

Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras

Revisión de tercer ciclo (2021-2027)

PLAN HIDROLÓGICO

(Documento para consulta pública)

ANEJO II INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS



Unión Europea
Fondo Europeo
de Desarrollo Regional

Andalucía
se mueve con Europa



ÍNDICE:

1	INTRODUCCIÓN	1
2	BASE NORMATIVA	4
3	ANTECEDENTES	8
4	INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES.....	10
4.1	ESQUEMATIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS NATURALES.....	10
4.1.1	LÍMITES ADMINISTRATIVOS Y DE GESTIÓN	10
4.1.2	RED HIDROGRÁFICA PRINCIPAL.....	11
4.1.3	RECURSOS DE AGUA SUBTERRÁNEA.....	15
4.1.4	ZONIFICACIÓN Y CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN.....	17
4.2	DESCRIPCIÓN E INTERRELACIÓN DE LAS VARIABLES HIDROLÓGICAS	19
4.2.1	DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN	19
4.2.2	DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS.....	22
4.3	ESTADÍSTICOS DE LAS SERIES HIDROLÓGICAS	48
4.3.1	SERIES ANUALES	49
4.3.2	SERIES MENSUALES	51
4.3.3	APORTACIONES POR MASA DE AGUA SUPERFICIAL.....	61
4.3.4	RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS NATURALES.....	66
4.4	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN CONDICIONES NATURALES.....	68
5	OTROS RECURSOS HÍDRICOS.....	70
5.1	DESALACIÓN.....	70
5.2	REUTILIZACIÓN	70



5.3	RECURSOS HÍDRICOS EXTERNOS.....	72
6	RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA DEMARCACIÓN.....	75
7	EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LOS RECURSOS HÍDRICOS	79
8	GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....	87
9	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

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.....	13
Figura nº 2.Complejo lagunar prelitoral en la DHTOP.....	14
Figura nº 3.Definición de masas de agua subterránea en la DHTOP.	17
Figura nº 4.Mapa de zonificación utilizada en la DHTOP para la determinación de los recursos hídricos.....	18
Figura nº 5.Comparación entre las aportaciones del río Oraque en el segundo ciclo y las supuestas por el modelo SIMPA.	20
Figura nº 6.Comparación entre de las aportaciones del río Oraque en el segundo ciclo de planificación y las supuestas por el modelo SIMPA aplicadas las correcciones al mismo.	21
Figura nº 7.Serie de precipitaciones anuales (mm) en la DHTOP. Período 1940/41-2017/18.	23
Figura nº 8.Distribución mensual de la precipitación media (mm/mes) en la DHTOP	24
Figura nº 9.Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) para el periodo 1940/41-2017/18	25
Figura nº 10. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) para el periodo 1980/81-2017/18	26
Figura nº 11. Comparativa de la precipitación media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.....	27
Figura nº 12. Distribución mensual de la temperatura media (°C) en la DHTOP.....	28

Figura nº 13. Distribución espacial de la temperatura media anual (°C). Período 1940/41-2017/18.	29
Figura nº 14. Distribución espacial de la temperatura media anual (°C). Período 1980/81-2017/18.	30
Figura nº 15. Comparativa de la temperatura media anual (°C) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.....	31
Figura nº 16. Distribución mensual de la ETP media (mm/mes) en la DHTOP.	32
Figura nº 17. Distribución espacial de la ETP media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.	33
Figura nº 18. Distribución espacial de la ETP media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.	34
Figura nº 19. Comparativa de la ETP media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.	35
Figura nº 20. Distribución mensual de la ETR media (mm/mes) en la DHTOP	36
Figura nº 21. Distribución espacial de la ETR media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.	37
Figura nº 22. Distribución espacial de la ETR media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.	38
Figura nº 23. Comparativa de la ETR media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.	39
Figura nº 24. Distribución mensual de la infiltración o recarga media (mm/mes) en la DHTOP.	40

Figura nº 25. Distribución espacial de la infiltración media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.	41
Figura nº 26. Distribución espacial de la infiltración media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.	42
Figura nº 27. Comparativa de la infiltración media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18 en las diferentes masas de agua subterránea	43
Figura nº 28. Serie de esorrentía total anual (hm ³) en la DHTOP. Período 1940/41-2017/18.	44
Figura nº 29. Distribución mensual de la esorrentía total (mm/mes) en la DHTOP.	45
Figura nº 30. Distribución espacial de la esorrentía total anual (mm/año). Período 1940/41 - 2017/18.....	46
Figura nº 31. Distribución espacial de la esorrentía total anual (mm/año). Período 1980/81 - 2017/18.....	47
Figura nº 32. Comparativa de la esorrentía total anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.....	48
Figura nº 33. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en la DHTOP (hm ³ /mes). Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo.	53
Figura nº 34. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en Condado de Huelva (hm ³ /mes). Serie 1940/41- 2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo)..	55

Figura nº 35. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en Costa de Huelva-Andévalo (hm ³ /mes). Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo)	57
Figura nº 36. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en Cuenca Minera (hm ³ /mes). Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).....	59
Figura nº 37. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en Sierra de Huelva (hm ³ /mes). Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo)..	61
Figura nº 38. Localización de los puntos en los que se han obtenido series de aportación a partir del SIMPA.....	62
Figura nº 39. Comparación entre las entradas reales al embalse de Corumbel Bajo y las supuestas por el modelo SIMPA aplicadas las correcciones al mismo.....	65
Figura nº 40. Recarga media (hm ³) por masa de agua subterránea.....	68
Figura nº 41. Tramos afectados por contaminación minera	69
Figura nº 42. Media de Δ (%) esorrentía anual para PI1 (arriba), PI2 (medio) y PI3 (abajo) y RCP 4.5 (izquierda) y 8.5 (derecha). Fuente: CEDEX, 2017	81
Figura nº 43. Tendencia del Δ (%) esorrentía del año 2010 al 2099 para los RCP 4.5 (arriba) y 8.5 (abajo).	82

TABLAS:

Tabla nº 1. Resumen de las diferentes zonas utilizadas en la caracterización de los recursos hídricos en la DHTOP	19
Tabla nº 2. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año). Serie 1940/41-2017/2018.....	49
Tabla nº 3. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año) ² . Serie 1980/81-2017/18.	49
Tabla nº 4. Estadísticos básicos de las series anuales de escorrentía total (hm ³ /año) ² . Serie 1940/41-2017/2018.....	50
Tabla nº 5. Estadísticos básicos de las series anuales de escorrentía total (hm ³ /año) ² . Serie 1980/81-2017/18.....	51
Tabla nº 6. Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas. Serie 1940/41-2017/18.....	52
Tabla nº 7. Promedios mensuales (hm ³) de las principales variables hidrológicas. Serie 1980/81-2017/18.....	53
Tabla nº 8. Promedios mensuales (hm ³) para el Condado de Huelva, Periodo 1940/41-2017/18	54
Tabla nº 9. Promedios mensuales (hm ³) para el Condado de Huelva, Periodo 1980/81-2017/18	55
Tabla nº 10. Promedios mensuales (hm ³) para la Costa de Huelva-Andévalo, Periodo 1940/41-2017/18	56
Tabla nº 11. Promedios mensuales (hm ³) para la Costa de Huelva-Andévalo, Periodo 1980/81-2017/18	57

Tabla nº 12.Promedios mensuales (hm ³) para la Cuenca Minera, Periodo 1940/41-2017/18	58
Tabla nº 13.Promedios mensuales (hm ³) para la Cuenca Minera, Periodo 1980/81-2017/18	59
Tabla nº 14. Promedios mensuales (hm ³) para la Sierra de Huelva, Periodo 1940/41-2017/18	60
Tabla nº 15.Promedios mensuales (hm ³) para la Sierra de Huelva, 1980/81- 2017/18.....	61
Tabla nº 16.Estadísticos de las series de aportaciones (hm ³) a las masas de agua superficial de la categoría río	64
Tabla nº 17. Porcentaje de incremento anual de la escorrentía y periodo de impacto según cada proyección	83
Tabla nº 18.Porcentaje de cambio de la escorrentía trimestral para la DHTOP.	85

1 INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el inventario de recursos hídricos de la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras (DHTOP). Los recursos hídricos existentes en la demarcación están constituidos por los recursos hídricos propios, convencionales (recursos hídricos naturales, fluyentes y regulados, y subterráneos) y no convencionales (principalmente provenientes de la reutilización de aguas residuales urbanas, así como los recursos hídricos externos (transferencias o trasvases).

En la DHTOP, aproximadamente el 71,5 % de los recursos hídricos disponibles están constituidos por los recursos hídricos naturales propios de la demarcación, el 0,2% lo constituye los recursos no convencionales y el aproximadamente 28,3% son de origen externo al ámbito territorial de la demarcación.

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, tal como se indica en el Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la

Planificación Hidrológica (RPH) y en 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 (IPHA); 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.

En este documento se han considerado los siguientes capítulos:

1. Introducción.
2. Base normativa.
3. Antecedentes.
4. Inventario de recursos hídricos naturales:
 - Esquematización y zonificación 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.
 - Desalación.
 - Reutilización.
 - Recursos hídricos externos.
6. Recursos hídricos existentes en la demarcación.



7. Evaluación de los efectos del cambio climático sobre los recursos hídricos.
8. Glosario de abreviaturas.
9. Referencias bibliográficas.



2 BASE NORMATIVA

El artículo 42 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.” [sic]

El artículo 4 del RPH transcribe la referencia del artículo 42.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.” [sic]

En la DHTOP, parte de los recursos hídricos disponibles son de origen externo al ámbito territorial de la demarcación, procedentes de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, y más concretamente de la cuenca del río Chanza. Estas transferencias se encuentran regladas según lo dispuesto en el Real Decreto (RD) 1560/2005, de 23 de diciembre, sobre traspaso de funciones y

servicios del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de recursos y aprovechamientos hidráulicos correspondientes a las cuencas andaluzas vertientes al litoral atlántico (Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir y del Guadiana).

Mediante este RD, la Comunidad Autónoma de Andalucía ejerce las funciones de conservación, explotación y régimen de desembalses de los aprovechamientos hidráulicos y demás obras hidráulicas en las cuencas hidrográficas andaluzas vertientes a las aguas de transición del tramo internacional del río Guadiana hasta su desembocadura en el Atlántico (Zona de Encomienda del Chanza).

Por lo tanto, en la cuenca del río Chanza, aun perteneciendo a la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, sus recursos son gestionados por la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Del mismo modo, el aprovechamiento de la Zona de Encomienda también se encuentra regulado por el Convenio de Cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesa, denominado como *Convenio de Albufeira*.

Adicionalmente a esta Ley, también debe considerarse 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 RD 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

En el Plan Hidrológico correspondiente al ciclo de planificación 2009-2015, aprobado por RD 1329/2012 de 14 de septiembre, se llevó a cabo una caracterización de los recursos hídricos en la DHTOP. A modo de resumen, se muestran los recursos considerados como valores medios para el periodo 1940/41-2005/06:

- 712 hm³ procedentes de escorrentía natural, comprendiendo tanto la superficial como la subterránea. De estos:
 - 697 hm³ transcurren por los principales cauces de la demarcación (Tinto, Odiel y Piedras).
 - 657 hm³ de los cuales son aportación propia de estos ríos.
 - 40 hm³ de aportación a las masas de agua de transición y costeras.
 - Los 15 hm³ restantes fluyen por cauces que vierten directamente al Océano Atlántico.
- 225 hm³ para la atención de las demandas de la DHTOP y del Sistema Sur de la D.H. Guadiana, procedentes de los recursos procedentes de la Zona de Encomienda de la Cuenca del Chanza (150 hm³) y el Bombeo de Bocachanza (75 hm³). Destacar, como se ha comentado, que con estos recursos se abastecen demandas tanto de la DHTOP como de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

El siguiente Plan Hidrológico, correspondiente al ciclo de planificación 2015-2021, aprobado por Real Decreto 11/2016, de 8 de enero, llevó a cabo una

actualización de la caracterización de los recursos hídricos en la DHTOP. A modo de resumen, se muestran los recursos considerados como valores medios para el periodo 1940/41-2011/12:

- 722 hm³ procedentes de escorrentía natural, comprendiendo tanto la superficial como la subterránea. De estos:
 - 715 hm³ transcurren por los principales cauces de la demarcación (Tinto, Odiel y Piedras)
 - 660 hm³ de los cuales son aportación propia de estos ríos
 - 55 hm³ de aportación a las masas de agua de transición y costeras.
 - Los 7 hm³ restantes fluyen por cauces que vierten directamente al Océano Atlántico.
- 278 hm³ para la atención de las demandas de la D.H. Tinto, Odiel, Piedras y del Sistema Sur de la D.H. Guadiana, procedentes de los recursos procedentes de la Zona de Encomienda de la Cuenca del Chanza (203 hm³) y el Bombeo de Bocachanza (75 hm³). Destacar, como se ha comentado, que con estos recursos se abastecen demandas tanto de la DHTOP como de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

4 INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES

En este apartado se realiza la descripción de los recursos hídricos naturales existentes en la DHTOP. Para ello se analizan los diferentes aspectos que influyen en la evaluación de estos recursos, como por ejemplo la precipitación o la infiltración a las masas de agua subterránea existentes en la demarcación.

Para ello, este análisis se ha realizado tanto para la totalidad de la DHTOP como para las diferentes zonas en las que se ha dividido la misma, de modo que se consideren las diferencias espaciales existentes en el ámbito de estudio en cuanto al aporte de recursos hídricos.

4.1 ESQUEMATIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS NATURALES

4.1.1 LÍMITES ADMINISTRATIVOS Y DE GESTIÓN

El ámbito de aplicación del nuevo Plan Hidrológico de la DHTOP se describe en el Decreto 357/2009, de 20 de octubre, de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, 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 DHTOP:

“Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas de los ríos Tinto, Odiel y Piedras y las intercuenas con vertido directo al Atlántico desde los límites de los términos municipales de Palos de la Frontera y Lucena del Puerto (Torre del Loro) hasta los límites de los términos municipales de Isla Cristina y Lepe, así como, las aguas de transición a ellas asociadas.

Las aguas costeras comprendidas en esta demarcación hidrográfica tienen como límite oeste la línea con orientación 177° que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Isla Cristina y Lepe, y como límite este la línea con orientación 213° que pasa por la Torre del Loro” . [sic]

De esta manera, el territorio de la DHTOP se extiende sobre una superficie de 4.955 km², de los cuales 4.762 km² pertenecen al ámbito continental. Todo este espacio está enmarcado en la Comunidad Autónoma de Andalucía, casi en su práctica totalidad en la provincia de Huelva, y una pequeña parte en los municipios sevillanos de El Madroño y el Castillo de las Guardas. Las demarcaciones hidrográficas vecinas son Guadalquivir y Guadiana.

4.1.2 RED HIDROGRÁFICA PRINCIPAL

Desde el punto de vista fluvial, la red hidrográfica de la DHTOP está constituida por tres cauces principales (ríos Tinto, Odiel y Piedras), y el conjunto de sus afluentes.

El resto de cauces de la red hidrográfica está constituido por pequeños ríos y arroyos, en su gran mayoría efímeros, que vierten directamente al mar, o a las masas de agua de transición de la demarcación. Estos cauces se

caracterizan por su bajo caudal circulante, debido principalmente a las bajas precipitaciones existentes en las zonas costeras de la DHTOP.

El **río Tinto** nace en la Sierra de Aracena, junto a Minas de Riotinto, en las estribaciones suroccidentales de Sierra Morena, y atraviesa estas tierras en dirección N-S. Posteriormente, se adentra en la Tierra Llana de Huelva, por la que discurre en dirección NE-SO siguiendo la falla del Guadalquivir. Ya en su parte final, antes de desembocar en el Odiel, da lugar a un estuario con marcada influencia mareal. A lo largo de todo su recorrido recoge por su margen izquierda las aportaciones de los ríos Jarrama y Corumbel, y la de los arroyos Candón y Rivera de la Nicoba por la derecha.

El **río Odiel** nace en la Sierra de Aracena, discurriendo primero entre colinas de mediana altura, en dirección NE-SO, hasta su confluencia con el río Oraque. A partir de este punto cambia su orientación a N-S, atravesando zonas con pendientes suaves. Antes de su desembocadura en el Océano Atlántico da lugar a una extensa marisma, que posee varias figuras de protección ambiental a nivel autonómico e internacional. Además del río Oraque, anteriormente comentado, el Odiel recoge por su margen derecha las aportaciones de la Rivera de Santa Eulalia, Rivera de Olivargas y Rivera de Meca. Por la margen izquierda se incorporan al río el Arroyo Agrio, Rivera del Villar y el Río Tinto, confluyendo este último ya en el estuario.

La **cuenca del río Piedras** se encuentra entre las cuencas bajas del Guadiana y del Odiel. Este río desemboca directamente al Océano Atlántico en un

extenso estuario muy bien delimitado. No presenta grandes afluentes, y efectúa su corto recorrido en sentido NO-SE.

De acuerdo con la clasificación realizada por el anterior Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (MARM), a partir del Modelo Digital del Terreno (MDT) de precisión 100x100 m, la longitud total de los ríos significativos (cuenca vertiente mayor a 10 km² y caudal circulante superior a 100 l/s) en la DHTOP es de 937 km, repartidos 350 km en la cuenca del río Tinto, 515 km en la del río Odiel y 72 km en la cuenca del río Piedras.

A continuación, en la Figura nº 1, se muestra el mapa de la red hidrográfica de la DHTOP, formada por los ríos principales Tinto, Odiel y Piedras y sus principales afluentes.



Figura nº 1. Red hidrográfica principal.

Por otra parte, no todas las escorrentías discurren hacia la red fluvial, en la zona Sur existe un complejo de lagunas prelitorales en el que se engloban las lagunas de Portil y las lagunas de Palos y Las Madres.

La laguna de Portil se ha formado por un cegamiento de dos pequeños arroyos por parte de un cordón de dunas litorales móviles y en el caso de las lagunas de Palos y Las Madres, el cordón dunar que las separa de la línea de costa es de arenas fijadas. Estas lagunas son de agua dulce y se alimentan de la precipitación de lluvia, de las aguas freáticas y de los aportes de pequeños arroyos de la zona. En la Figura nº 2 se muestran estas zonas.

