada	70,9	22,2				22,2
ES060MSBT060.025	Sierra Gorda-Zafarraya	Carbonatada	160,8	44,3	5,0			49,3
ES060MSBT060.026	Río Torrox	Detrítica	4,3	0,2	0,5			0,7
ES060MSBT060.027	Río VElez	Detrítica	43,0	1,6	20,0			21,6
ES060MSBT060.028	Sierra de Gibalto-Arroyo Marín	Mixta	31,1	3,8				3,8
ES060MSBT060.029	Sierra de En medio-Los Tajos	Carbonatada	27,8	6,9	0,5			7,4
ES060MSBT060.030	Sierra de Archidona	Carbonatada	7,6	1,2				1,2
ES060MSBT060.031	Sierra de las Cabras-Camarolos-San Jorge	Carbonatada	70,6	17,0				17,0
ES060MSBT060.032	Torcal de Antequera	Carbonatada	28,7	15,4				15,4
ES060MSBT060.033	Llanos de Antequera-Vega de Archidona	Mixta	374,4	23,6	10,0			33,6

Código	Nombre	Naturaleza	Superficie (km ²)	Infiltración lluvia (hm ³)	Infiltración escorrentía (hm ³)	Recarga lateral (hm ³)	Otros (hm ³)	Recurso natural (hm ³)
ES060MSBT060.034	Fuente de Piedra	Mixta	159,3	11,0				11,0
ES060MSBT060.035	Sierras de Teba-Almargen-Campillos	Mixta	83,8	3,2	0,5	0,5		4,2
ES060MSBT060.036	Sierra del Valle de Abdalajís	Mixta	45,2	7,9				7,9
ES060MSBT060.037	Bajo Guadalhorce	Detrítica	359,8	26,1	15,0	10,0		51,1
ES060MSBT060.038	Sierra de Mijas	Carbonatada	96,9	27,7				27,7
ES060MSBT060.039	Río Fuengirola	Detrítica	25,7	1,8	10,0			11,8
ES060MSBT060.040	Marbella-Estepona	Detrítica	222,7	9,7	25,0		0,5	35,2
ES060MSBT060.041	Sierra de Cañete Sur	Carbonatada	40,3	7,0				7,0
ES060MSBT060.042	Depresión de Ronda	Detrítica	120,2	5,0		7,7		12,7
ES060MSBT060.043	Sierra Hidalga-Merinos-Blanquilla	Carbonatada	143,4	29,8				29,8
ES060MSBT060.044	Sierra de Líbar	Carbonatada	60,6	24,6	36,7	38,0		99,3
ES060MSBT060.045	Sierra de Jarastepar	Carbonatada	44,3	18,7				18,7
ES060MSBT060.046	Sierra de Las Nieves-Prieta	Carbonatada	219,9	76,8				76,8
ES060MSBT060.047	Guadiaro-Genal-Hozgarganta	Detrítica	239,7	17,2	2,5		4,5	24,2
ES060MSBT060.048	Dolomías de Ronda	Carbonatada	18,2	6,4				6,4
ES060MSBT060.049	Guadarranque-Palmones	Detrítica	141,3	12,4	2,0			14,4
ES060MSBT060.050	Sierra de los Filabres	Carbonatada	130,6	12,1				12,1
ES060MSBT060.051	Macael	Carbonatada	51,9	3,4	1,0			4,4
ES060MSBT060.052	Sierra de Almagro	Carbonatada	38,7	2,0				2,0
ES060MSBT060.053	Puerto de la Virgen	Baja permeabilidad	110,6	0,6				0,6
ES060MSBT060.054	Lubrín-El Marchal	Baja permeabilidad	25,8	0,3				0,3
ES060MSBT060.055	Sierra Alhamilla	Carbonatada	210,6	6,6				6,6
ES060MSBT060.056	Sierra del Cabo de Gata	Baja permeabilidad	202,1	0,8		0,1		0,9
ES060MSBT060.057	Laderas Meridionales de Sierra Nevada	Baja permeabilidad	222,4	5,6				5,6
ES060MSBT060.058	Depresión de Ugíjar	Detrítica	77,4	3,4				3,4
ES060MSBT060.059	La Contraviesa Oriental	Baja permeabilidad	17,5	0,3				0,3
ES060MSBT060.060	La Contraviesa Occidental	Baja permeabilidad	71,3	1,6		4,6		6,2

Código	Nombre	Naturaleza	Superficie (km ²)	Infiltración lluvia (hm ³)	Infiltración escorrentía (hm ³)	Recarga lateral (hm ³)	Otros (hm ³)	Recurso natural (hm ³)
ES060MSBT060.061	Sierra de Albuñuelas	Mixta	185,7	28,2		13,0		41,2
ES060MSBT060.062	Sierra de los Guájares	Carbonatada	180,4	36,1				36,1
ES060MSBT060.063	Sierra Alberquillas	Carbonatada	116,3	23,7		8,2		31,9
ES060MSBT060.064	Sierra Tejada	Carbonatada	67,5	20,7				20,7
ES060MSBT060.065	Matapelitas de Sierras Tejada-Almijara	Baja permeabilidad	380,3	12,2				12,2
ES060MSBT060.066	Corredor Villanueva de la Concepción-Periana	Baja permeabilidad	267,8	3,5				3,5
ES060MSBT060.067	Sierra Blanca	Carbonatada	100,8	31,1				31,1
DHCMA			10.411,7	846,6	304,4	159,0	18,8	1.328,8

Tabla nº 23. Recurso natural por masa de agua subterránea.