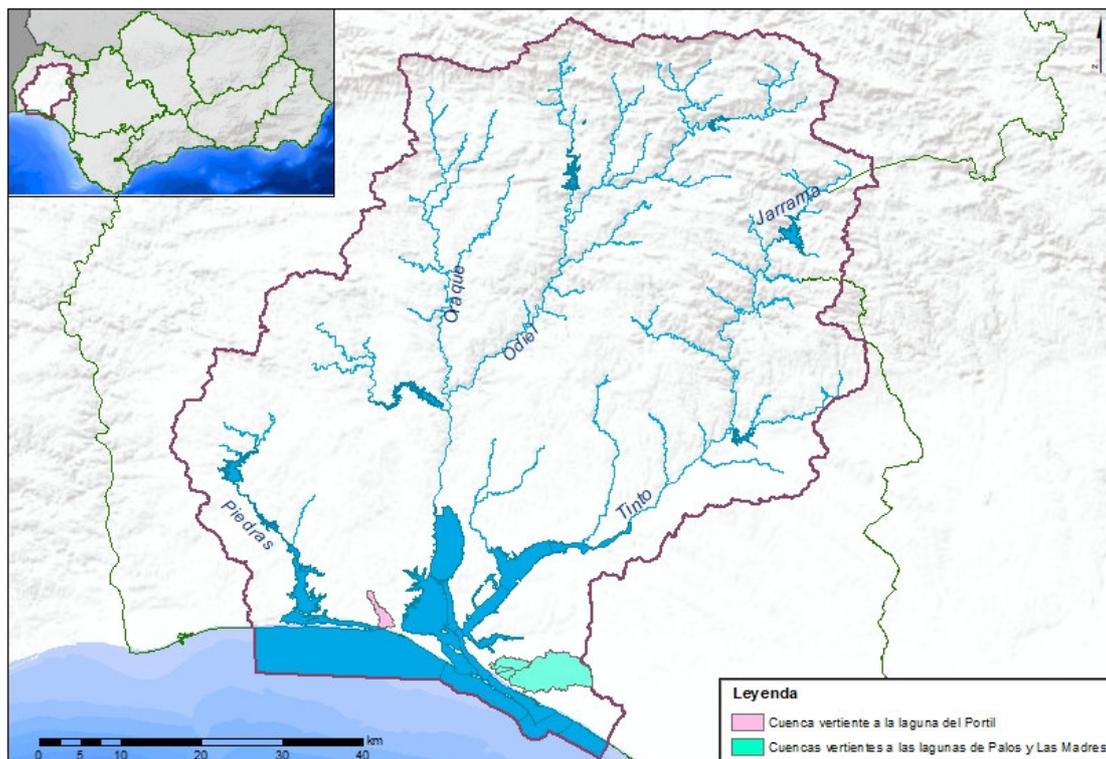


Figura nº 2. Complejo lagunar prelitoral en la DHTOP

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 Directiva Marco del Agua (DMA), pasaron a ser 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.

Actualmente existe un Convenio entre la DGA y el IGME para el estudio de acuíferos compartidos entre diferentes demarcaciones hidrográficas, que aún no ha concluido, por lo que no se pueden aportar resultados. En este contexto se está estudiando la continuidad hidrogeológica de acuíferos de las masas de agua subterráneas Aracena (DHTOP) con Aroche-Jabugo (D.H. Guadiana), Lepe-Cartaya (DHTOP) con Ayamonte (D.H. Guadiana). Condado (DHTOP) con Almonte/Manto Eólico Litoral de Doñana/La Rocina (D.H. Guadalquivir) y Niebla (DHTOP) con Campo de Tejada (D.H. Guadalquivir)

En la DHTOP existen un total de 4 masas de agua subterránea. Estas masas ocupan una superficie de 1.507 km², lo que representa aproximadamente el 32 % de la parte continental de la demarcación. La distribución geográfica de estas masas de agua se muestra en la Figura nº 3.

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



Figura nº 3. Definición de masas de agua subterránea en la DHTOP.

4.1.4 ZONIFICACIÓN Y CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN

La DHTOP se ha dividido para la determinación de los recursos disponibles en 4 zonas, atendiendo principalmente, a criterios de funcionalidad en la explotación de los recursos hídricos en la cuenca.

La zonificación coincide con la propuesta del ANEXO II (Delimitación del ámbito territorial de los sistemas de gestión del ciclo integral del agua en la Comunidad Autónoma de Andalucía) del Decreto 310/2003, de 4 de noviembre, de la Consejería de Obras Públicas y Transporte, por el que se delimitan las aglomeraciones urbanas para el tratamiento de las aguas residuales de Andalucía y se establece el ámbito territorial de gestión de los servicios del ciclo integral del agua de las Entidades Locales a los efectos de

actuación prioritaria de la Junta de Andalucía. Hay que destacar que, por homogeneidad, se han contemplado en una misma zona los sistemas de gestión de Costa de Huelva, Andévalo y Huelva (que pasa a denominarse como Costa Huelva-Andévalo) contemplados en el Decreto anteriormente comentado. En la Figura nº 4 y en la Tabla nº 1, se muestran las cuatro zonas en las que se ha dividido la DHTOP para la estimación de los recursos hídricos en la Demarcación.



Figura nº 4. Mapa de zonificación utilizada en la DHTOP para la determinación de los recursos hídricos.

Zona	Nombre	Superficie (km ²)
1	Condado de Huelva	565
2	Costa de Huelva-Andévalo	2.575

Zona	Nombre	Superficie (km ²)
3	Cuenca Minera	946
4	Sierra de Huelva	676

Tabla nº 1. Resumen de las diferentes zonas utilizadas en la caracterización de los recursos hídricos en la DHTOP

4.2 DESCRIPCIÓN E INTERRELACIÓN DE LAS VARIABLES HIDROLÓGICAS

4.2.1 DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN

En el presente documento se han incluido 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 las escorrentías superficial, subterránea y total.

En el análisis de todas las variables se han considerado dos periodos de trabajo: uno denominado histórico, que abarca desde 1940/41 a 2017/18, y otro que refleja las tendencias más recientes en la evolución de las series hidrológicas, desde 1980/81 a 2017/18. Se ha hecho una actualización de los datos respecto al 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 Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación (SIMPA) 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). 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.

Al comparar los datos acumulados de escorrentía total en la DHTOP, se ha observado que en general son superiores en comparación con los valores reales medidos en la demarcación y con los del ciclo anterior para el mismo periodo de datos.

Como ejemplo, en la Figura nº 5 se muestra una comparativa entre los datos de aportación del río Oraque en el ciclo anterior y los valores resultantes del modelo SIMPA.

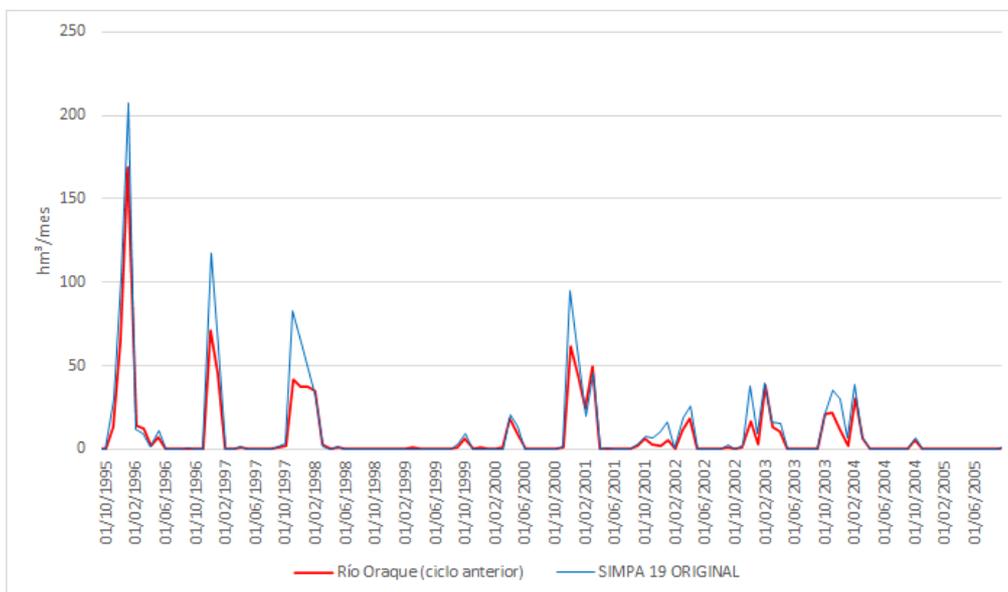


Figura nº 5. Comparación entre las aportaciones del río Oraque en el segundo ciclo y las supuestas por el modelo SIMPA.

Se observa que el modelo refleja correctamente la variabilidad temporal, pero sobrestima las aportaciones, por lo que se ha considerado oportuno la utilización del modelo SIMPA en la caracterización de los recursos naturales en la DHTOP, realizando algunas correcciones a los resultados del mismo.

Para ello, se han analizado cada una de las zonas hidrológicas hidráulicamente más importantes, comparando los resultados del modelo SIMPA con los datos reales medidos en condiciones naturales y los resultados del modelo SIMPA del segundo ciclo de planificación. Una vez realizadas las comparaciones, se han estimado diferentes coeficientes de corrección que se han aplicado a las diferentes salidas del modelo, de modo que los resultados finales se ajustan a la realidad del sistema, tal y como se puede apreciar en la Figura nº 6, en la que se comparan los mismos datos de la gráfica anterior, pero esta vez con la corrección del modelo SIMPA.

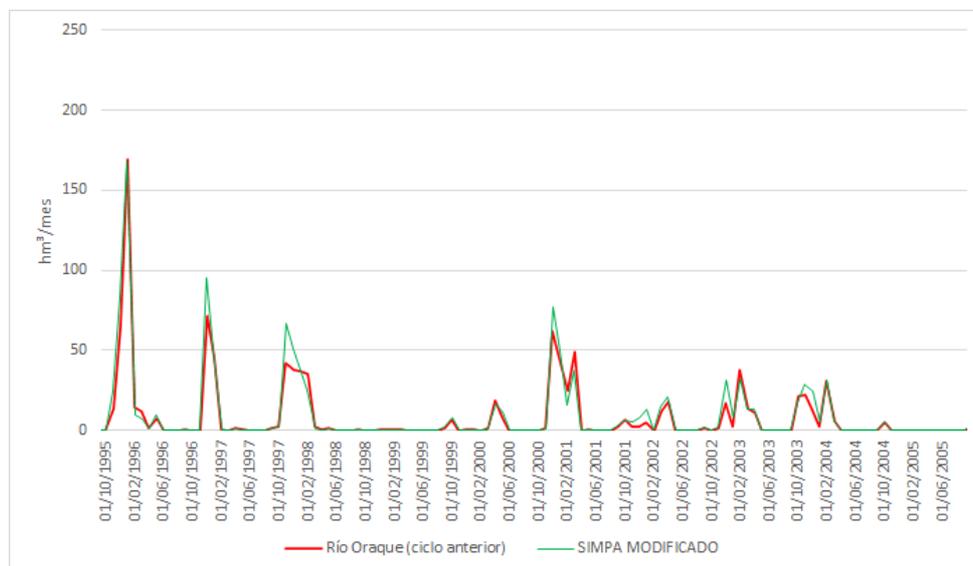


Figura nº 6. Comparación entre de las aportaciones del río Oraque en el segundo ciclo de planificación y las supuestas por el modelo SIMPA aplicadas las correcciones al mismo.

En general, ha sido necesario aplicar coeficientes de reducción en la mayoría de las zonas. En los ríos Odiel y Piedras el incremento experimentado es más o menos homogéneo (un 20%), por lo que se ha decidido aplicar coeficientes globales a estos ríos en su conjunto, sin embargo, en el río Tinto, existen zonas en las que no hay apenas variación (embalse de Jarrama y río Tinto) y otras en las que el incremento experimentado es similar al registrado en las otras cuencas.

En el Apéndice II.1, se describen con detalle los análisis y resultados del contraste realizado en cada uno de esos puntos seleccionados, así como la descripción detallada del modelo, aportada por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

4.2.2 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS

El presente apartado trata de mostrar la distribución espacial de las principales variables hidrológicas para todo el territorio de la DHTOP y para los periodos de evaluación definidos. Los mapas anuales se han obtenido como el promedio de los sumatorios de los valores mensuales de cada año hidrológico.

En este tercer ciclo de planificación, la precipitación parece estar sobredimensionada y las variables relacionadas con la precipitación, presentan en general valores superiores a los establecidos en el plan hidrológico del ciclo anterior. Este hecho sin embargo no se traslada a las

aportaciones, a causa de que la evapotranspiración real también presenta también valores superiores a los del plan anterior, debido principalmente a la gran influencia de la precipitación sobre el cálculo de la misma.

4.2.2.1 PRECIPITACIÓN

La precipitación media anual en el conjunto de la DHTOP está en torno a los 680 mm (3.237 hm³) para el periodo 1940/41 a 2017/18, oscilando entre valores máximos de 1.156 mm en el año más húmedo y 299 mm en el más seco. En el periodo 1980/81-2017/18 la precipitación media anual es de 670 mm (3.193 hm³), un 1,5% inferior al valor de la serie histórica.

La Figura nº 7 muestra la serie de precipitaciones anuales para el período 1940/41-2017/18 para el conjunto de la demarcación.

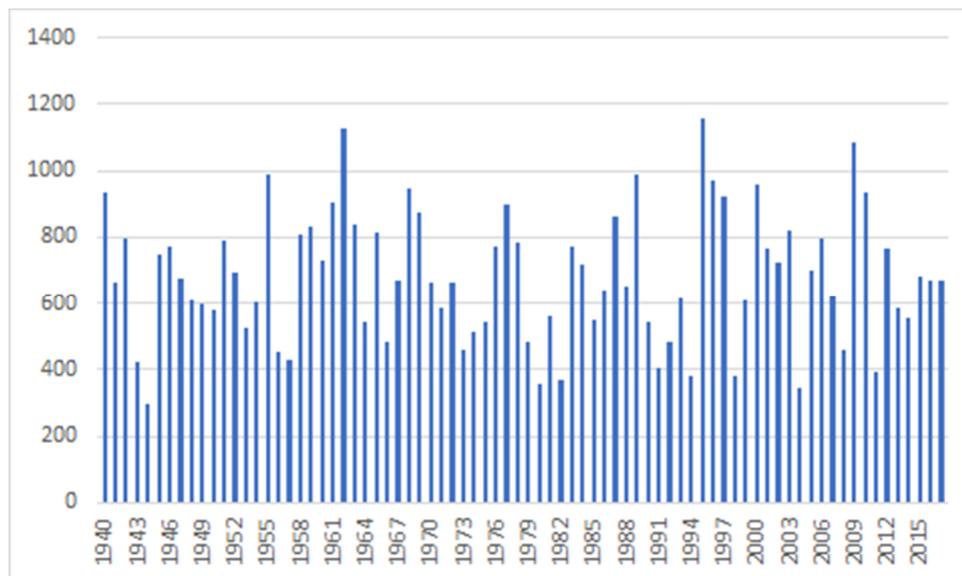


Figura nº 7. Serie de precipitaciones anuales (mm) en la DHTOP. Período 1940/41-2017/18.

Por otra parte, la distribución mensual y espacial de estas precipitaciones se caracteriza por la heterogeneidad, habiendo meses bastante lluviosos (fundamentalmente los meses de otoño e invierno) y meses secos (verano), donde son frecuentes los episodios de precipitaciones prácticamente nulas.

La Figura nº 8 muestra la distribución mensual de la precipitación media anual para el conjunto de la demarcación.

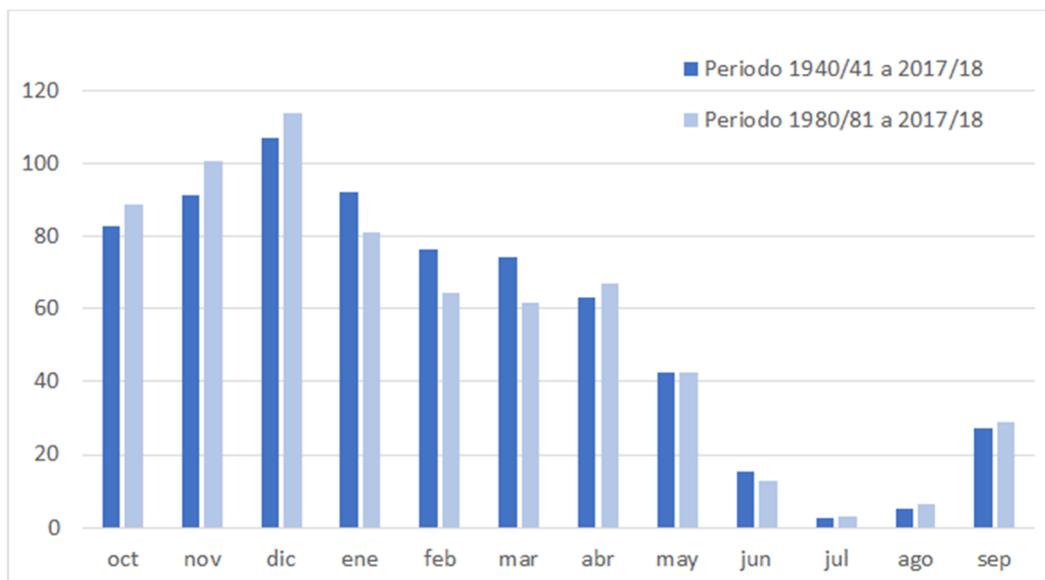


Figura nº 8. Distribución mensual de la precipitación media (mm/mes) en la DHTOP

El régimen de precipitaciones en la DHTOP se caracteriza por la existencia de un gradiente de humedad de forma que ésta decrece, a grandes rasgos, hacia el Sur. La zona de la Sierra de Huelva incluye los macizos más elevados y ahí 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 450 mm/año.

La Figura nº 9 y la Figura nº 10 muestran la distribución espacial de la precipitación media anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

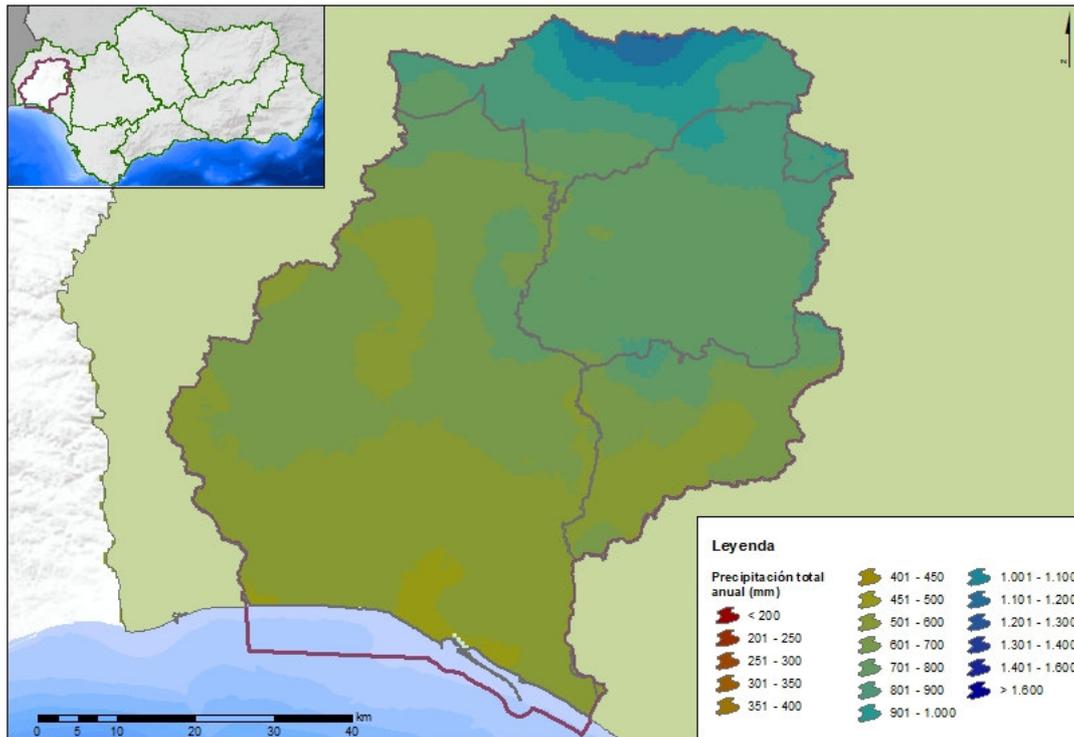


Figura nº 9. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) para el periodo 1940/41-2017/18

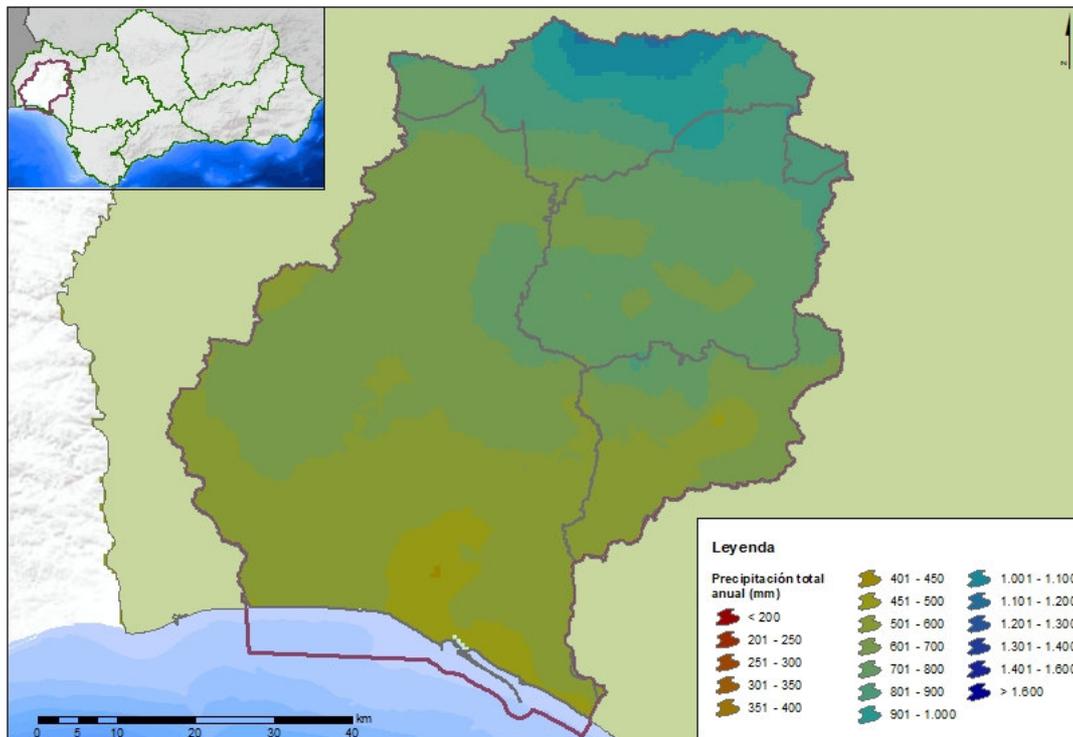


Figura nº 10. Distribución espacial de la precipitación total anual (mm/año) para el periodo 1980/81-2017/18

En cuanto a la distribución espacial, como muestra la Figura nº 11, la zona montañosa del norte es donde se dan los valores máximos de precipitación. De este modo, la Sierra de Huelva alcanza valores medios de precipitación anual en torno a los 891 mm, con máximos de 1.463 mm (año hidrológico 1995/96). Mientras tanto, la zona costera es donde se presentan las menores precipitaciones medias. La Costa de Huelva-Andévalo, por ejemplo, presenta valores medios anuales de 599 mm y mínimos de 262 mm (año 1944/45).

En el periodo reciente se puede apreciar una reducción de la precipitación media anual en el conjunto de la DHTOP de aproximadamente un 1,5%,

localizándose los descensos más acusados en la Cuenca Minera, con variaciones del 2,2%.

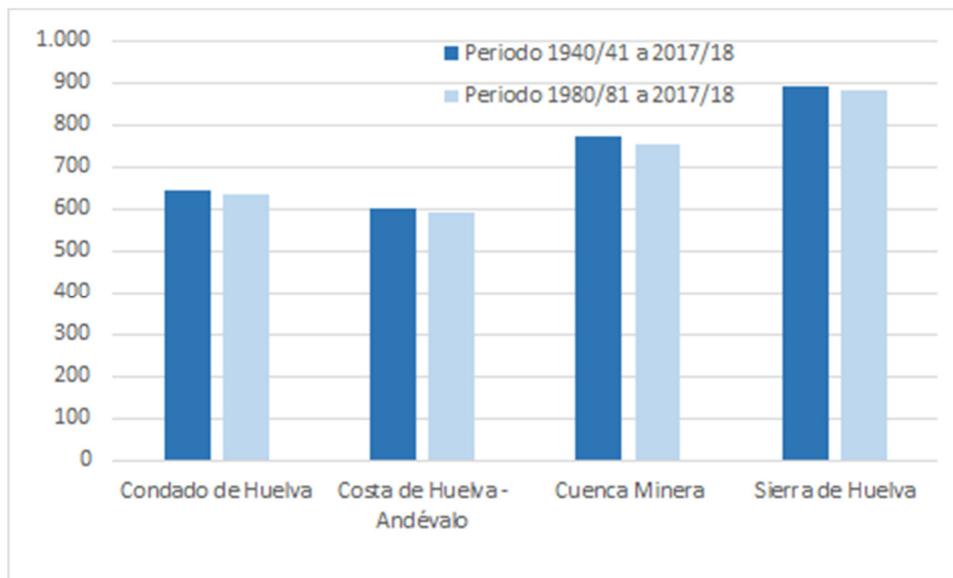


Figura nº 11. Comparativa de la precipitación media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.

4.2.2.2 TEMPERATURA:

La temperatura media anual en la demarcación para el periodo 1940/41 a 2017/18 se sitúa en los 17,9°C, oscilando entre valores máximos de 19,2°C en el año más caluroso y 16,7°C en el más frío. En el periodo 1980/81-2017/18 la temperatura media anual es de 18,0°C, un 0,6% 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 12, los valores máximos se alcanzan en los meses de julio y agosto, cuando se

rondan los 28,5°C de media en la demarcación, frente a los mínimos 8°C de media en el mes de enero.

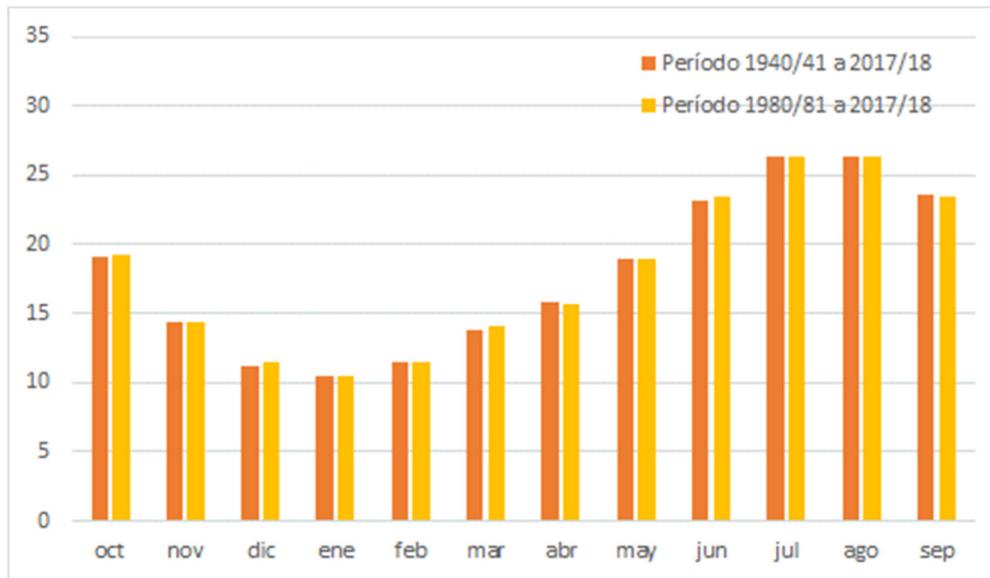


Figura nº 12. Distribución mensual de la temperatura media (°C) en la DHTOP.

La Figura nº 13 y la Figura nº 14 muestran la distribución espacial de la temperatura media anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

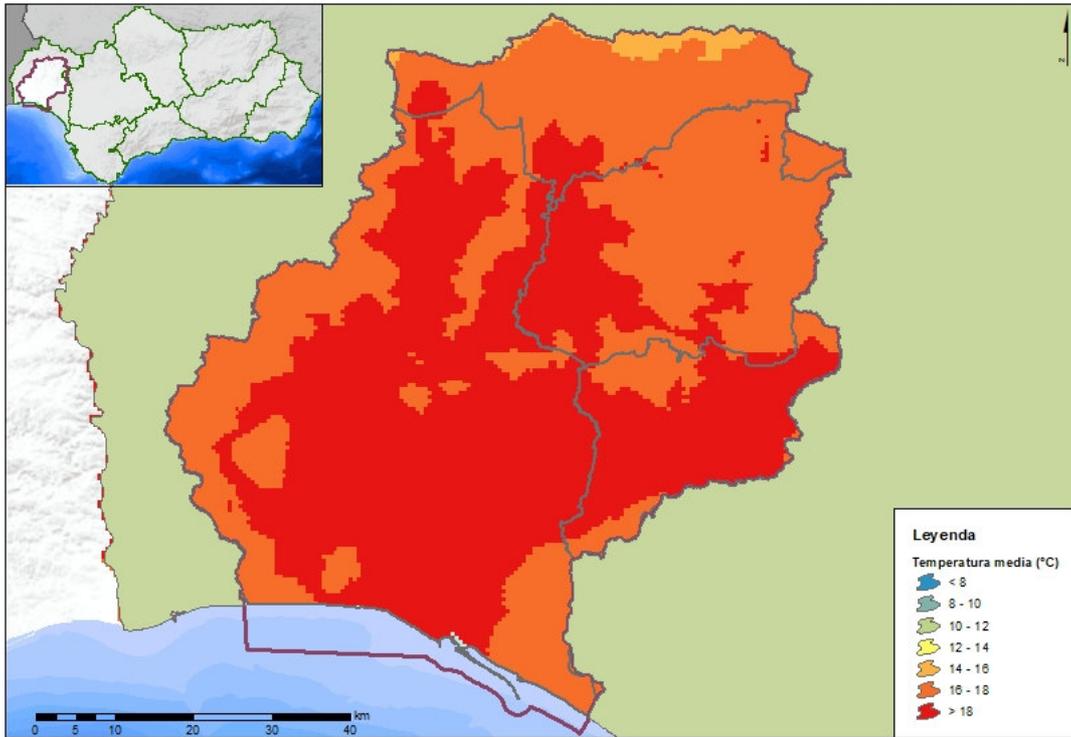


Figura nº 13. Distribución espacial de la temperatura media anual (°C). Período 1940/41-2017/18.

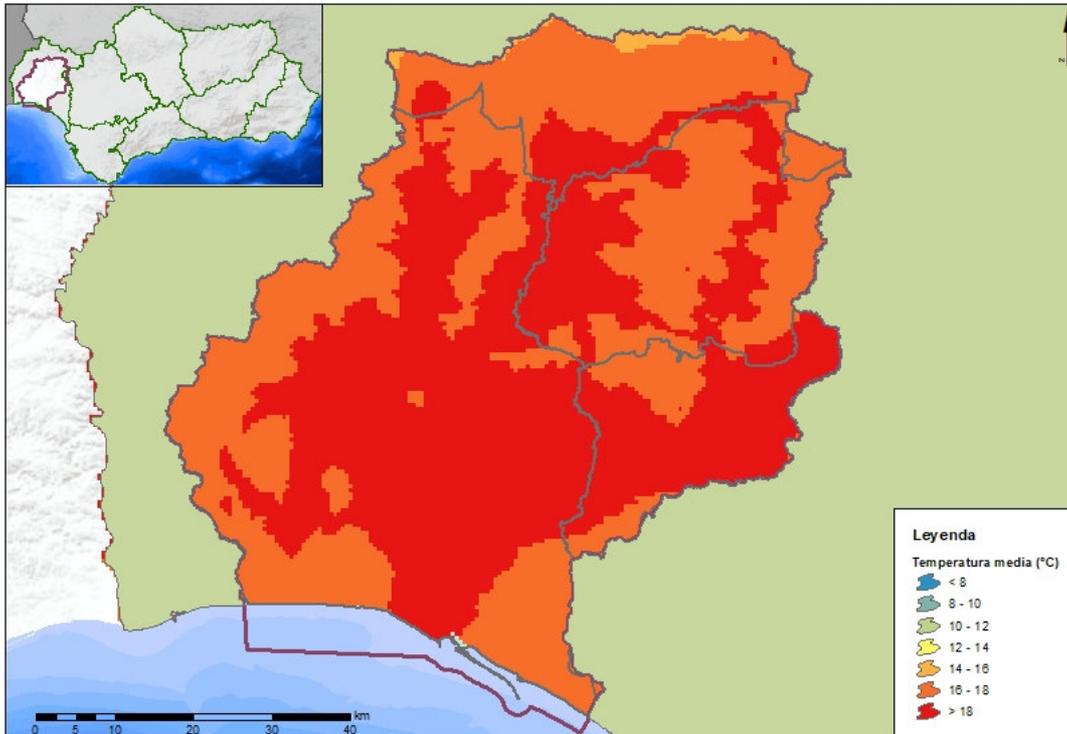


Figura nº 14. Distribución espacial de la temperatura media anual (°C). Período 1980/81-2017/18.

Los valores máximos estimados llegan a superar los $19,4^{\circ}\text{C}$ y los mínimos se sitúan en torno a los $17,2^{\circ}\text{C}$, mientras que en la Sierra de Huelva se dan los valores más bajos, con una temperatura media de $17,1^{\circ}\text{C}$ y mínimos en torno a los $15,3^{\circ}\text{C}$.

Como muestra la Figura nº 15, en el periodo histórico los valores más altos de temperatura media se dan en el Condado de Huelva con valores de $18,2^{\circ}\text{C}$.

En el periodo reciente se puede apreciar un leve aumento de la temperatura media anual en el conjunto de la DHTOP de un 0,6%, localizándose los incrementos más acusados en la Cuenca Minera y la Sierra de Huelva con variaciones algo superiores al 1%.

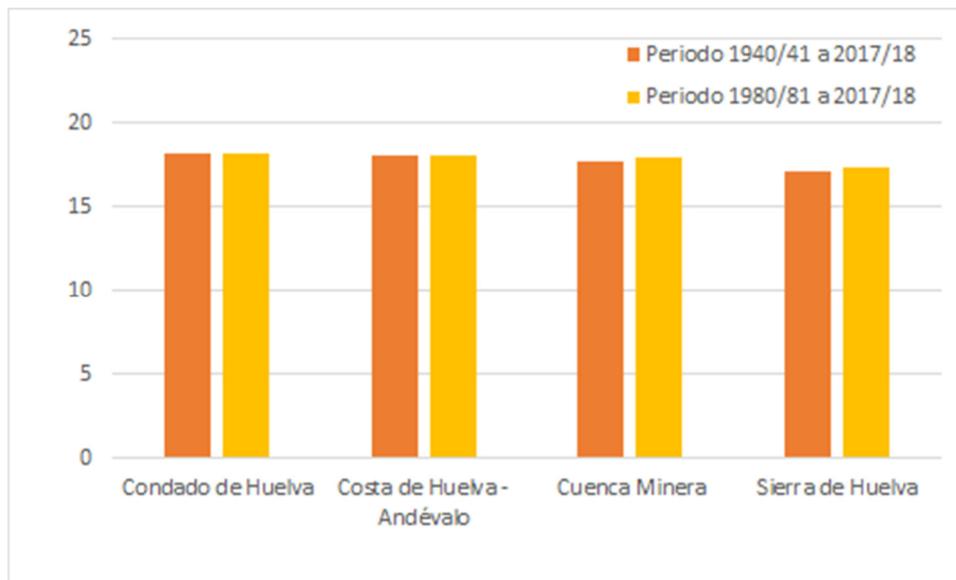


Figura nº 15. Comparativa de la temperatura media anual (°C) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.

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 DHTOP se estima en 1.169 mm para el periodo 1940 /41 a 2017/18 con máximos anuales de 1.281 mm y mínimos de 1.095 mm. En el periodo 1980/81 a 2017/18 la ETP media anual es de 1.159 mm, con un valor máximo de 1.221 mm, y un valor mínimo de 1.108 mm.

Como se puede ver en la Figura nº 16, 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.