4.4 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN CONDICIONES NATURALES

4.4.1 AGUAS SUPERFICIALES

En el sector oriental, las aguas de cabecera -a excepción del alto Almanzora que puede presentar valores elevados de sulfatos en sus aguas-, son de buena calidad, con mineralizaciones débiles propias de materiales carbonatados o de baja permeabilidad, mientras que en los tramos medio y bajo las particularidades litológicas de este sector de la demarcación originan un deterioro de la calidad química natural del agua.

En el sector central de la DHCMA, las masas de agua superficiales de la cuenca del río Guadalfeo presentan aguas de excelente calidad y de mineralización muy leve, con facies bicarbonatadas cálcicas que se convierten en cloruradas a medida que se avanza en dirección al sector costero. El tramo alto de la cuenca del río Guadalhorce presenta aguas bicarbonatadas cálcico-magnésicas de mineralización reducida y de muy buena calidad, que empeora a lo largo de su recorrido (y en especial tras recibir la descarga salina de las surgencias de Meliones) hasta su último tramo, donde la mineralización es elevada y sus facies muy heterogéneas.

Finalmente, los tramos altos de la mayor parte de las masas de agua superficiales del sector occidental presentan aguas de buena calidad de naturaleza bicarbonatada cálcica y mineralización ligera, al igual que ocurre en los tramos medios y bajos, aunque en éstos se observa aumentos en la salinidad. Únicamente citar el deterioro natural en la calidad de las aguas que ocasionalmente puede observarse en la parte final de la masa de agua superficial del río Guadiaro, como consecuencia de la penetración de las mareas en el cauce.

4.4.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

La calidad natural de las aguas subterráneas de la DHCMA es muy variable en función de las características de los acuíferos que constituyen las diferentes masas. En general, las que

albergan acuíferos de naturaleza carbonática, asociados principalmente a los mármoles de los complejos Nevado-Filábride y Alpujárride y a las calizas y dolomías de la zona Subbética, son los que presentan una mejor calidad química, con facies bicarbonatadas cálcica o magnésica y mineralización media-baja tal y como indican los niveles de referencia de la variable conductividad eléctrica, que varían mayoritariamente para este tipo de masas entre 250-1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Por su parte, las masas integradas por acuíferos de tipo detrítico o conformados por materiales metamórficos de baja permeabilidad presentan una mayor diversidad química natural de sus aguas, que responde a la variedad de litologías que los conforman. Así, en estos casos se identifican facies hidroquímicas bicarbonatadas cálcicas y cálcico-magnésica, sulfatadas-bicarbonatadas cálcico-magnésicas y hasta cloruradas sódicas, y, por tanto, con niveles de referencia de la conductividad eléctrica que pueden oscilar entre 500 y 4.100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, localizándose en el sector oriental de la demarcación la mayoría de las masas de agua subterránea con valores superiores a 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura nº 42).

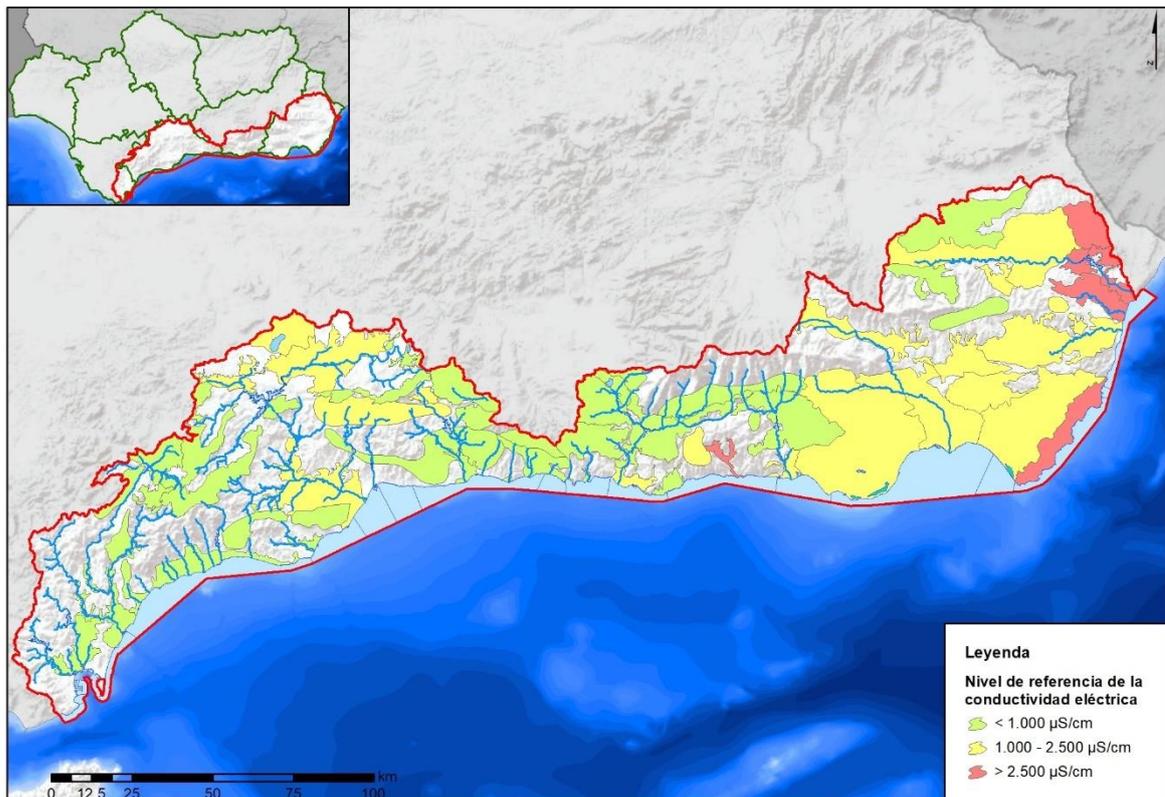


Figura nº 42. Mineralización natural de las masas de agua subterránea.