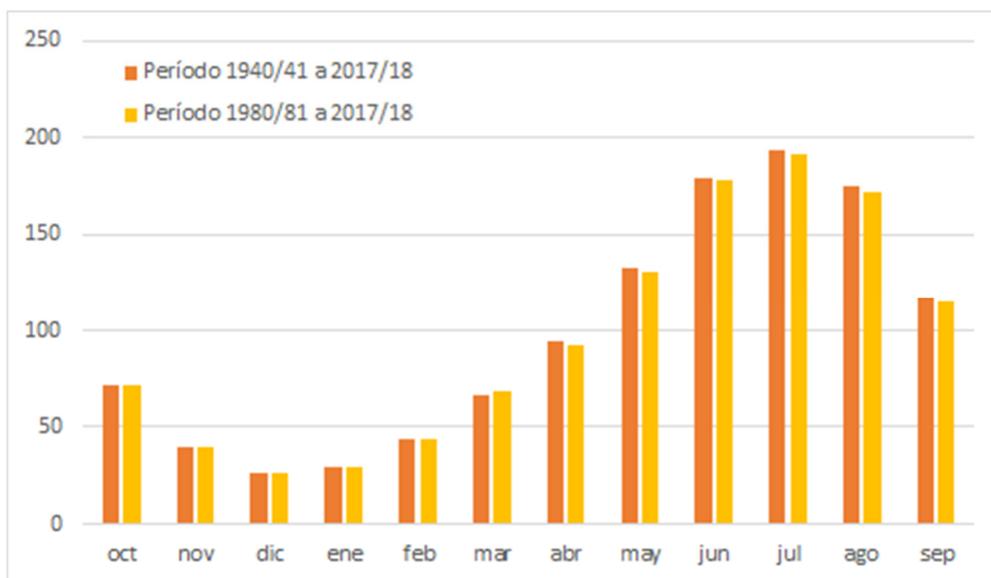


Figura nº 16. Distribución mensual de la ETP media (mm/mes) en la DHTOP.

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

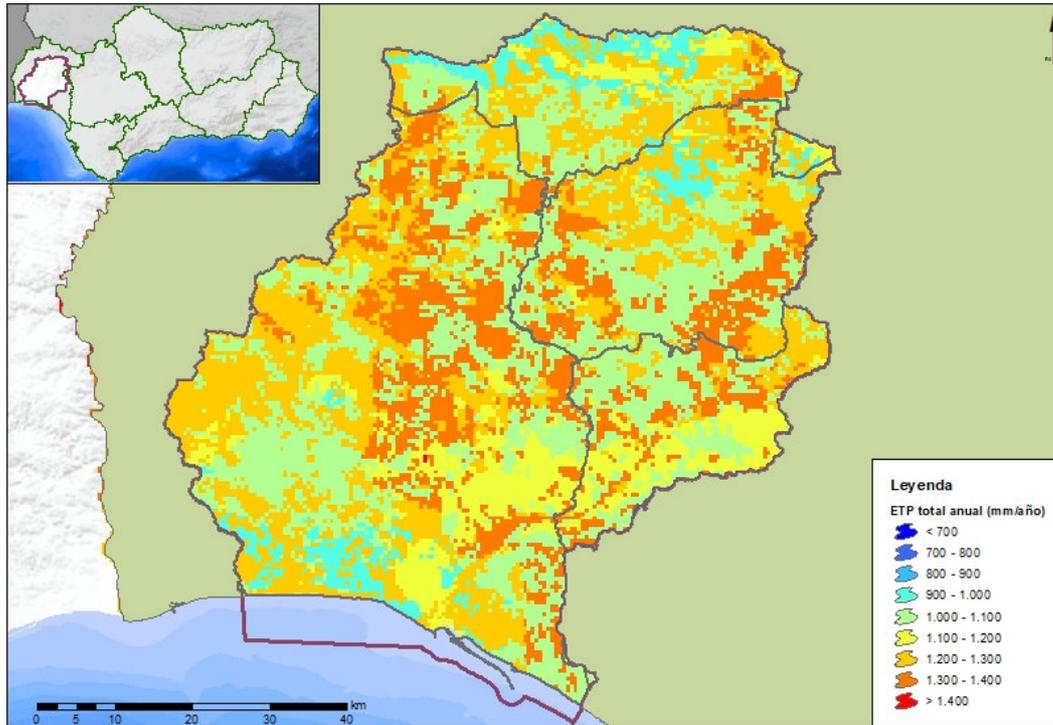


Figura nº 17. Distribución espacial de la ETP media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.

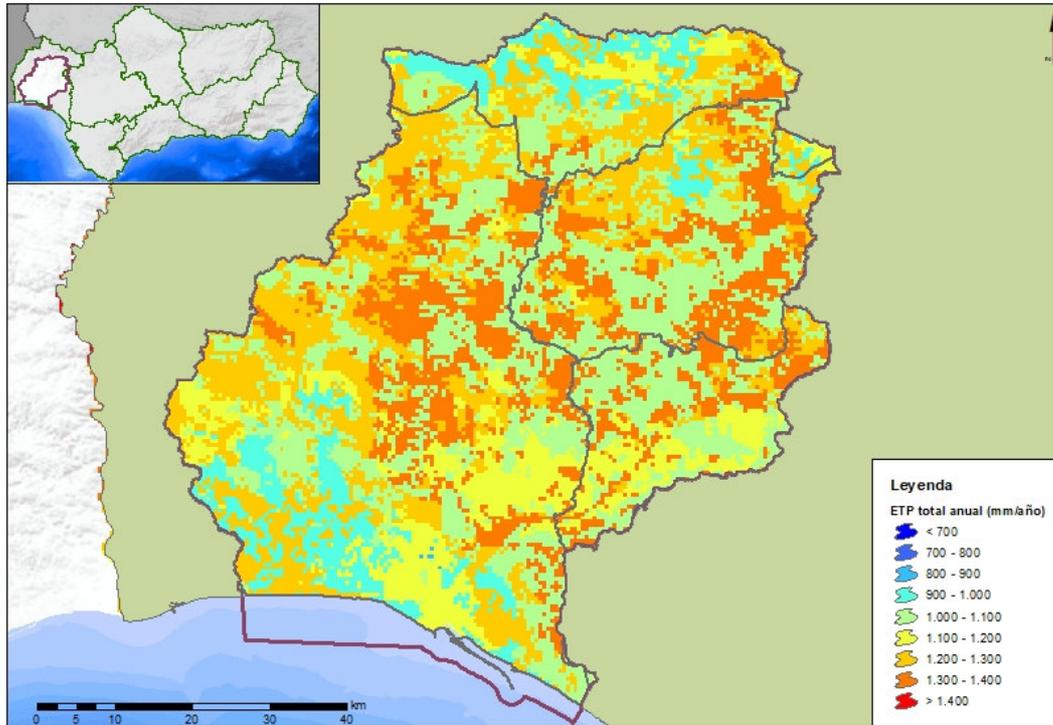


Figura nº 18. Distribución espacial de la ETP media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.

Tal y como muestra la Figura nº 19, los valores más elevados de ETP se concentran en la Costa de Huelva, con un valor medio de 1.179 mm para el periodo histórico y 1.163 mm desde 1980/81 a 2017/18. Por su parte, los valores más bajos se dan en la Sierra de Huelva, con 1.128 mm de media anual para el periodo histórico y 1.121 mm desde 1980/81 a 2017/18.

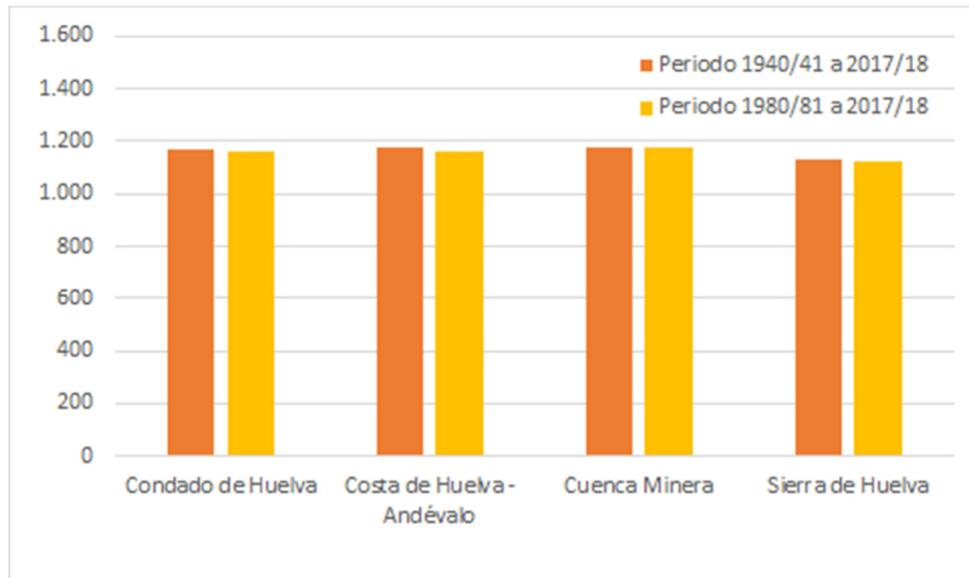


Figura nº 19. Comparativa de la ETP media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.

4.2.2.4 EVAPOTRANSPIRACIÓN REAL

La ETR media anual en la DHTOP está en torno a los 508 mm/año en periodo histórico, con un máximo de 624 mm/año y un mínimo de 292 mm/año. En el caso de la serie corta, la media está en torno a los 505 mm/año y el máximo y mínimo es de 624 y 320 mm/año, respectivamente.

A nivel mensual, la ETR presenta los valores máximos en el mes de mayo y los mínimos en el periodo estival, como muestra la Figura nº 20.

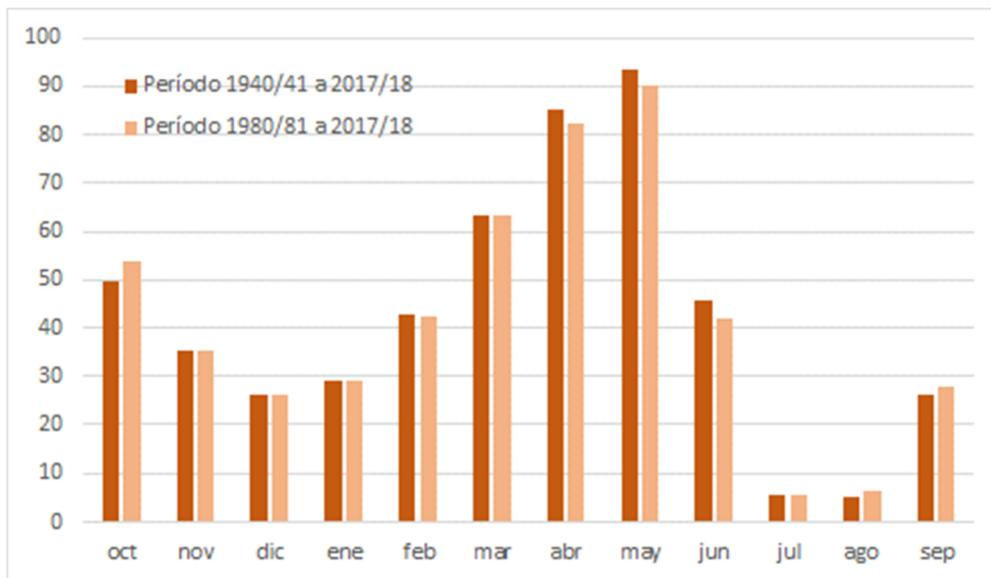


Figura nº 20. Distribución mensual de la ETR media (mm/mes) en la DHTOP

La Figura nº 21 y la Figura nº 22 muestran la distribución espacial de la ETR media anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

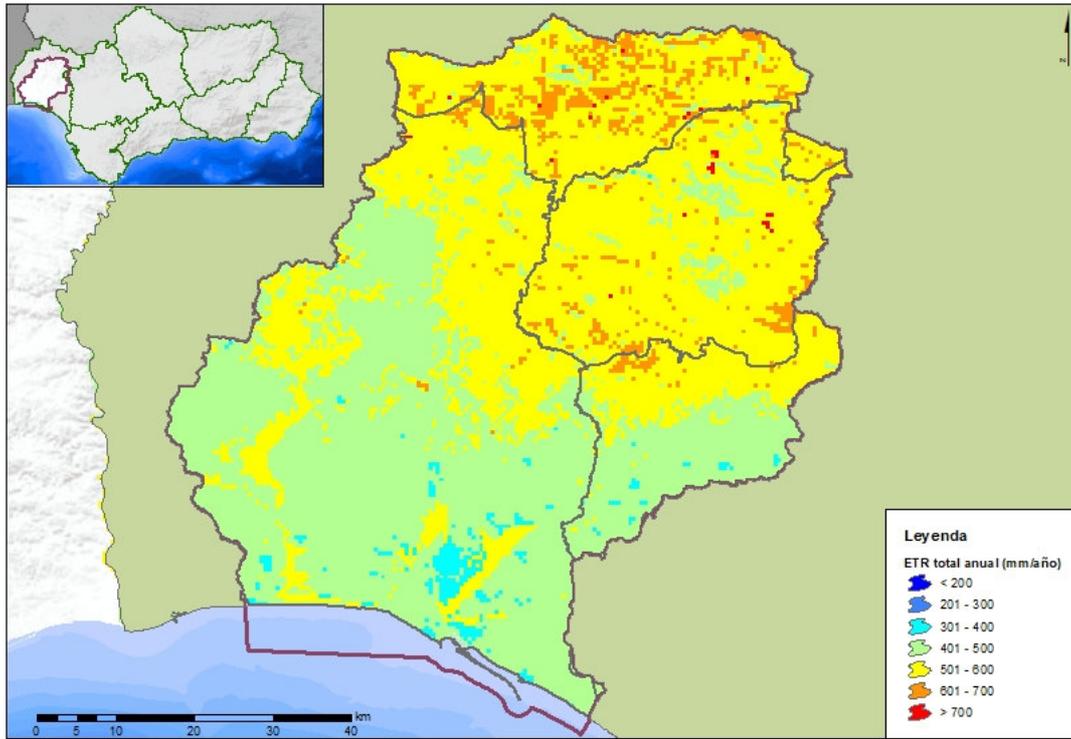


Figura nº 21. Distribución espacial de la ETR media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.

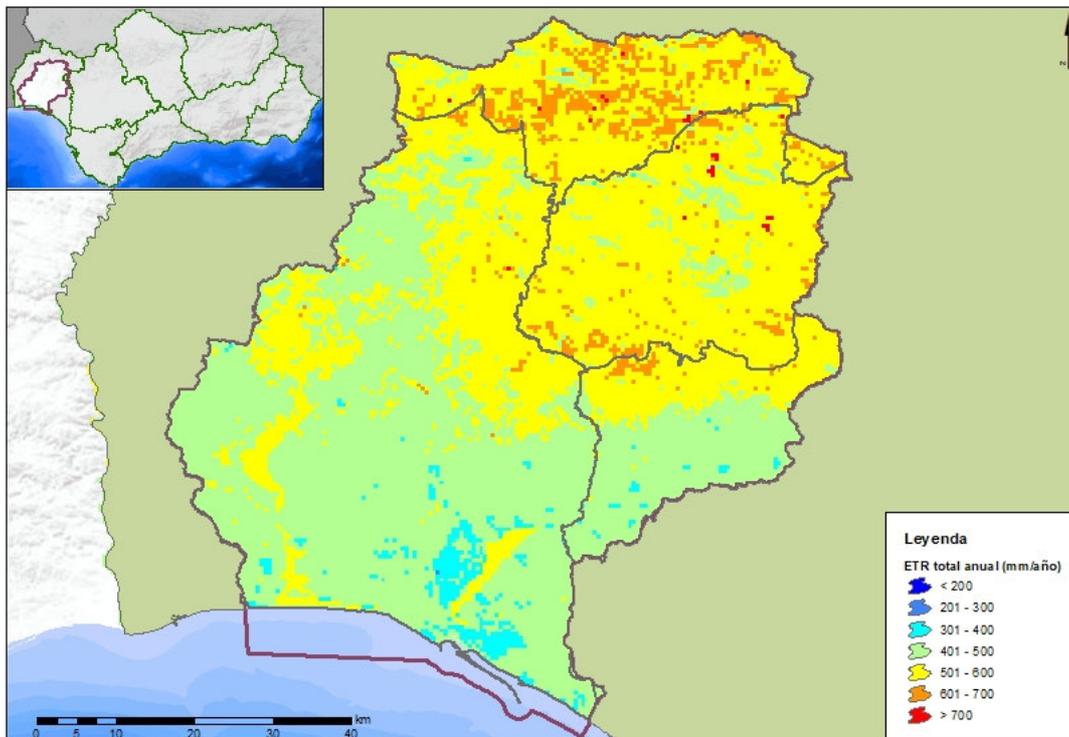


Figura nº 22. Distribución espacial de la ETR media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.

En la Figura nº 23 se puede ver que, en el periodo histórico, los valores máximos de evapotranspiración se dan en la Sierra de Huelva, donde se evapotranspiran anualmente 569 mm (serie histórica), aproximadamente el 50% de su capacidad potencial. Los valores máximos estimados llegan a superar los 714 mm/año y los mínimos se sitúan en torno a los 402 mm/año.

En la Costa de Huelva-Andévalo se da la situación contraria, con una ETR media de 480 mm/año y mínimos en torno a los 260 mm/año (serie histórica). El Condado de Huelva presenta también valores más reducidos de ETR, con una media anual de 494 mm/año de media y un mínimo inferior a 270 mm/año.

En el periodo más actual se puede apreciar una reducción leve de la ETR, con una reducción media del 0,6%.

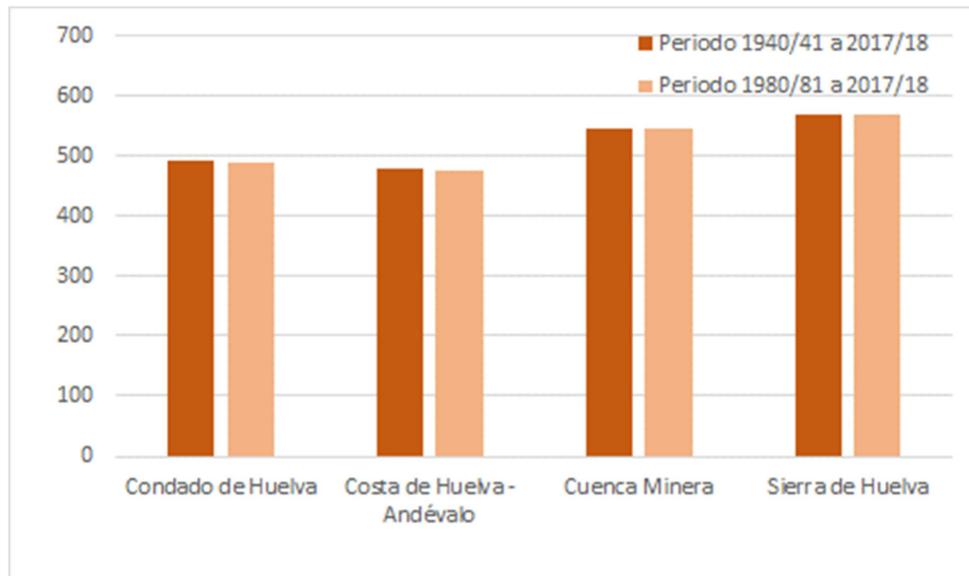


Figura nº 23. Comparativa de la ETR media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18.

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 generando escorrentía superficial, cuando el suelo está saturado y se sobrepasa el umbral de escorrentía del suelo.

En la DHTOP, la infiltración total anual media se estima en 26 mm/año, con valores máximos de 87 mm/año (año 1962/63) y valores mínimos de 1,1

mm/año (año 1944/45). Hay que recordar que este es un valor medio para toda la DHTOP, suponiendo que existe infiltración en todo el territorio. Como es lógico, según el modelo SIMPA, la infiltración se da solamente en aquellas zonas en las que existe masa de agua subterránea, por lo que los valores medios para toda la demarcación deben tomarse como orientativos.

En cuanto a la distribución temporal de los valores, la Figura nº 24 muestra que la máxima recarga tiene lugar durante los meses de invierno mientras que los meses de junio, julio y agosto presentan la menor infiltración.

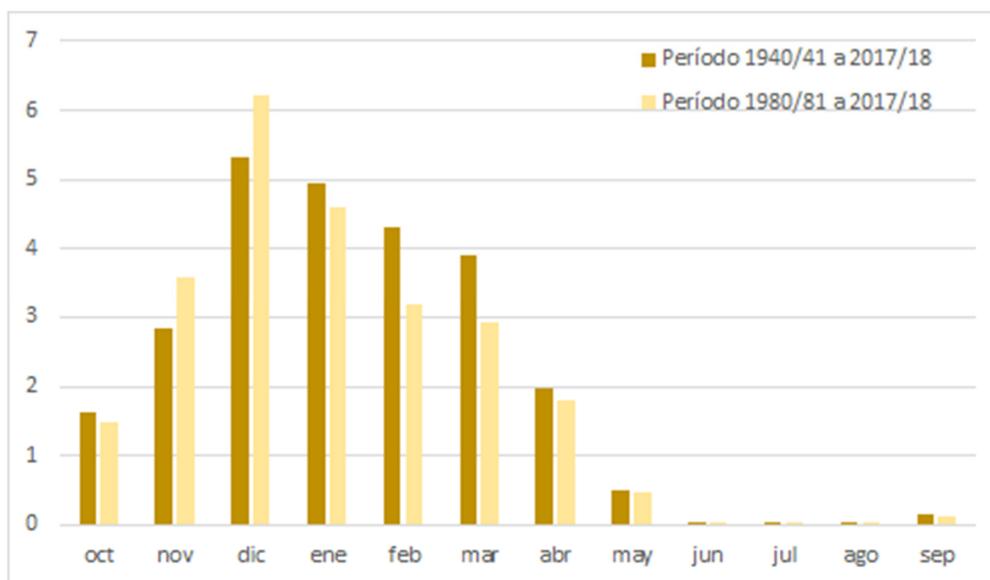


Figura nº 24. Distribución mensual de la infiltración o recarga media (mm/mes) en la DHTOP.

La Figura nº 25 y la Figura nº 26 muestran la distribución espacial de la infiltración media anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

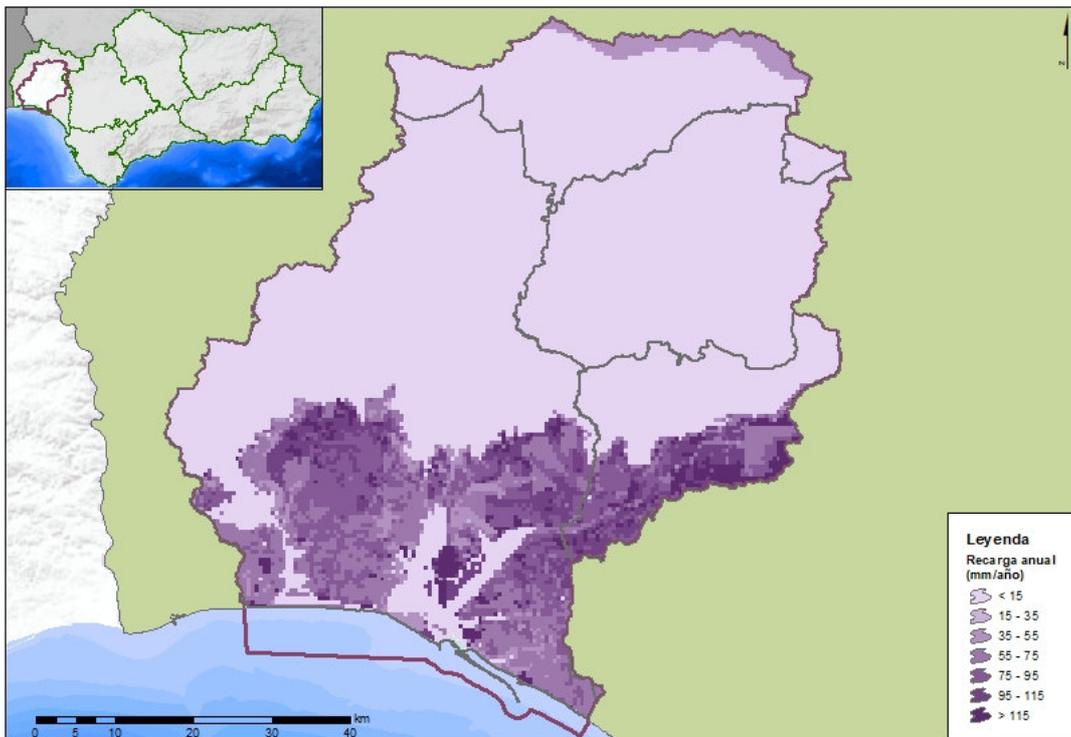


Figura nº 25. Distribución espacial de la infiltración media anual (mm/año). Período 1940/41-2017/18.

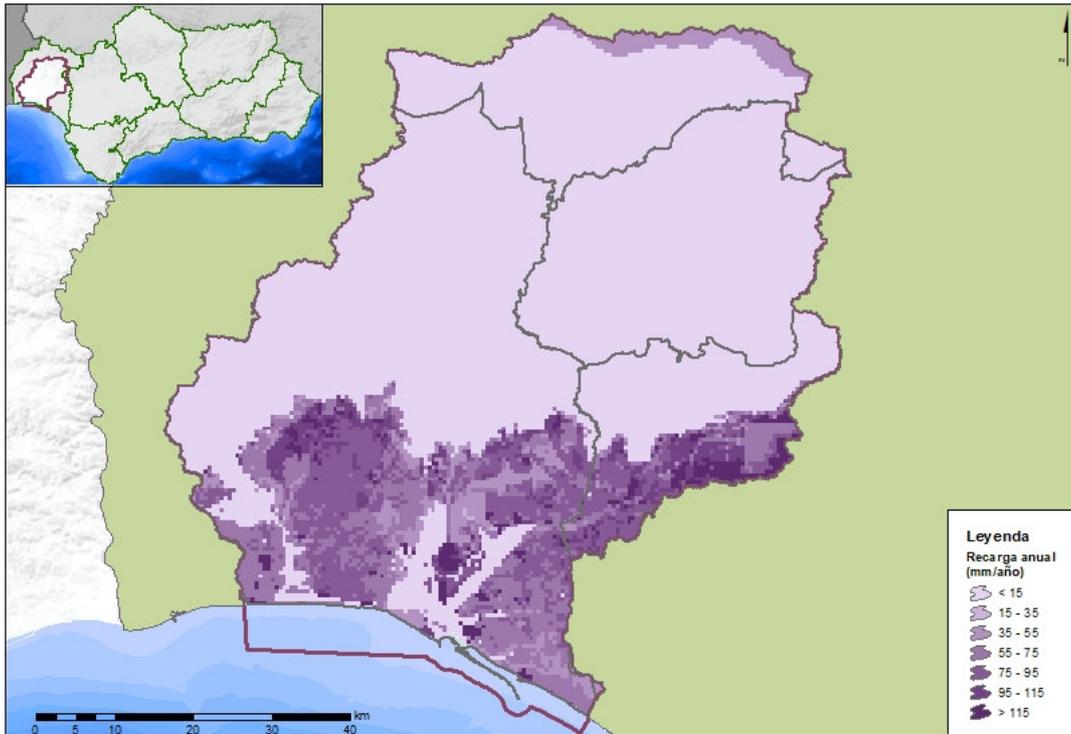


Figura nº 26. Distribución espacial de la infiltración media anual (mm/año). Período 1980/81-2017/18.

En las zonas costeras y el sureste de la DHTOP se producen los valores máximos de infiltración, ya que, es en las zonas donde se encuentran las principales masas de agua subterránea de la demarcación.

La Figura nº 27 recoge los datos de infiltración por masa de agua subterránea. La masa Condado es la que mayor infiltración presenta valores medios de 78 mm/año en el periodo largo y, por el contrario, es Niebla, la que presenta valores más bajos, no llegando a los 40 mm/año en el mismo periodo de datos.

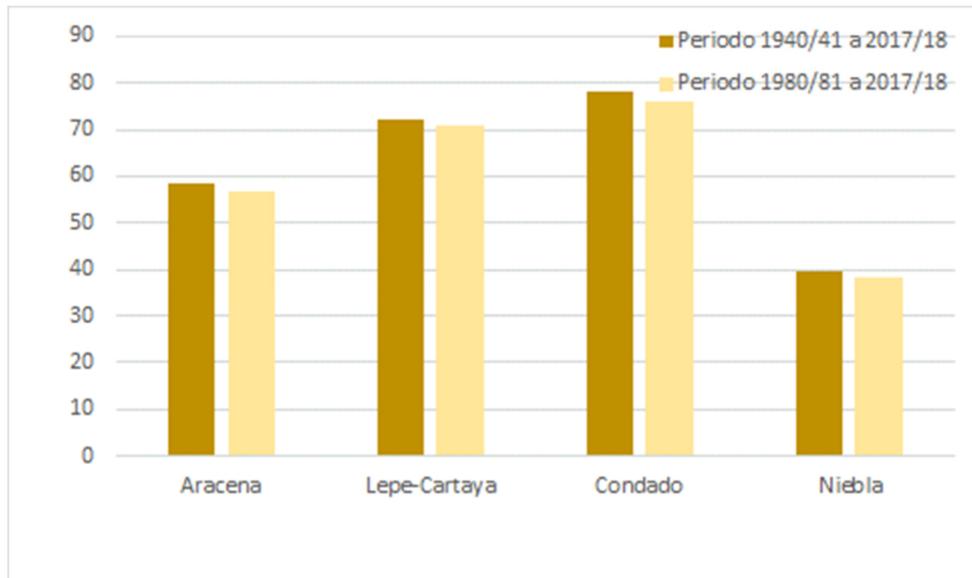


Figura nº 27. Comparativa de la infiltración media anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18 en las diferentes masas de agua subterránea

Los resultados facilitados por el SIMPA se han considerado representativos de las condiciones reales para todas las masas de agua subterránea.

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 147 mm/año (702 hm³) en el conjunto de la demarcación, con valores máximos de 494 mm/año y mínimos de 7 mm/año.

En el caso del periodo más reciente la media anual es algo inferior, 142 mm/año (676 hm³), manteniéndose el valor máximo.

La Figura nº 28 muestra la serie de escorrentía total anual para el período 1940/41-2017/18 para el conjunto de la demarcación.

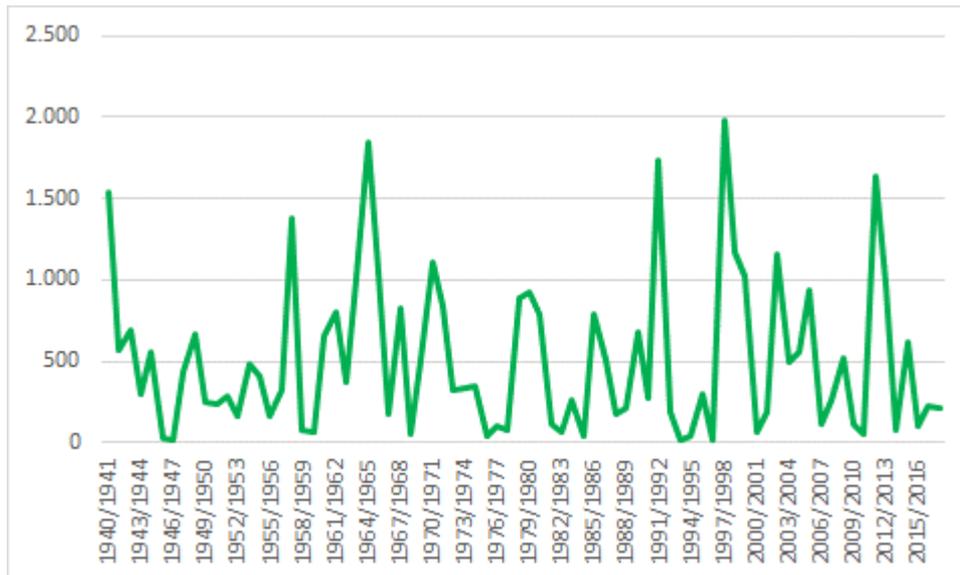


Figura nº 28. Serie de escorrentía total anual (hm³) en la DHTOP. Período 1940/41-2017/18.

La Figura nº 29 muestra que los valores más elevados se dan desde el mes de diciembre hasta el mes de marzo, mientras que los mínimos se producen de junio a septiembre.

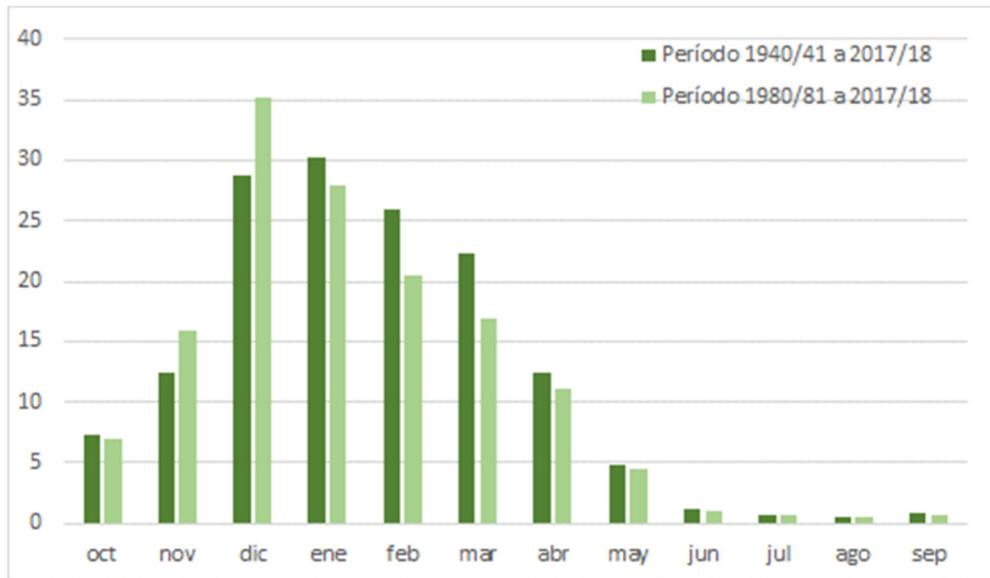


Figura nº 29. Distribución mensual de la escorrentía total (mm/mes) en la DHTOP.

La Figura nº 30 y la Figura nº 31 muestran la distribución espacial de la escorrentía total anual en el período 1940/41-2017/18 y 1980/81-2017/18, respectivamente.

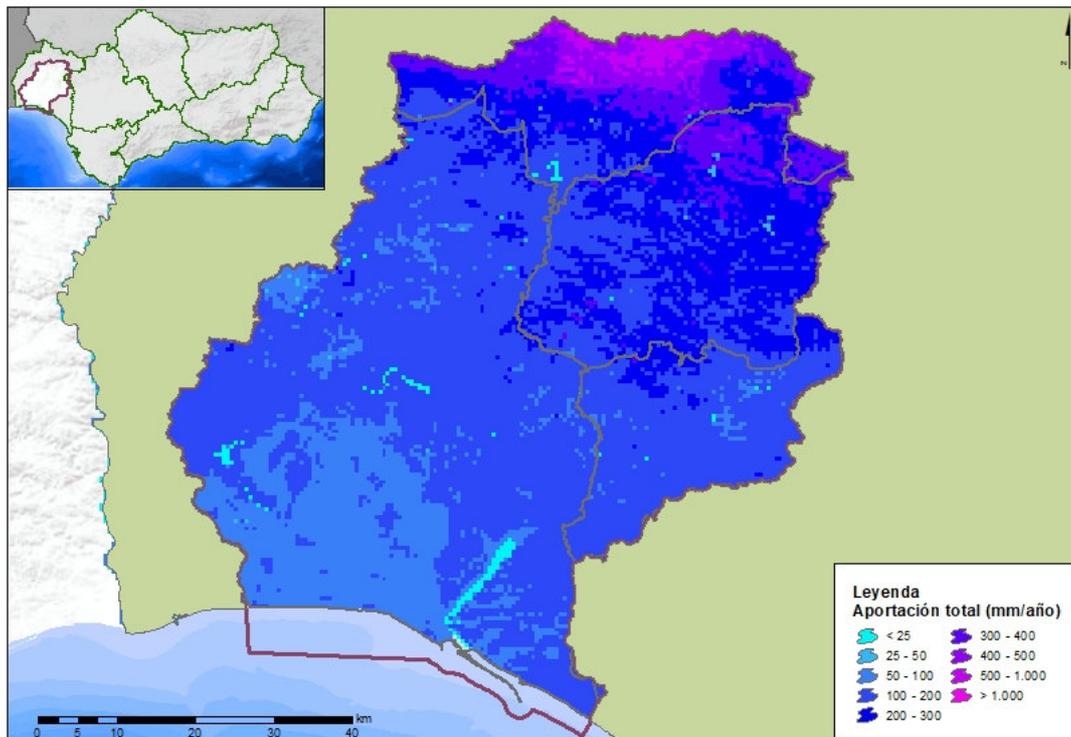


Figura nº 30. Distribución espacial de la escorrentía total anual (mm/año). Período 1940/41 - 2017/18.