Merecen una especial mención los sectores donde existen acuíferos constituidos por arcillas versicolores y evaporitas (yeso y halita) triásicas, como sucede en la parte alta de la cuenca del río Guadalhorce, así como los formados por sedimentos yesíferos miocenos (karst de Sorbas). Este tipo de acuíferos presentan manantiales a cotas más bajas que están asociados a flujos más largos, de mayor tiempo de permanencia en el acuífero, y que suelen drenar agua de elevada salinidad, a veces saturada en ClNa , que condiciona en gran medida su potencial aprovechamiento para atender demandas consuntivas, y en especial las de abastecimiento

urbano. Además, en ocasiones la elevada concentración salina de los caudales drenados desde estos acuíferos ocasiona a su vez el deterioro de la calidad del agua de otras masas de agua, tanto superficial como subterránea, tal y como sucede con el embalse del Guadalhorce cuyos recursos no pueden ser utilizados directamente para el servicio de las demandas debido a su contaminación salina por el manantial de Meliones.

5 OTROS RECURSOS HÍDRICOS

5.1 RECURSOS HÍDRICOS NO CONVENCIONALES

5.1.1 DESALACIÓN DE AGUA DE MAR

En la actualidad, la DHCMA tiene una capacidad total de desalación de agua de mar de 117 hm³/año, procedentes de un total de 4 desaladoras (Marbella, Campo de Dalías, Almería y Carboneras) en servicio. Los recursos utilizados se han estimado en 77,4 hm³/año, muy por encima de los 43 hm³/año estimados en el ciclo de planificación anterior, lo que muestra la tendencia creciente en el empleo de recursos no convencionales en la demarcación, en particular en la provincia de Almería. Sin embargo, todavía existen casos, como el de la Costa del Sol Occidental, en los que los recursos procedentes de desalación se están infrautilizando ampliamente por razones económicas y, en su lugar, se están sobreexplotando los recursos subterráneos, dando lugar a grandes déficits.

La Tabla nº 24 muestra las características de las principales desaladoras existentes en la demarcación.

Instalación	Ubicación	Latitud	Longitud	Capacidad (hm ³ /año)	Estado	Destino
Desaladora de Marbella	Marbella	36,51213	-4,94782	20	En servicio	Abastecimiento
Desaladora del Campo de Dalías	El Ejido	36,74415	-2,90404	35 (ampliable)	En servicio	Abastecimiento y riego
Desaladora de Almería	Almería	36,81633	-2,42454	20	En servicio	Abastecimiento
Desaladora del Mar de Alborán	Almería	36,79605	-2,25090	22	En rehabilitación	Riego
Desaladora de Carboneras	Carboneras	36,97199	-1,90360	42	En servicio	Abastecimiento y riego
Desaladora del Bajo Almanzora	Cuevas del Almanzora	37,25939	-1,78690	20	En rehabilitación	Abastecimiento y riego

Tabla nº 24. Principales instalaciones de desalación actuales.

Las desaladoras del Mar de Alborán (anteriormente Rambla Morales) y Bajo Almanzora se incluyen en la categoría “En rehabilitación” por diferentes motivos. La desaladora del Mar de Alborán, que permanecía parada ante el conflicto generado por la deuda que mantenían los propietarios -los propios regantes- con una institución financiera, ha sido recientemente adquirida por Aqualia con la intención de ponerla de nuevo en funcionamiento; mientras que la desaladora del Bajo Almanzora, inaugurada en septiembre de 2011 y en funcionamiento a bajo régimen por limitaciones del suministro eléctrico, resultó gravemente dañada por la riada del 28 de septiembre de 2012, y ha permanecido desde entonces fuera de servicio aunque está previsto acometer en breve la inversión necesaria para su reparación.

En la siguiente figura se muestra la localización y el estado de estas instalaciones.