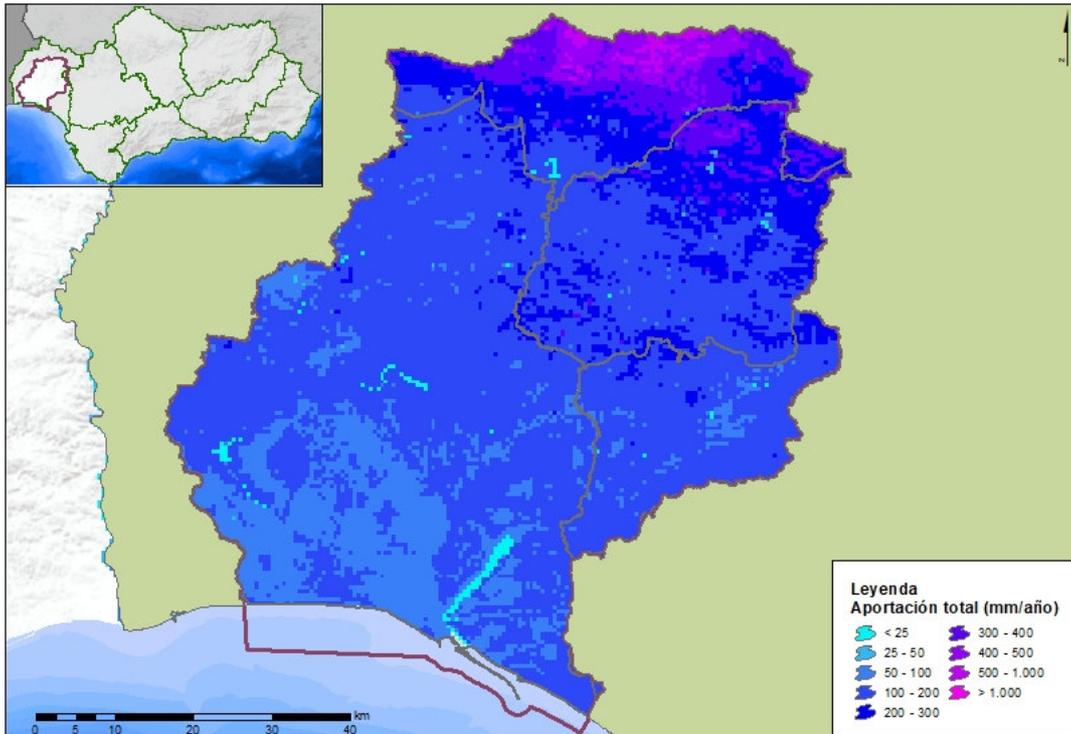


Figura nº 31. Distribución espacial de la escorrentía total anual (mm/año). Período 1980/81 - 2017/18.

A nivel de zonas, la Figura nº 32 muestran como la escorrentía se reduce al avanzar hacia el sur, pasando de más de 250 mm/año en la Sierra de Huelva a valores que rondan los 100 mm/año en la Costa de Huelva.

En general, en el periodo más actual se puede apreciar una reducción leve de la escorrentía total, con un valor que de reducción medio del, con una reducción media del 4%.

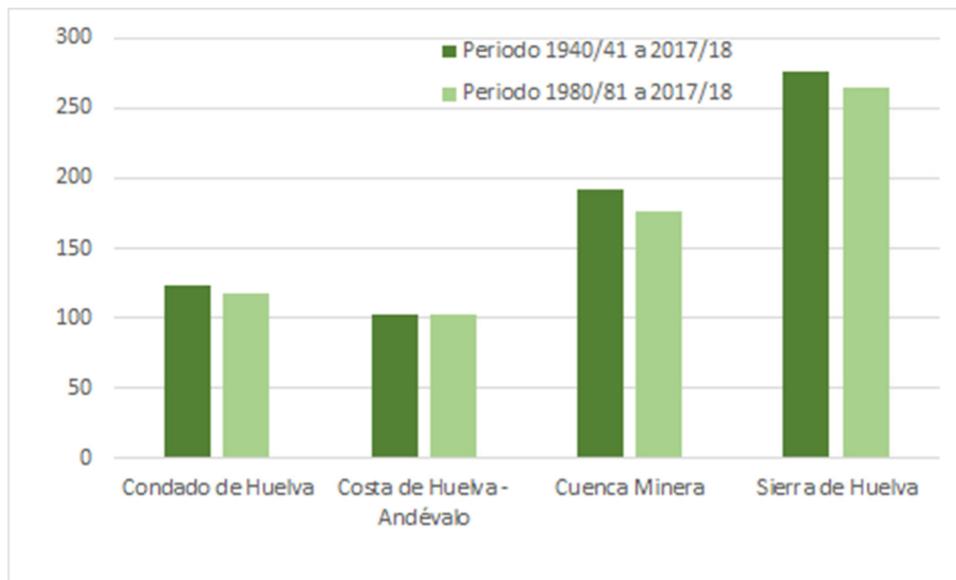


Figura nº 32. Comparativa de la escorrentía total anual (mm) de los periodos 1940/41 a 2017/18 y 1980/81 a 2017/18

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. 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

A continuación, en la Tabla nº 2 y en la Tabla nº 3, se muestran los estadísticos de las series de **precipitación** (mm/año) de la demarcación, por ámbitos son los siguientes.

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Coef. variación	Coef. sesgo
DHTOP	679,65	1156,11	299,18	197	0,29	0,27
Sierra de Huelva	890,57	1463,40	439,52	240	0,27	0,23
Cuenca Minera	770,04	1300,73	317,28	219	0,28	0,19
Condado de Huelva	644,56	1108,07	270,59	205	0,32	0,27
Costa de Huelva - Andévalo	598,96	1067,01	262,02	182	0,30	0,30

Tabla nº 2. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año)². Serie 1940/41-2017/2018.

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Coef. variación	Coef. sesgo
DHTOP	670,45	1156,11	348,03	214	0,32	0,34
Sierra de Huelva	879,61	1463,40	453,90	260	0,30	0,30
Cuenca Minera	752,38	1300,73	404,29	233	0,31	0,41
Condado de Huelva	634,53	1091,38	311,89	214	0,34	0,34
Costa de Huelva - Andévalo	593,50	1067,01	294,29	200	0,34	0,38

Tabla nº 3. Estadísticos básicos de las series anuales de precipitación (mm/año)². Serie 1980/81-2017/18.

² El coeficiente de variación y el de sesgo son adimensionales

Como se puede ver en las tablas anteriores, el valor medio de precipitación en la demarcación es de 680 y 670 mm para el periodo histórico y para el periodo reciente respectivamente. Los valores más elevados por sistemas se dan en la Sierra de Huelva.

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 y 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.

Los estadísticos de las series de **escorrentía total** ($\text{hm}^3/\text{año}$), por ámbitos, se presentan en la Tabla nº 4 y Tabla nº 5 y son los siguientes:

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Coef. variación	Coef. sesgo
DHTOP	702,18	2.352,82	31,56	137,00	0,80	0,95
Sierra de Huelva	1.313,69	3.539,76	77,24	205,49	0,64	0,51
Cuenca Minera	913,35	2.932,64	5,28	173,10	0,77	0,70
Condado de Huelva	587,40	2.200,74	1,40	112,67	0,94	1,35
Costa de Huelva - Andévalo	489,69	1.980,61	17,87	133,98	0,93	1,05

Tabla nº 4. Estadísticos básicos de las series anuales de escorrentía total
($\text{hm}^3/\text{año}$)². Serie 1940/41-2017/2018.

Ámbito	Media	Máximo	Mínimo	Desv. típica	Coef. variación	Coef. sesgo
DHTOP	676,04	2.352,82	47,49	148,50	0,90	1,21
Sierra de Huelva	1.262,31	3.539,76	77,24	218,55	0,71	0,73
Cuenca Minera	842,09	2.932,64	27,97	181,97	0,88	1,12
Condado de Huelva	561,97	2.200,74	7,96	124,54	1,05	1,47
Costa de Huelva - Andévalo	486,53	1.980,61	20,22	143,66	1,04	1,33

Tabla nº 5. Estadísticos básicos de las series anuales de escorrentía total
($\text{hm}^3/\text{año}$)². Serie 1980/81-2017/18.

La escorrentía anual media en la demarcación es de 702 $\text{hm}^3/\text{año}$ en el periodo histórico y de 676 $\text{hm}^3/\text{año}$ en el periodo corto. Los coeficientes de variación y sesgo son mayores en el periodo corto para todos los ámbitos.

4.3.2 SERIES MENSUALES

En este apartado, se muestra la distribución 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 zona y en el conjunto de la demarcación.

Estos datos se han estimado en cada una de las zonas consideradas, así como para la DHTOP. Del mismo modo, se ha analizado tanto la serie temporal 1940/41-2017/18 como la 1980/81-2017/18.

4.3.2.1 DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TINTO, ODIEL Y PIEDRAS:

En las Tabla nº 6, Tabla nº 7 y Figura nº 33, se muestran los valores mensuales de las principales variables hidrológicas en la DHTOP.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. Sup.	Esc. Subt.	Esc. total
Oct	393,82	342,53	237,20	35,38	5,00	34,66
Nov	433,72	190,05	168,43	60,62	8,62	59,42
Dic	508,58	127,29	124,62	145,67	14,29	137,25
Ene	438,10	139,53	137,67	150,15	18,05	144,29
Feb	363,48	208,53	203,10	125,76	18,19	123,54
Mar	354,15	316,58	301,01	106,05	17,38	105,90
Abr	302,05	447,91	405,72	54,19	14,38	58,84
May	201,72	631,68	445,87	16,67	9,62	22,56
Jun	73,57	851,21	217,43	0,57	5,81	5,47
Jul	11,81	921,11	26,81	0,00	3,95	3,38
Ago	24,95	833,30	25,29	0,00	3,14	2,71
Sept	130,62	558,20	124,57	1,86	2,95	4,16
Año	3.236,59	5.567,92	2.417,72	696,92	121,38	702,18

Tabla nº 6. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas. Serie 1940/41-2017/18.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Oct	421,87	339,77	256,81	34,05	4,71	33,27
Nov	479,06	188,19	167,77	79,00	9,19	75,64
Dic	541,68	126,57	125,38	179,38	16,00	167,66
Ene	385,53	141,15	138,86	136,05	18,86	132,93
Feb	308,05	209,34	201,62	96,76	16,67	97,33
Mar	292,43	324,24	301,63	79,29	14,38	80,35
Abr	318,91	440,77	392,53	49,72	12,19	53,10

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
May	203,00	623,11	429,77	16,29	8,57	21,35
Jun	60,38	849,16	199,62	0,43	5,33	4,96
Jul	14,05	910,35	26,48	0,00	3,71	3,19
Ago	30,19	818,87	30,48	0,00	3,05	2,61
Sept	137,57	548,77	133,15	1,43	2,86	3,65
Año	3.192,73	5.520,30	2.404,10	672,39	115,53	676,04

Tabla nº 7. Promedios mensuales (hm³) de las principales variables hidrológicas. Serie 1980/81-2017/18

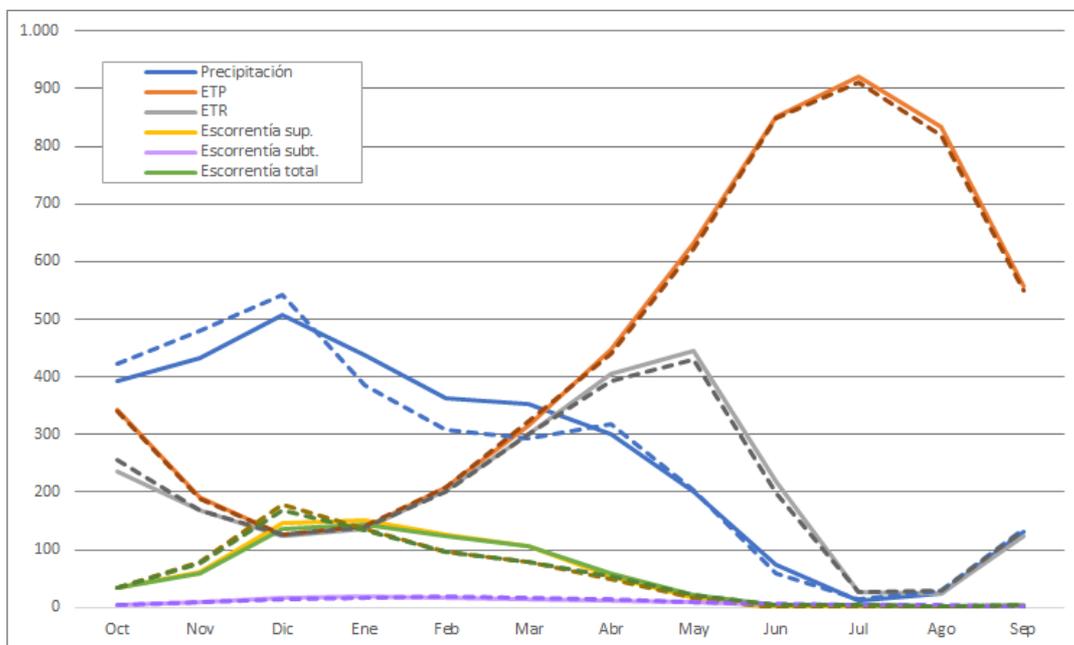


Figura nº 33. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en la DHTOP (hm³/mes). Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo).

4.3.2.2 CONDADO DE HUELVA:

En las Tabla nº 8, Tabla nº 9 y, Figura nº 34 se muestran los valores mensuales de las principales variables hidrológicas en la zona Condado de Huelva.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Oct	42,22	39,96	26,01	1,94	0,54	2,48
Nov	48,64	22,30	19,82	3,57	1,37	4,95
Dic	57,55	15,22	15,04	10,87	2,65	13,52
Ene	50,70	16,62	16,39	11,65	3,40	15,05
Feb	41,26	24,92	24,11	9,32	3,31	12,63
Mar	41,22	37,55	35,15	8,35	3,06	11,41
Abr	35,05	53,23	47,51	4,21	2,35	6,56
May	21,68	75,60	51,79	0,99	1,27	2,26
Jun	8,35	100,14	24,39	0,04	0,48	0,52
Jul	1,10	109,80	2,89	0,00	0,15	0,15
Ago	2,49	97,66	2,51	0,00	0,05	0,05
Sept	13,92	65,43	13,51	0,06	0,06	0,12
Año	364,17	658,44	279,13	51,00	18,69	69,69

Tabla nº 8. Promedios mensuales (hm³) para el Condado de Huelva, Periodo 1940/41-2017/18

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Oct	44,43	39,58	28,08	1,52	0,49	2,01
Nov	53,27	22,01	19,77	4,45	1,52	5,97
Dic	61,08	15,14	15,03	14,05	3,07	17,12
Ene	46,08	16,68	16,36	11,34	3,58	14,92
Feb	36,19	24,86	23,73	7,42	2,91	10,33
Mar	34,90	38,33	34,98	6,51	2,37	8,88
Abr	35,30	52,73	46,55	3,05	1,84	4,89
May	21,71	74,93	50,39	0,89	1,04	1,93
Jun	6,74	99,84	21,81	0,01	0,40	0,41
Jul	1,19	109,07	2,49	0,00	0,12	0,12
Ago	3,01	96,36	3,02	0,00	0,04	0,04

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Sept	14,62	64,60	14,47	0,02	0,05	0,07
Año	358,51	654,13	276,66	49,26	17,42	66,68

Tabla nº 9. Promedios mensuales (hm³) para el Condado de Huelva, Periodo 1980/81-2017/18

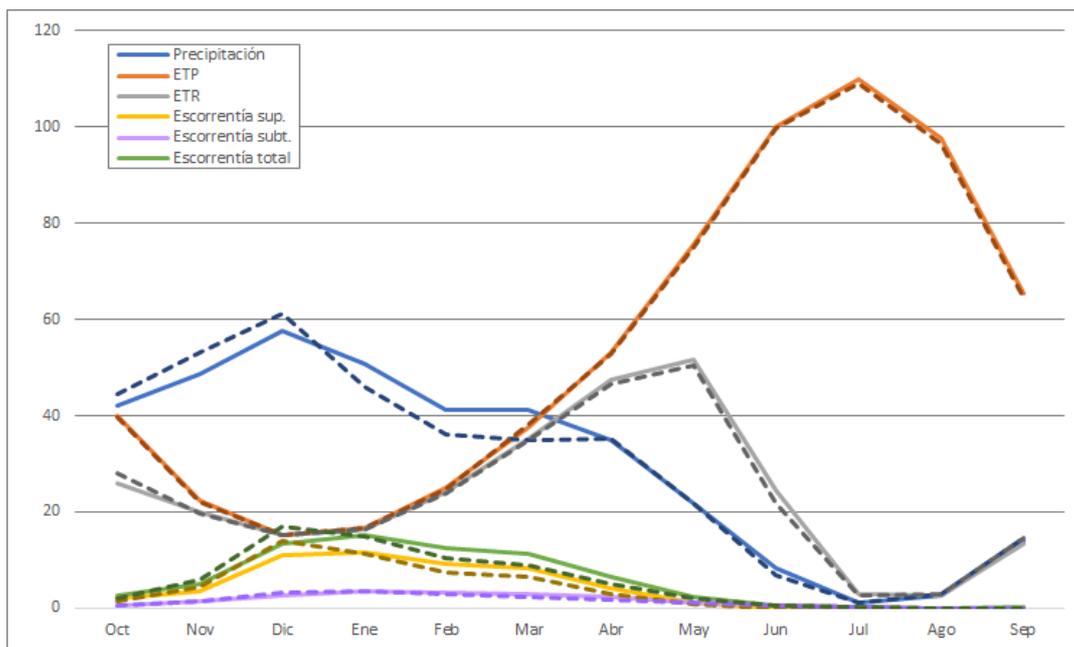


Figura nº 34. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en Condado de Huelva (hm³/mes). Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo)

4.3.2.3 COSTA DE HUELVA-ANDÉVALO

En las Tabla nº 10, Tabla nº 11 y Figura nº 35 se muestran los valores mensuales de las principales variables hidrológicas en la zona Costa de Huelva-Andévalo.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Oct	194,91	184,56	122,93	10,85	3,21	14,06
Nov	214,31	106,18	91,52	18,76	5,01	23,78
Dic	242,24	70,79	68,39	42,76	8,16	50,92
Ene	205,67	77,69	76,19	40,25	10,32	50,57
Feb	170,21	114,53	110,39	33,21	10,54	43,76
Mar	168,30	174,03	162,84	27,45	10,23	37,69
Abr	144,01	248,38	217,46	12,92	8,71	21,63
May	93,62	341,36	218,27	3,30	6,16	9,47
Jun	30,63	462,32	88,61	0,05	4,20	4,25
Jul	5,38	494,16	9,55	0,00	3,18	3,18
Ago	10,99	450,26	11,08	0,00	2,65	2,65
Sept	62,06	311,25	60,02	0,45	2,39	2,85
Año	1.542,32	3.035,51	1.237,25	190,02	74,77	264,79

Tabla nº 10. Promedios mensuales (hm³) para la Costa de Huelva-Andévalo, Periodo 1940/41-2017/18

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Oct	209,45	182,30	134,10	9,88	2,97	12,85
Nov	240,16	104,85	90,82	26,23	5,26	31,49
Dic	259,71	70,14	69,15	55,47	9,19	64,66
Ene	179,59	78,40	76,58	38,28	10,97	49,25
Feb	141,80	114,44	108,45	24,41	9,82	34,23
Mar	139,00	176,86	160,34	20,71	8,70	29,41
Abr	154,67	242,70	206,90	12,65	7,48	20,13
May	92,58	334,51	209,00	3,29	5,55	8,84
Jun	25,60	458,89	81,48	0,07	3,92	3,99
Jul	6,94	485,91	10,94	0,00	3,03	3,03
Ago	13,43	440,08	13,53	0,00	2,55	2,56

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Sept	65,36	304,95	63,92	0,36	2,30	2,65
Año	1.528,27	2.994,03	1.225,22	191,35	71,74	263,09

Tabla nº 11. Promedios mensuales (hm³) para la Costa de Huelva-Andévalo, Periodo 1980/81-2017/18

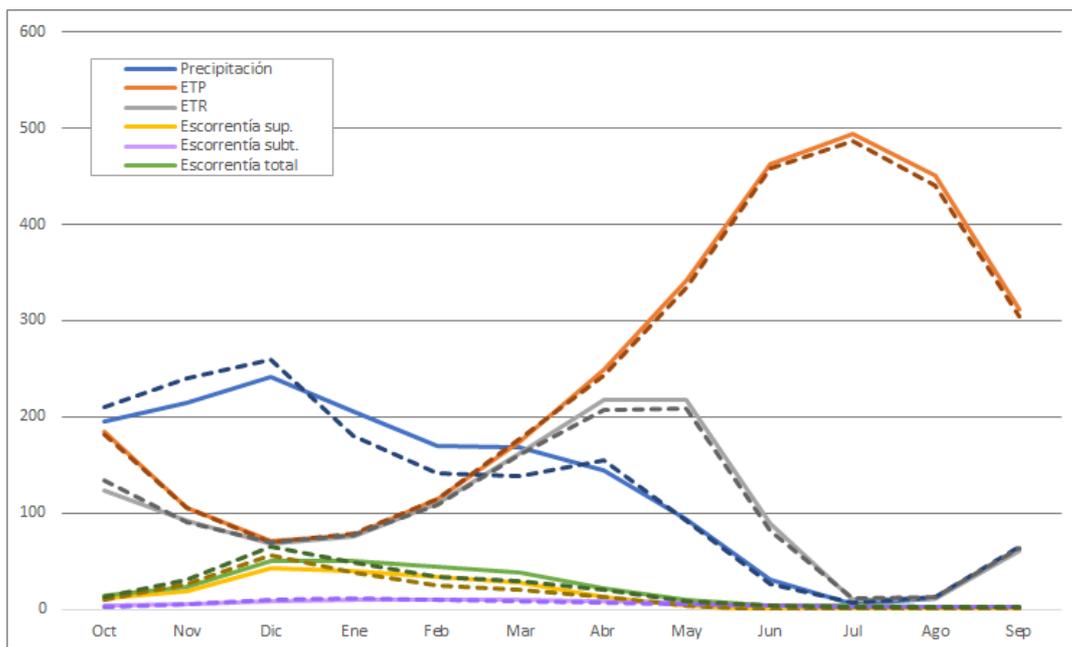


Figura nº 35. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en Costa de Huelva-Andévalo (hm³/mes). Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo)

4.3.2.4 CUENCA MINERA:

En las Tabla nº 12, Tabla nº 13 y Figura nº 36 se muestran los valores mensuales de las principales variables hidrológicas en la zona Cuenca Minera. Se ha de destacar que la escorrentía subterránea tiene valor cero todos los meses tanto en la serie corta como en la larga, lo cual es debido a que la geología de la zona está caracterizada mayoritariamente por rocas

volcánicas y metamórficas de contacto (pizarras y esquistos) que presentan permeabilidades muy bajas.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Oct	85,82	69,52	50,61	8,52	0,00	8,52
Nov	94,48	36,10	33,28	14,64	0,00	14,64
Dic	115,06	24,31	24,26	36,91	0,00	36,91
Ene	98,76	26,85	26,76	38,76	0,00	38,76
Feb	82,37	40,92	40,58	33,06	0,00	33,06
Mar	80,91	62,08	60,61	29,12	0,00	29,12
Abr	68,72	86,38	82,50	15,03	0,00	15,03
May	47,05	129,41	102,82	4,80	0,00	4,80
Jun	18,33	171,58	55,31	0,15	0,00	0,15
Jul	2,23	187,95	6,64	0,00	0,00	0,00
Ago	6,43	168,40	6,54	0,00	0,00	0,00
Sept	28,30	107,86	27,07	0,44	0,00	0,44
Año	728,46	1.111,36	516,99	181,44	0,00	181,44

Tabla nº 12. Promedios mensuales (hm³) para la Cuenca Minera, Periodo 1940/41-2017/18

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Oct	90,61	69,78	54,30	8,08	0,00	8,08
Nov	101,96	36,14	33,59	17,71	0,00	17,71
Dic	120,87	24,38	24,31	43,41	0,00	43,41
Ene	86,36	27,41	27,31	33,27	0,00	33,27
Feb	70,10	41,67	41,22	25,12	0,00	25,12
Mar	67,61	64,66	62,64	21,74	0,00	21,74
Abr	71,16	86,35	81,87	12,88	0,00	12,88
May	48,70	129,48	99,31	4,73	0,00	4,73

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Jun	14,95	173,23	50,09	0,10	0,00	0,10
Jul	2,36	187,50	5,56	0,00	0,00	0,00
Ago	7,99	166,74	8,07	0,01	0,00	0,01
Sept	29,08	106,81	28,51	0,24	0,00	0,24
Año	711,75	1.114,14	516,78	167,29	0,00	167,29

Tabla nº 13. Promedios mensuales (hm³) para la Cuenca Minera, Periodo 1980/81-2017/18

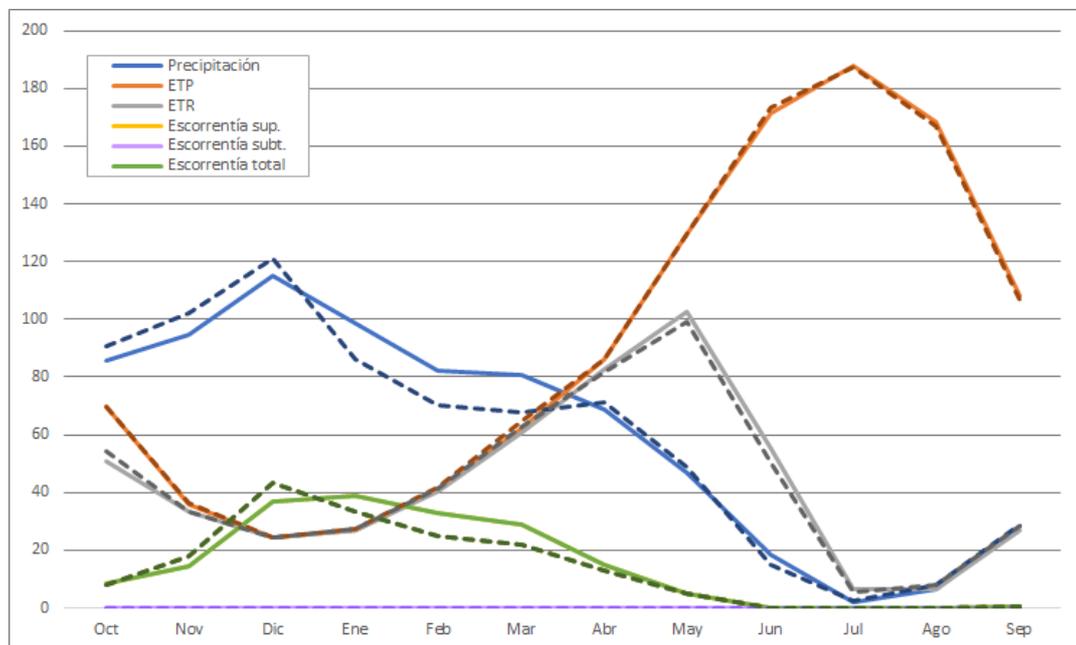


Figura nº 36. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en Cuenca Minera (hm³/mes). Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo)

4.3.2.5 SIERRA DE HUELVA:

En las Tabla nº 14 , Tabla nº 15 y Figura nº 37 se muestran los valores mensuales de las principales variables hidrológicas en la zona Sierra de Huelva.

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Oct	70,90	48,52	37,69	9,07	0,54	9,61
Nov	76,33	25,48	23,82	15,07	1,00	16,07
Dic	93,80	16,96	16,95	34,52	1,43	35,96
Ene	83,06	18,38	18,35	38,22	1,74	39,96
Feb	69,68	28,14	28,01	32,39	1,75	34,15
Mar	63,76	42,93	42,41	26,14	1,59	27,73
Abr	54,30	59,89	58,24	14,36	1,27	15,63
May	39,41	85,31	73,04	5,23	0,80	6,03
Jun	16,30	117,18	49,17	0,25	0,29	0,54
Jul	3,09	129,21	7,75	0,00	0,05	0,05
Ago	5,06	117,02	5,14	0,00	0,01	0,01
Sept	26,34	73,63	24,00	0,65	0,09	0,75
Año	602,02	762,64	384,58	175,92	10,57	186,49

Tabla nº 14. Promedios mensuales (hm³) para la Sierra de Huelva, Periodo 1940/41-2017/18

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Oct	77,42	48,13	40,36	9,76	0,58	10,34
Nov	83,69	25,21	23,61	19,42	1,08	20,50
Dic	100,09	16,91	16,90	41,07	1,47	42,53
Ene	73,55	18,64	18,61	33,92	1,61	35,53
Feb	60,03	28,38	28,21	26,14	1,55	27,68
Mar	50,99	44,42	43,66	19,11	1,24	20,35
Abr	57,84	59,00	57,23	14,10	1,11	15,21
May	40,05	84,23	71,13	5,08	0,77	5,85
Jun	13,09	117,21	46,31	0,19	0,27	0,46
Jul	3,54	127,88	7,49	0,00	0,04	0,04
Ago	5,77	115,69	5,88	0,00	0,01	0,01

Mes	Precipitación	ETP	ETR	Esc. sup	Esc. sub	Esc. total
Sept	28,53	72,41	26,28	0,59	0,09	0,69
Año	594,62	758,12	385,68	169,38	9,82	179,19

Tabla nº 15. Promedios mensuales (hm³) para la Sierra de Huelva, 1980/81-2017/18

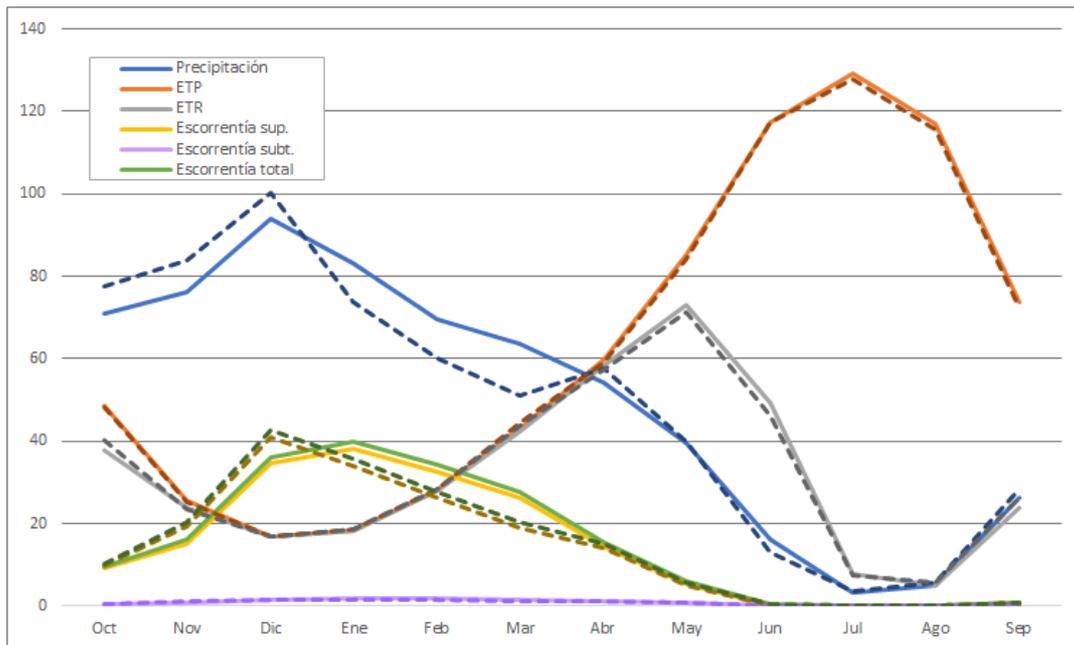


Figura nº 37. Evolución media mensual de las principales variables hidrológicas en Sierra de Huelva (hm³/mes). Serie 1940/41-2017/18 (en continuo) y serie 1980/81-2017/18 (en discontinuo)

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 acumuladas en régimen natural a partir de los datos de aportación acumulada calculados por el modelo SIMPA con las correcciones expuestas en el apartado 4.2.1.

La Figura nº 38 muestra la localización de los puntos de la red hidrográfica en los que se han obtenido las citadas series de aportaciones.

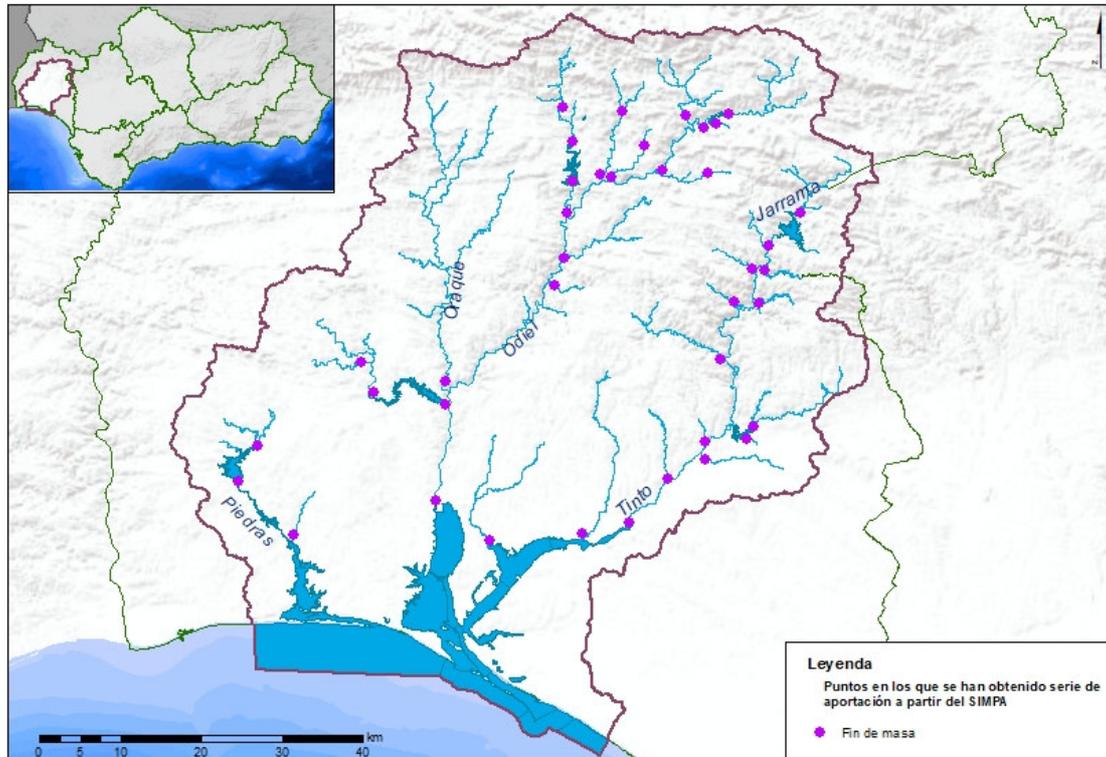


Figura nº 38. Localización de los puntos en los que se han obtenido series de aportación a partir del SIMPA

La Tabla nº 16 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 de agua	Serie 1940/41-2017/18			Serie 1980/81-2017/18		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
ES064MSPF000134900	17,33	70,01	0,10	16,96	67,95	0,17
ES064MSPF000206720	20,88	86,33	0,14	20,28	83,00	0,29
ES064MSPF000206680	26,78	113,53	0,38	26,19	109,30	0,71
ES064MSPF000134980	9,88	35,72	0,00	8,99	35,72	0,07
ES064MSPF000134910	33,85	96,33	1,49	33,41	96,33	1,49
ES064MSPF000119560	3,44	9,56	0,06	3,39	9,56	0,33

Masa de agua	Serie 1940/41-2017/18			Serie 1980/81-2017/18		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
ES064MSPF000206660	39,63	110,14	2,05	39,18	110,14	2,05
ES064MSPF000135130	38,69	89,57	3,37	35,92	89,57	3,37
ES064MSPF000119550	40,18	111,41	2,12	39,73	111,41	2,12
ES064MSPF000134920	87,29	221,54	6,30	84,24	221,54	6,30
ES064MSPF000135120	4,69	12,70	0,03	4,43	12,70	0,38
ES064MSPF000119520	3,79	11,90	0,04	3,87	11,90	0,10
ES064MSPF000119530	5,40	17,63	0,04	5,56	17,63	0,12
ES064MSPF000135110	19,28	47,26	1,57	17,88	47,26	1,57
ES064MSPF000135100	24,53	63,96	1,72	23,12	63,96	1,72
ES064MSPF000135080	26,17	71,65	0,76	25,45	71,65	0,76
ES064MSPF000135090	32,77	90,56	0,91	31,95	90,56	0,91
ES064MSPF000206700	40,40	116,42	0,96	39,55	116,42	0,96
ES064MSPF000119510	42,27	123,18	0,98	41,42	123,18	0,98
ES064MSPF004400040	0,67	2,17	0,00	0,68	2,17	0,00
ES064MSPF000135070	17,68	60,56	0,02	16,02	60,56	0,10
ES064MSPF000135060	4,88	16,89	0,00	4,71	16,89	0,04
ES064MSPF000119490	4,64	16,27	0,03	4,48	16,27	0,07
ES064MSPF000119480	4,18	22,73	0,01	4,33	15,80	0,01
ES064MSPF000135050	79,59	303,07	0,31	78,21	303,07	0,31
ES064MSPF000135042	6,31	31,27	0,01	6,35	31,27	0,01
ES064MSPF000135041	18,55	91,97	0,03	18,68	91,97	0,03
ES064MSPF000206690	29,35	135,23	0,31	29,44	135,23	0,48
ES064MSPF000119540	29,46	135,65	0,31	29,55	135,65	0,48
ES064MSPF000134930	353,62	1.128,86	17,81	344,13	1.128,86	17,81
ES064MSPF000135030	28,51	84,63	0,20	26,27	84,63	1,87

Masa de agua	Serie 1940/41-2017/18			Serie 1980/81-2017/18		
	Media	Máximo	Mínimo	Media	Máximo	Mínimo
ES064MSPF000206710	39,90	119,74	0,39	36,19	119,74	2,03
ES064MSPF004400140	36,94	110,49	0,24	33,52	110,49	2,01
ES064MSPF000119470	7,97	24,98	0,02	6,91	24,98	0,02
ES064MSPF000119460	7,99	30,31	0,02	7,44	30,31	0,15
ES064MSPF000135020	10,26	34,88	0,00	9,10	34,88	0,14
ES064MSPF000135010	6,70	24,20	0,00	5,83	24,20	0,05
ES064MSPF000135000	18,39	66,61	0,03	16,29	66,61	0,13
ES064MSPF000134990	22,28	82,34	0,03	20,93	82,34	0,18
ES064MSPF000119590	4,56	18,64	0,02	4,48	18,64	0,10
ES064MSPF000206670	27,96	103,53	0,06	26,44	103,53	0,33
ES064MSPF000119580	28,02	103,75	0,06	26,49	103,75	0,33
ES064MSPF000119500	5,49	20,56	0,00	4,97	20,56	0,01
ES064MSPF000119450	10,16	39,57	0,05	9,91	39,57	0,22
ES064MSPF000134890	5,70	25,37	0,35	5,90	23,35	0,46
ES064MSPF004400130	194,01	655,21	0,79	178,05	655,21	4,65
ES064MSPF000134970	23,46	90,83	0,07	23,32	90,83	0,22
ES064MSPF000134960	18,72	84,64	0,04	17,72	70,01	0,24

Tabla nº 16. 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 categoría río de la demarcación.