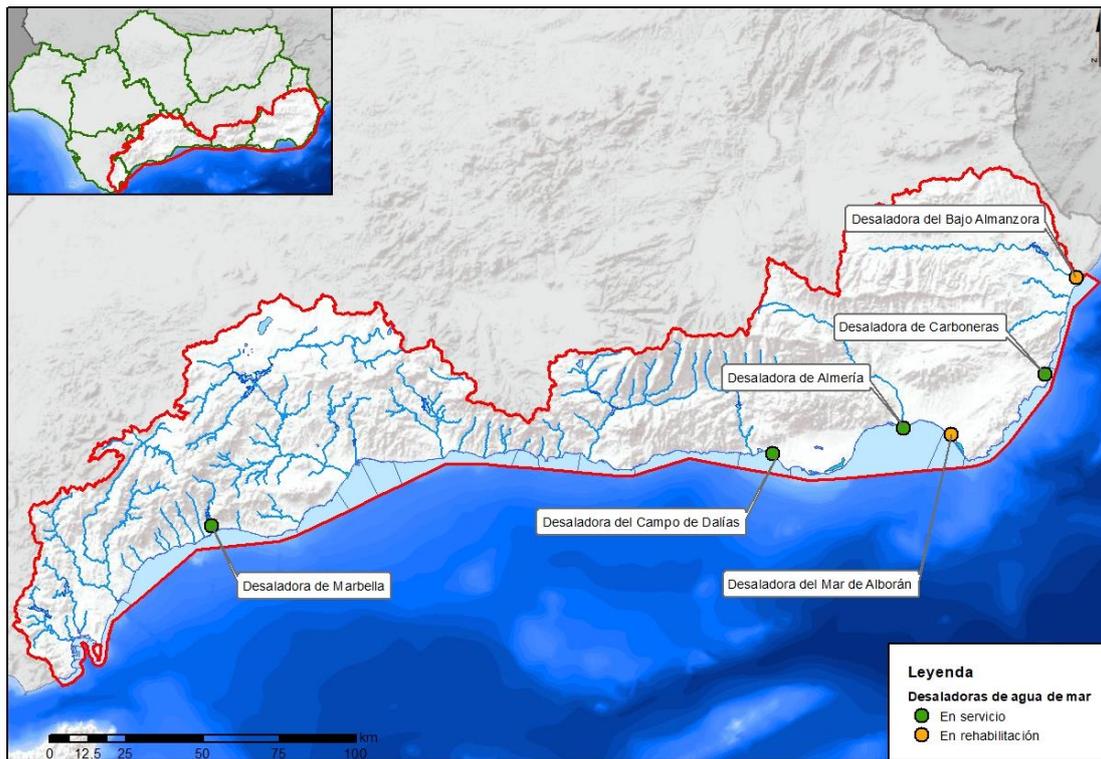


Figura nº 43. Localización y estado de las principales desaladoras.

Al margen de éstas, existen en Almería dos plantas de desalación con destino industrial pertenecientes a las empresas Holcim España, en Carboneras, y Deretil, en Villaricos (Cuevas del Almanzora).

5.1.2 REUTILIZACIÓN

Otra técnica de incremento de la disponibilidad de recursos hídricos considerada como no convencional es la reutilización de las aguas regeneradas. Aunque, obviamente, el volumen de recurso es el mismo, su aplicación sucesiva permite satisfacer más usos y, por tanto, incrementar las disponibilidades internas del sistema de utilización.

Hay que distinguir entre la reutilización indirecta y la directa. La primera de ellas es aquella en la que se produce el vertido de efluentes a los cursos de agua y éstos se diluyen con el caudal circulante. La reutilización directa es aquella en que el segundo uso se produce directamente desde la instalación de regeneración, sin que entre ambos el agua se incorpore a ningún cauce público.

En la DHCMA, los recursos hídricos disponibles que provienen de la reutilización de aguas regeneradas se han estimado en 23,4 hm³/año, si bien está previsto un notable incremento para el horizonte 2027 con la finalización de numerosas infraestructuras necesarias para su uso.

La reutilización ha mostrado en la demarcación un crecimiento continuado, pasando desde los volúmenes anecdóticos aprovechados a principios de los noventa hasta alcanzar capacidades de 21 hm³ en el año 2005. Tras unos años de cierta parálisis se produjeron importantes avances,

potenciados por la situación de sequía iniciada en 2005, procedentes tanto de planes promovidos desde las administraciones central y autonómica, como por iniciativas a nivel municipal o de agentes privados. La aprobación del Decreto de la Junta de Andalucía 43/2008, de 12 de febrero, regulador de las condiciones de implantación y funcionamiento de campos de golf en Andalucía (modificado por el Decreto 309/2010) supuso un impulso añadido, ya que en el mismo se contempla la exigencia de que todas esas instalaciones, salvo en casos excepcionales, reutilicen aguas residuales regeneradas para cubrir sus necesidades de riego.

En este sentido, en los últimos años se ha incrementado la capacidad de reutilización, en particular en la Costa del Sol Occidental con la finalización de las obras de la red de distribución, bombeos y depósitos para riego de campos de golf y jardines con aguas regeneradas en las plantas de Arroyo de la Miel, Cerros del Águila y La Víbora y con la ampliación y remodelación de la estación depuradora de aguas residuales (EDAR) Guadalmanza; en Málaga y la Costa del Sol Oriental, donde cuentan con sistema terciario las EDAR de Guadalhorce, Rincón de la Victoria, Vélez-Málaga y Torrox; en la Costa Tropical con la reciente ejecución de las obras de instalación de tuberías para la reutilización de aguas regeneradas en la EDAR de Almuñécar para el riego de cultivos de las comunidades de regantes de Río Verde de Jete y Almuñécar, y Pozo de San Andrés; en el Poniente Almeriense con la puesta en marcha y servicio de la EDAR El Ejido para el riego de zonas verdes de El Ejido y, en una segunda fase, para su barriada de Almerimar así como para su campo de golf; en el Bajo Andarax con la ampliación de la EDAR El Bobar, que contempla la extensión hasta 3.200 hectáreas de los cultivos servidos; y en el Levante Almeriense con la inauguración del tratamiento terciario de la EDAR de Vera para riegos urbanos y de campos de golf.

Como zonas con mayor potencial remanente en lo que se refiere al aprovechamiento de aguas regeneradas hay que señalar a toda la costa malagueña, Valle del Guadalhorce, Campo de Gibraltar (con la particularidad de posibles beneficiarios industriales), la Costa Tropical granadina, el Campo de Dalías, Almería-Bajo Andarax y el Levante almeriense.

5.2 RECARGA ARTIFICIAL DE ACUÍFEROS

Aunque no se trata de un recurso muy significativo en la demarcación, es necesario resaltar la existencia de recarga artificial en la masa de agua subterránea ES060MSBT060.040 Marbella-Estepona. El sistema de recarga artificial de la masa se ubica en el acuífero del Señorío de Marbella, con recursos procedentes del Manantial de Camoján (ES060MSBT060.067 Sierra Blanca) y un volumen promedio anual de recarga de 0,2 hm³.

5.3 RECURSOS HÍDRICOS EXTERNOS

Además de los recursos convencionales y no convencionales que se generan internamente en el ámbito de un determinado territorio, y que se han ido examinando en secciones previas, existen situaciones en que se producen transferencias externas, superficiales o subterráneas, entre distintos territorios, lo que da lugar a modificaciones en sus recursos.

Las transferencias superficiales entre distintas cuencas consiguen incrementar los recursos disponibles y atender las demandas existentes en aquellos sistemas de utilización en que, exclusivamente con sus recursos de origen interno, son incapaces de cumplir dicho objetivo.

En el ámbito territorial de la DHCMA, 39,1 hm³/año corresponden a recursos procedentes de transferencias de otras demarcaciones hidrográficas. Concretamente proceden de los trasvases Tajo-Segura, Negratín-Almanzora y del sistema Bujeo provenientes de las cuencas del Tajo, Guadalquivir y Guadalete y Barbate, respectivamente.

Históricamente, la primera transferencia a la cuenca se realiza mediante el trasvase Tajo-Segura, a través del acueducto Tajo-Segura (ATS), que permite satisfacer la dotación de 27 hm³ anuales concedidos a la provincia de Almería mediante la Ley 21/1971, de 19 de junio, sobre el aprovechamiento conjunto Tajo-Segura, y la Ley 52/1980, de 16 de octubre, de Regulación del Régimen Económico de la Explotación del Acueducto Tajo-Segura.

El segundo trasvase del que la DHCMA es receptora es el Negratín-Almanzora, con el que se transfieren un máximo 50 hm³ anuales desde la cuenca del Negratín hasta el partidor de El Saltador, desde donde se lleva el agua al embalse de Cuevas de Almanzora o directamente a los usuarios.

Además, la ciudad de Algeciras recibe recursos del Sistema Bujeo, ubicado en la vecina cuenca del Barbate.

Finalmente, destaca la transferencia de volúmenes de agua de la cuenca del río Guadiaro a la cuenca del río Guadalete mediante el túnel de Buitreras. Con una capacidad máxima de 110 hm³/año, este une el río Guadiaro, a su paso por Cortes de La Frontera (Málaga), con el río Ubrique, que vierte sus aguas al embalse de los Hurones y cuyo destino es el abastecimiento urbano e industrial de la llamada Zona Gaditana.

Por otra parte, y de otro orden de magnitud, desde la masa de agua subterránea ES060MSBT060.030 Sierra de Archidona se exportan 0,11 hm³/año para el abastecimiento de Villanueva de Tapia, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

La Figura nº 44 muestra el esquema de las transferencias de recursos hídricos externos en la demarcación.



Figura nº 44. Transferencias de recursos hídricos externos.

La Tabla nº 25 resume los trasvases de recursos entre la DHCMA y otras demarcaciones hidrográficas:

Trasvase	Capacidad máxima (hm ³ /año)	Demarcación cedente	Uso de los recursos trasferidos	Volumen promedio cedido (hm ³ /año)	
				Periodo completo	2015/16-2018/19
Tajo-Segura	27	Tajo	Abastecimiento y riego	11,6	4,8
Negratín-Almanzora	50	Guadalquivir	Abastecimiento y riego	22,9	29,2
Sistema Bujeo	s.d.	Guadalete y Barbarte	Abastecimiento	s.d.	s.d.
Guadiaro-Majaceite	110	Cuencas Mediterráneas Andaluzas	Abastecimiento	-34,0	-20,6

Tabla nº 25. Transferencia de recursos hídricos entre la DHCMA y otras demarcaciones

Por otro lado, dado que la delimitación entre la DHCMA y la del Segura no se corresponde con los ámbitos reales de gestión del recurso, ha de considerarse que la totalidad de las necesidades de abastecimiento del término de Pulpí se sirven desde el Sistema V, así como algunas demandas de regadío del Bajo Almanzora que se localizan, en realidad, en áreas asignadas a la demarcación vecina. En consecuencia, de cara a la revisión de los balances actuales, se ha supuesto que el envío

neto promedio desde el ATS y el Negratín-Almanzora para abastecimiento y riegos en la DHCMA se sitúa en 37,6 hm³/año, pero que, al mismo tiempo, desde el Sistema V se trasvasan recursos desalados propios a Pulpí para abastecimiento y suministro de regadíos que administrativamente están en el exterior.

6 SÍNTESIS DE RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA DEMARCACIÓN

En este apartado se trata de sintetizar los recursos hídricos totales disponibles en la DHCMA. Estos están formados por los recursos hídricos convencionales disponibles (naturales, incluyendo infraestructura de regulación y almacenamiento), los no convencionales (reutilización y desalinización) y los recursos hídricos externos procedentes de transferencias intercuenas. Suelen considerarse tradicionalmente como recursos no convencionales los procedentes de la desalación de aguas marinas y salobres y la reutilización directa de aguas residuales, entre otros. Así, los recursos internos de cada cuenca, convencionales y no convencionales, junto con las transferencias que le afectan, configuran la oferta de recursos disponibles totales con que atender las diferentes necesidades de agua.

En este sentido cabe hablar de recurso disponible, que podría definirse como la parte del recurso natural que constituye un potencial de oferta una vez que se han tenido en cuenta las posibles restricciones exteriores. Estas restricciones pueden ser de carácter ambiental, socioeconómico o geopolítico.

Es importante comprender que solo cabe hablar de oferta o disponibilidad de recursos tras haber satisfecho, entre otras, las restricciones ambientales. Entre las restricciones ambientales figuran tanto los caudales ecológicos -que no tienen el carácter de uso y deben considerarse como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación-, como los flujos de agua subterránea requeridos para conseguir los objetivos de calidad ecológica para el agua superficial asociada, para evitar cualquier disminución significativa en el estado ecológico de tales aguas, y cualquier daño significativo a los ecosistemas terrestres asociados.

Las restricciones de carácter social o socioeconómico pueden proceder de servidumbres derivadas de actividades consideradas prioritarias y que resultan incompatibles con la utilización del recurso, como consecuencia, por ejemplo, de determinadas opciones de ordenación territorial. Este sería el caso de aquellos equipamientos que, aun siendo técnica y económicamente factibles, pueden entrar en conflicto con determinados criterios de ocupación del suelo.

Además de estas restricciones exteriores, existen otras de carácter técnico que pueden limitar el aprovechamiento de las aguas. En este sentido, cabe hablar de unos recursos realmente disponibles para su utilización productiva como consecuencia del conjunto de restricciones técnicas que limitan el posible aprovechamiento del recurso natural. La cuantía de estos recursos disponibles depende, fundamentalmente, de las características del recurso natural y del nivel tecnológico del sistema de utilización. Así, por ejemplo, los recursos de agua subterránea de un acuífero pueden ser potencialmente aprovechables, pero estarán realmente disponibles en función de la tecnología de perforación y bombeo existente en cada momento.

Con todo esto, los recursos hídricos de origen interno al ámbito territorial de la DHCMA estimados según balance ascienden a 1.151,4 hm³/año, repartidos de la siguiente forma:

- 1.050,6 hm³ de fuentes convencionales (superficiales reguladas o no y subterráneas).

- 77,4 hm³ procedentes de desalación de aguas marinas.
- 23,4 hm³ procedentes de reutilización de aguas residuales urbanas regeneradas.

Los recursos hídricos externos procedentes de transferencia, 39,1 hm³, son:

- 31,7 hm³ procedentes del trasvase Negratín-Almanzora.
- 5,9 hm³ procedentes del trasvase Tajo-Segura.
- 1,5 hm³ procedentes del manantial de Bujeo.

Los recursos hídricos cedidos a otras demarcaciones desde la DHCMA son 46,6 hm³, correspondientes al trasvase Guadiaro-Majaceite y 0,11 hm³ anuales que se exportan a Villanueva de Tapia desde la masa de agua subterránea ES060MSBT060.030 Sierra de Archidona.

7 EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS

La evaluación de la incidencia del cambio climático sobre los recursos hídricos ha sido recientemente actualizada por la Oficina Española de Cambio Climático, mediante encomienda al CEDEX. Los trabajos desarrollados, plasmados en el informe [Evaluación del Impacto del Cambio Climático en los Recursos Hídricos y Sequías en España](#) (2017), utilizan proyecciones climáticas resultado de simular nuevos modelos climáticos de circulación general y nuevos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), usados para elaborar el 5º Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) del año 2013.

Los RCP (*Representative Concentration Pathways*) son los nuevos escenarios de emisión GEI y se refieren exclusivamente a la estimación de emisiones y forzamiento radiactivo y pueden contemplar los efectos de las políticas orientadas a limitar el cambio climático del siglo XXI. Los escenarios de emisión analizados en este informe son el RCP8.5 (el más desfavorable de los RCP definidos, ya que implica los niveles más altos de CO₂ equivalente en la atmósfera para el siglo XXI) y el RCP4.5 (el más moderado, y que a priori presentará un menor impacto sobre el ciclo hidrológico).

El estudio evalúa el impacto en 12 proyecciones climáticas regionalizadas para España (6 en el escenario RCP 4.5 y 6 en el RCP 8.5) y en 3 periodos futuros de 30 años, con respecto al periodo de control (PC) 1961-2000 (octubre de 1961 a septiembre de 2000). Los tres periodos de impacto (PI) son:

- PI1: 2010-2040 (octubre de 2010 a septiembre de 2040).
- PI2: 2040-2070 (octubre de 2040 a septiembre de 2070).
- PI3: 2070-2100 (octubre de 2070 a septiembre de 2100).

A continuación, se extraen los principales resultados del estudio del CEDEX sobre los cambios proyectados para esta variable. La media de los resultados obtenidos en el estudio para la escorrentía total de las distintas proyecciones para cada PI y RCP se muestra en la siguiente figura, donde se observa que la reducción en la escorrentía se va generalizando del PI1 al PI2 y al PI3 y es mayor en el RCP 8.5 que en el RCP 4.5.

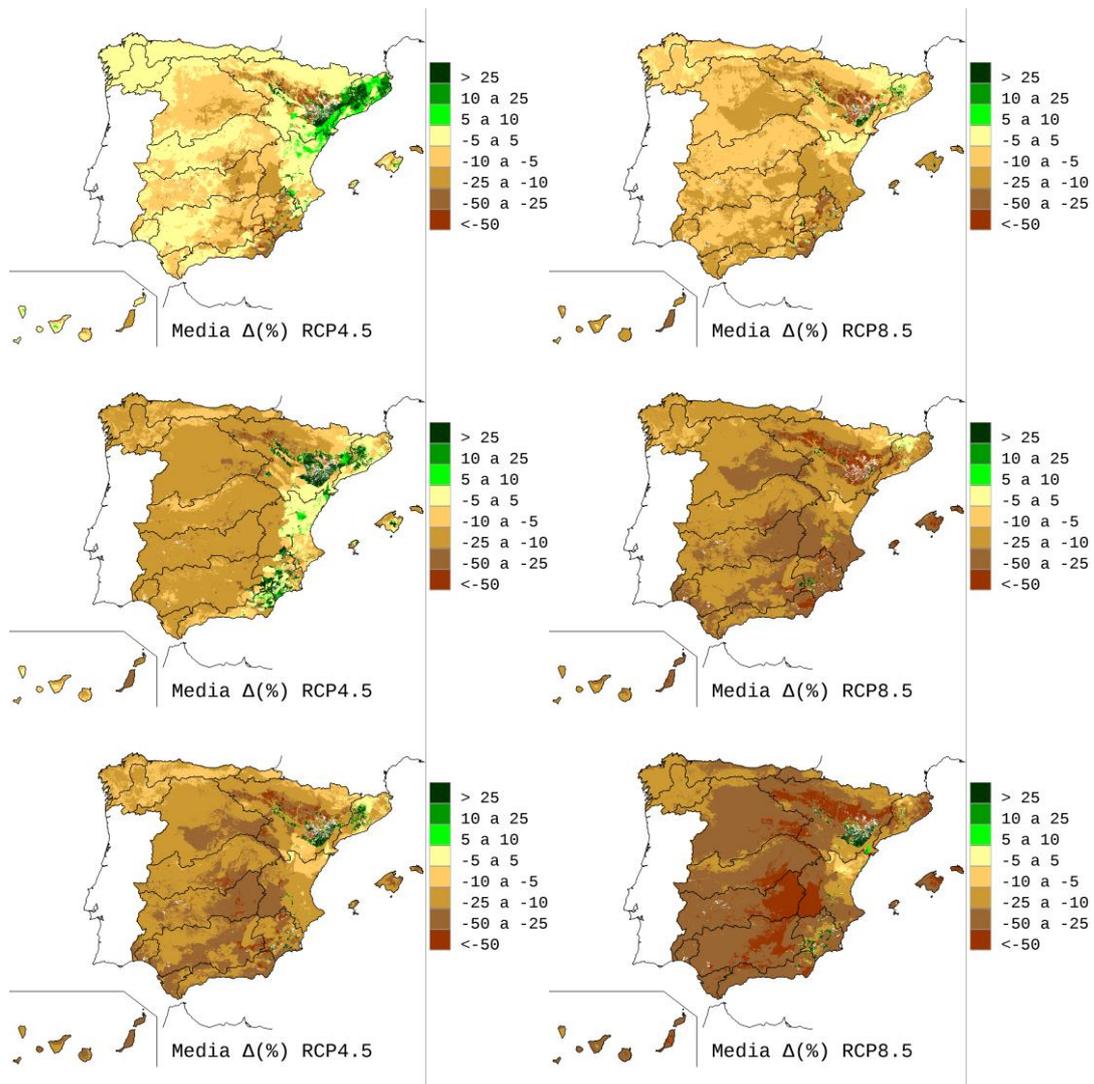


Figura nº 45. Media de Δ (%) escorrentía anual para PI1 (arriba), PI2 (medio) y PI3 (abajo) y RCP 4.5 (izquierda) y 8.5 (derecha) (CEDEX, 2017).

Los cambios en la escorrentía anual estimada para la DHCMA durante el periodo 2010-2100 revelan una tendencia decreciente según todas las proyecciones y en ambos RCP (Figura nº 46). La incertidumbre de resultados se hace patente por la anchura de la banda de cambios según las diferentes proyecciones.

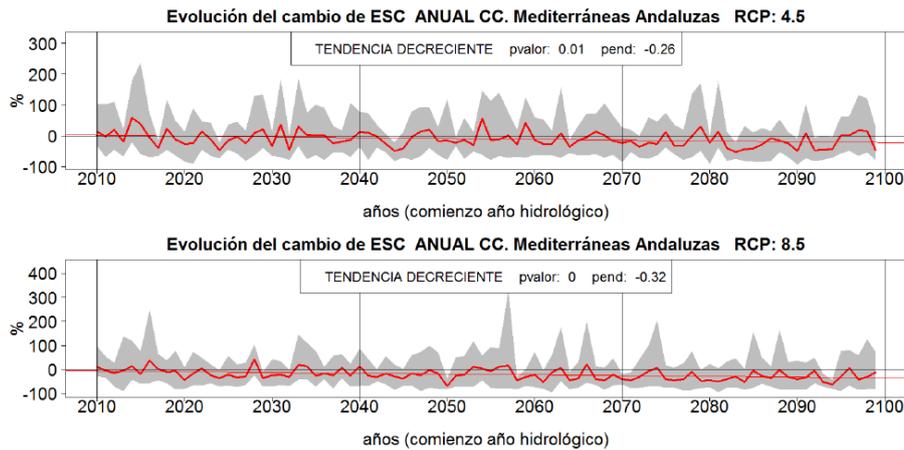


Figura nº 46. Tendencia del Δ (%) escorrentía del año 2010 al 2099 para los RCP 4.5 (arriba) y 8.5 (abajo) (CEDEX, 2017).

De forma resumida, se puede concluir que las reducciones de escorrentía previstas en la DHCMA para los RCP 4.5 y 8.5 son respectivamente del 3% y 11% para 2010-2040, 8% y 20% para 2040-2070 y 20% y 31% para 2070-2100, respecto del periodo de control 1961-2000.

ESC Δ Anual (%)		RCP 4.5								RCP 8.5									
		F4A	M4A	N4A	Q4A	R4A	U4A	Mx	Med	Mn	F8A	M8A	N8A	Q8A	R8A	U8A	Mx	Med	Mn
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	2010-2040	6	-4	-33	-6	-25	43	43	-3	-33	12	-11	-25	-18	-23	-1	12	-11	-25
	2040-2070	-4	-3	-15	-2	-36	11	11	-8	-36	-5	-25	-47	-17	-46	20	20	-20	-47
	2070-2100	0	-21	-39	-16	-49	6	6	-20	-49	-29	-25	-29	-42	-65	4	4	-31	-65

Tabla nº 26. Porcentaje de incremento anual de la escorrentía y periodo de impacto según cada proyección (CEDEX, 2017).

La IPHA establece que, en el análisis del horizonte temporal a largo plazo, correspondiente en los planes de este tercer ciclo al año 2039, debe de tenerse en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación. Por ello, la Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico encargó al Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (2020b) la obtención de unos porcentajes de cambio para el horizonte 2039 desagregados temporal y espacialmente. Dicho encargo consistió en el cálculo de los porcentajes desagregados por estaciones climáticas (trimestres) y en unidades territoriales inferiores a los de las demarcaciones hidrográficas. A tal fin, se trabajó sobre una capa de polígonos de zonas de interés que en la DHCMA se corresponden con los subsistemas de explotación. El objetivo de estos trabajos era el de proporcionar los cambios porcentuales en la escorrentía generada en cada uno de esos polígonos.

Por parte del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX se desarrollaron dos tareas:

- Cálculo de los porcentajes de cambio en la escorrentía trimestral.
- Cálculo de los porcentajes de cambio para el horizonte 2039 para cada uno de los 4 trimestres (OND: oct, nov, dic; EFM: ene, feb, mar; AMJ: abr, may, jun; JAS: jul, ago, sep).

Como resultado final se obtuvieron las medias de los porcentajes de cambio de la escorrentía generada en cada unidad territorial para el horizonte 2039 en cada trimestre y según los escenarios

de emisiones RCP 4.5 y RCP 8.5. De esa manera, se han recopilado para la DHCMA 8 valores para cada unidad territorial: 4 trimestres y 2 RCP, que son los que se recogen en la Tabla nº 27.

Zonas	RCP4.5				RCP8.5			
	OND	EFM	AMJ	JAS	OND	EFM	AMJ	JAS
I-1	-14	4	-14	-14	-24	-7	-26	-24
I-2	-13	3	-13	-19	-21	-4	-22	-25
I-3	-10	7	-11	-15	-20	-5	-24	-23
I-4	-12	6	-10	-12	-22	-7	-22	-20
I-5	-12	17	19	9	-21	0	-3	-11
II-1	-12	7	-9	-14	-23	-7	-19	-21
II-2	-11	-4	-7	-8	-20	-13	-15	-15
III-1	-11	7	-4	-17	-23	-5	-12	-24
III-2	-13	6	-8	-13	-21	-4	-17	-20
III-3	-13	15	-10	-12	-22	3	-19	-22
III-4	-11	10	-11	-13	-20	-3	-21	-21
IV-1	-11	5	-13	-17	-23	-11	-27	-28
IV-2	-20	-14	-12	-21	-31	-32	-34	-39
V-1	5	-1	-3	-7	-20	-37	-40	-37
V-2	0	-7	-7	-8	-10	-27	-27	-25

Tabla nº 27. Porcentaje de cambio de la escorrentía trimestral por subsistema de explotación para el horizonte 2039 (CEDEX, 2020b).

Se puede observar que las reducciones mayores (en porcentaje) se dan en el trimestre de verano (JAS), mientras que las menores se dan en invierno (EFM). Lógicamente, las reducciones más acusadas se dan en el escenario RCP8.5, de más altas emisiones de gases de efecto invernadero.

Para el cálculo de los efectos del cambio climático en la demarcación, tal y como se indica en dicho trabajo, se aplicarán las restricciones descritas en la Tabla nº 27 a las series de aportaciones superficiales en régimen natural, tanto por zonas como por trimestres, pero únicamente hasta el año hidrológico 2005/2006, puesto que las series ya muestran evidencias del cambio climático a partir de estas fechas. El análisis se realizará para los dos escenarios considerados: RCP4.5 y RCP8.5.

Para el horizonte 2039, se espera también una disminución generalizada de las recargas en todas las masas de agua subterráneas de la demarcación en los dos escenarios de emisiones analizados (RCP4.5 y RCP8.5). De acuerdo con los datos facilitados por el CEDEX (2021), las mayores reducciones se dan en el trimestre de verano para el escenario de emisiones RCP4.5 y en primavera para el escenario RCP8.5, mientras que las menores se dan en invierno en ambos escenarios de emisiones. Se aprecia también que las reducciones promedio más acusadas en cualquier estación se dan en el escenario RCP8.5. En cualquier caso, dada la incertidumbre asociada a los cálculos, los valores deben de ser tomados con cautela. Para ampliar la información a este respecto consultar el Anejo XIII del presente Plan Hidrológico.



8 GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ATS	Acueducto Tajo-Segura
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
DHCMA	Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas
DMA	Directiva Marco del Agua
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
ETP	Evapotranspiración potencial
ETR	Evapotranspiración real
GEI	Gases de efecto invernadero
IPHA	Instrucción de Planificación Hidrológica para las Demarcaciones Intracomunitarias de Andalucía
RCP	<i>Representative Concentration Pathways</i>
RPH	Reglamento de Planificación Hidrológica
SIMPA	Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación
TRLA	Texto Refundido de la Ley de Aguas
UDU	Unidad de Demanda Urbana





9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CEDEX (2017): Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España. Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX. Disponible en: http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CEH/Documentos_De_scargas/EvaluacionimpactoCCsequiasEspana2017.htm

CEDEX (2020a): Evaluación de recursos hídricos en régimen natural en España (1940/41–2017/18). Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX

CEDEX (2020b). Nota entregada a la Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, con fecha de 16 noviembre de 2020 “Incorporación del cambio climático en los planes hidrológicos del tercer ciclo” Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX.

CEDEX (2021). Nota entregada a la Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, con fecha de 9 marzo de 2021 “Impacto del cambio climático en la recarga de las masas de agua subterránea en España” Centro de Estudios Hidrográficos, CEDEX.

IGME (2019): Identificación y delimitación de los recintos hidrogeológicos de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.





Junta de Andalucía

Consejería de Agricultura,
Pesca, Agua y Desarrollo Rural



UNIÓN EUROPEA

Fondo Europeo de Desarrollo Regional