Las series de aportaciones adoptadas para cada una de las masas de agua superficial de la demarcación se han contrastado con los caudales medidos

por estaciones de aforo y son coherentes con dichas mediciones, tal como se describe en el epígrafe 4.2.1.

En la Figura nº 39 se compara la serie mensual existente de entradas al embalse de Corumbel Bajo con la aportación estimada en ese mismo punto a partir del modelo SIMPA con las correcciones comentadas en el apartado 4.2.1. Como se puede comprobar, el modelo refleja el comportamiento de las entradas al embalse analizado.

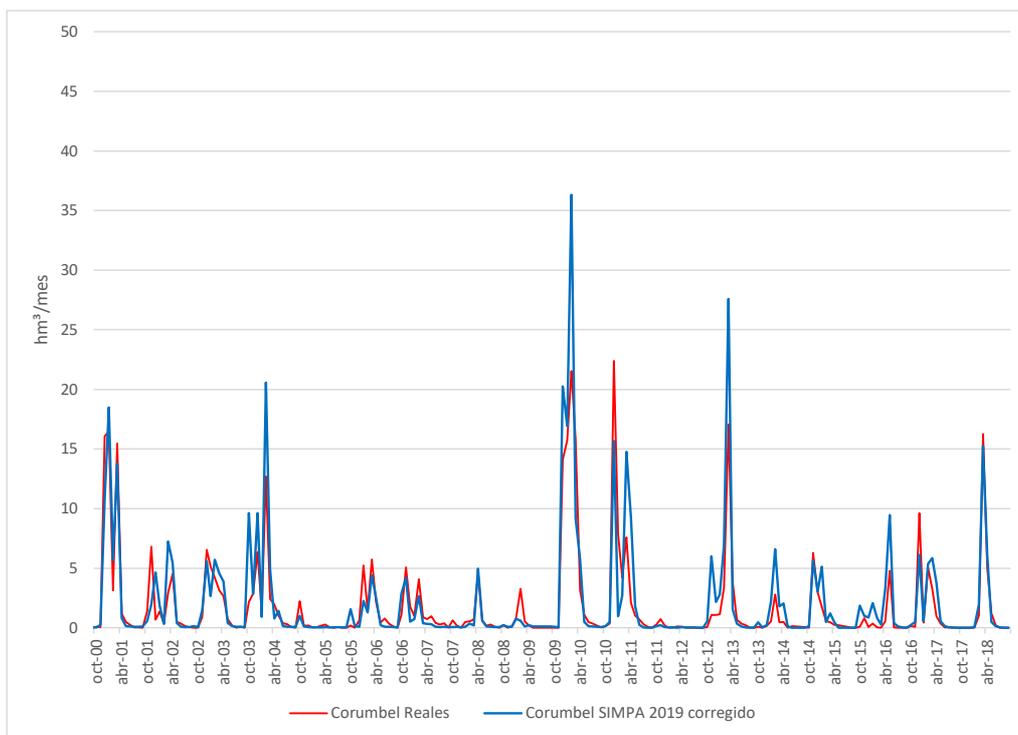


Figura nº 39. Comparación entre las entradas reales al embalse de Corumbel Bajo y las supuestas por el modelo SIMPA aplicadas las correcciones al mismo.

4.3.4 RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS NATURALES

En la DHTOP existen un total de 4 masas de agua subterránea y según los últimos estudios de caracterización disponibles³, los recursos hídricos naturales subterráneos disponibles se estiman en unos 72 hm³/año.

Se ha considerado como tasa de recarga de las masas de agua subterránea el sumatorio de la infiltración media de lluvia, los retornos de riego y las entradas laterales procedentes de otras cuencas. Estos valores son medios interanuales y en el caso de la infiltración por lluvia se corresponden con los valores medios de la serie histórica (1940/41-2017/18).

Ha de tenerse en cuenta, que existe un porcentaje de estos recursos hídricos que se contabilizan también cuando se estiman los recursos superficiales, ya que parte de los mismos pasan, mediante manantiales u otras interacciones con la red hidrográfica, a incorporarse a la red superficial. De hecho, detracciones excesivas en la masa de agua subterránea de la Sierra de Aracena no provocaría únicamente un deterioro en la propia masa de agua subterránea, sino que los caudales circulantes por los ríos y arroyos de la zona se verían también mermados, provocando un descenso de la aportación a los diferentes embalses de la zona.

³ “Trabajos necesarios para la mejora del conocimiento y protección contra la contaminación y el deterioro del Estado de las masas de agua subterránea de las Demarcaciones Hidrográficas Andaluzas de carácter intracomunitario, conforme a lo establecido en las Directivas 2000/60/CE y 2006/118/CE” . “Trabajos de caracterización hidrogeológica y determinación de las reservas hídricas de varias masas de aguas subterráneas en las demarcaciones hidrográficas intracomunitarias andaluzas” y “Caracterización y evaluación de la ampliación de las masas de agua subterránea Niebla y Lepe-Cartaya

El recurso disponible de aguas subterráneas se define como el valor medio interanual de la tasa de recarga total de la masa de agua subterránea, menos el flujo interanual medio requerido para conseguir los objetivos de calidad ecológica para el agua superficial asociada. De esta manera, se evita cualquier disminución significativa en el estado ecológico de tales aguas, y cualquier daño significativo a los ecosistemas terrestres asociados.

En la práctica, como norma general, se ha asumido que el recurso disponible equivale al 80% del valor de la recarga. No obstante, en aquellas masas de agua subterránea en conexión hidráulica con el mar se ha considerado que un porcentaje de recursos disponibles superior al 70% de la tasa de recarga, podría inducir procesos de intrusión marina por sobreexplotación en determinados sectores próximos a la costa. Esta consideración se ha tenido en cuenta en las masas de agua subterráneas de Lepe-Cartaya y Condado. A continuación, en la tabla se muestra por cada masa de agua subterránea los recursos renovables, los recursos ambientales reservados para la consecución de los objetivos ambientales y los recursos subterráneos disponibles

Código	Nombre	Superficie (km ²)	Entradas a las masas de agua (hm ³ /año)				Recurso disponible ⁴ (hm ³ /año)
			Infiltración por lluvia	Retornos procedentes de riego	Otras entradas	Tasa de recarga total	
ES064MSBT004400010	Aracena	64,93	3,8	0,0	0,0	3,8	3,0

⁴ Cifras de recursos disponibles no acumulables a los superficiales, por la fuerte interrelación entre el sistema superficial y subterráneo.

Código	Nombre	Superficie (km ²)	Entradas a las masas de agua (hm ³ /año)				Recurso disponible ⁴ (hm ³ /año)
			Infiltración por lluvia	Retornos procedentes de riego	Otras entradas	Tasa de recarga total	
ES064MSBT000305940	Lepe-Cartaya	630,86	45,5	2,6	0,0	48,1	33,7
ES064MSBT000305950	Condado	282,22	22,0	3,3	0,0	25,3	17,7
ES064MSBT000305930	Niebla	529,05	20,9	0,6	1,8	23,3	18,6

Figura nº 40. Recarga media (hm³) por masa de agua subterránea

4.4 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE CALIDAD DE LAS AGUAS EN CONDICIONES NATURALES

Se ha realizado una estimación de las condiciones fisicoquímicas correspondientes a las condiciones naturales de las aguas incluidas en el inventario de recursos.

Para la determinación de la calidad de las aguas en régimen natural se ha tenido en cuenta la evaluación de los recursos hídricos naturales, la información litológica y climática de la cuenca y las aportaciones de la fase atmosférica.

Los ríos Tinto y Odiel se encuentran influenciados por la escorrentía producida por las explotaciones mineras situadas en la Faja Pirítica Ibérica (FPI), provocando descensos de pH e incrementos importantes en las concentraciones de metales pesados como hierro, plomo, zinc, cobre, cadmio, etc.

Este tipo de contaminación afecta a gran parte de las masas de agua, tal y como se muestra en la Figura nº 41:

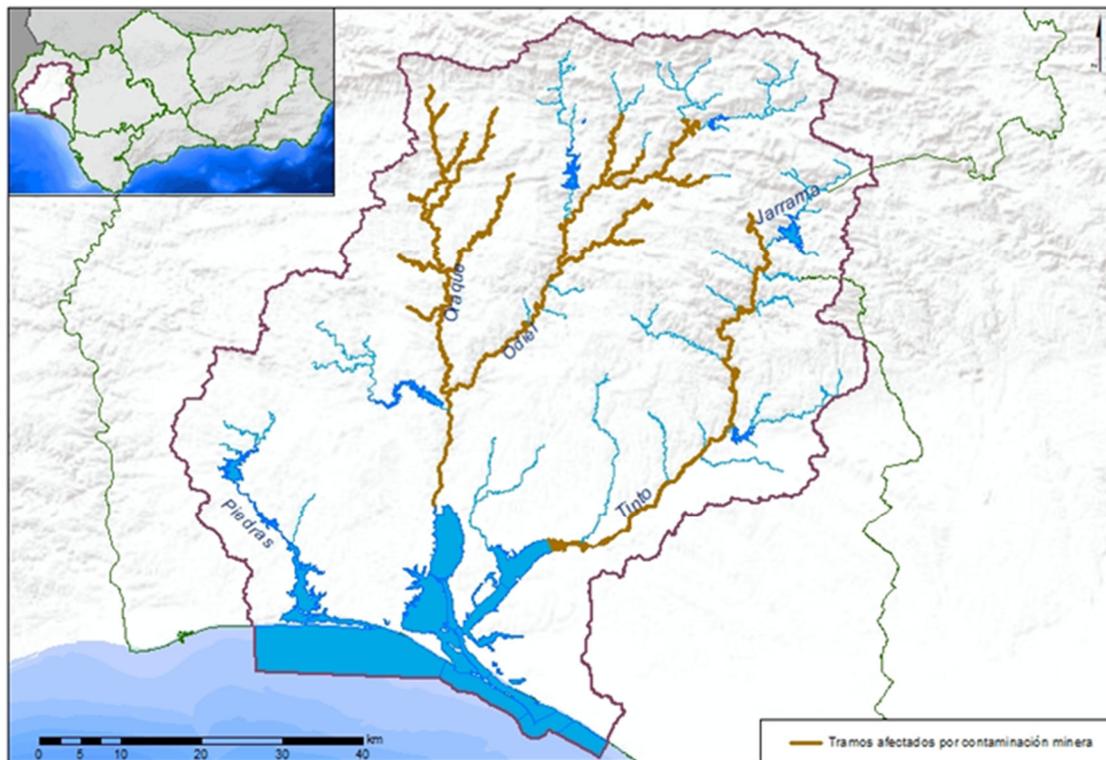


Figura nº 41. Tramos afectados por contaminación minera

5 OTROS RECURSOS HÍDRICOS

5.1 DESALACIÓN

Una técnica de incremento de la disponibilidad de recursos hídricos tradicionalmente considerada como no convencional es la de la desalación del agua, consistente en tratar aguas saladas o salobres procedentes del mar o de acuíferos salinos y quitarles las sales, transformándolas en aguas aptas para usos como el de abastecimiento a poblaciones o los riegos.

Actualmente, en la DHTOP no existen recursos procedentes de la desalación.

5.2 REUTILIZACIÓN

Otra técnica de incremento de la disponibilidad de recursos hídricos considerada como no convencional es la de la reutilización de las aguas. Mediante este método se logra la aplicación sucesiva del recurso, que permite, por lo tanto, satisfacer más usos y, por tanto, incrementar las disponibilidades internas del sistema de utilización.

La reutilización es un componente intrínseco del ciclo del agua ya que, mediante el vertido de efluentes a los cursos de agua y su dilución con el caudal circulante, las aguas residuales han venido siendo reutilizadas tradicionalmente por tomas aguas abajo del punto de incorporación al cauce. Es importante distinguir entre reutilización indirecta, que es la mencionada y la más común, y reutilización directa, que es aquella en que el

segundo uso se produce a continuación del primero, sin que entre ambos el agua se incorpore a ningún cauce público.

En efecto, esta reutilización directa o planificada, a gran escala, tiene un origen más reciente y supone el aprovechamiento directo de efluentes depurados con un mayor o menor grado de tratamiento previo, mediante su transporte hasta el punto del segundo aprovechamiento a través de una conducción específica, sin mediar para ello la existencia de un vertido a cauce público.

Las posibilidades de reutilización están directamente relacionadas con las disponibilidades de volúmenes de efluentes tratados, que a su vez dependen del número y capacidad de las estaciones depuradoras (EDARs) existentes.

Este número y capacidad de EDARs está experimentando un importante aumento por la obligatoriedad de cumplir la Directiva Comunitaria 91/271/CEE, relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas, y la ejecución del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (PNSD) o Plan Nacional de Calidad (PNC).

Actualmente en la DHTOP el volumen reutilizado es mínimo. No obstante, para escenarios futuros, según la política a seguir en Andalucía, se tiende al aprovechamiento máximo de las aguas residuales regeneradas en las demandas más importantes de la región, como son el regadío, los campos de golf o el riego de parques y jardines. De esta manera, se busca sustituir recursos convencionales en el interior y liberar un volumen de agua

importante en las zonas costeras, optimizando el uso del recurso que de otra manera se vertería al mar.

En la actualidad existen varias iniciativas de riego con aguas regeneradas que implican un volumen de 5,21 hm³ para el riego de unas 1.200 hectáreas que se espera estén ya en funcionamiento en el horizonte 2027. Asimismo, se ha estimado el potencial de recursos regenerados disponibles para el riego de los campos de golf existentes en un total de unos 10 hm³, que podrían cubrir las necesidades de la mayor parte de los mismos en aplicación del Decreto 43/2008 de la Junta de Andalucía, de 12 de febrero.

Un mayor detalle puede encontrarse en el Anejo III.

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.

Existen, por otra parte, determinados intercambios fluviales con países vecinos, que son también asimilables a una transferencia superficial natural.

Además de las transferencias superficiales, también se presenta el caso de flujos subterráneos que, de modo natural, son transferidos desde algunas unidades hidrogeológicas a otras contiguas, que pueden pertenecer a ámbitos de planificación diferentes y, por tanto, constituir propiamente una transferencia externa.

En el ámbito territorial de la DHTOP gran parte de los recursos utilizados proceden de la cuenca del Chanza, perteneciente a la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, dentro de la denominada Zona de Encomienda. La conservación y explotación de los embalses existentes en esta zona (Embalses de Chanza y Andévalo) corresponden a la Junta de Andalucía, según el Real Decreto 1560/2005, de 23 de diciembre, sobre traspaso de funciones y servicios del Estado a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de recursos y aprovechamientos hidráulicos correspondientes a las cuencas andaluzas vertientes al litoral atlántico (Confederaciones Hidrográficas del Guadalquivir y del Guadiana). Se estima que los recursos que podrían derivarse de estos dos embalses ascienden a 203 hm³ anuales.

Del mismo modo, existe un bombeo en la zona de confluencia del río Chanza con el Guadiana (Bombeo de Bocachanza) que también se utiliza como fuente de recursos para la DHTOP en determinadas épocas, cumpliendo siempre con los compromisos establecidos en el Convenio de Cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesa, denominado como *Convenio de Albufeira*.

La utilización de estos recursos extraordinarios está supeditada al estado en el que se encuentre el Sistema Chanza-Piedras, según el Plan Especial de Actuación en situaciones de Alerta y Eventual Sequía de la DHTOP (PES), con un volumen máximo anual de 75 hm³/año.

6 RECURSOS HÍDRICOS EXISTENTES EN LA DEMARCACIÓN

En este apartado se trata de sintetizar los recursos hídricos totales existentes en la DHTOP. Éstos están formados por los recursos hídricos convencionales disponibles, de los totales en la demarcación, los no convencionales y los recursos hídricos externos procedentes de transferencias intercuenas. Así, los recursos internos disponibles en 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.

Los recursos convencionales, son los obtenidos mediante la ejecución de técnicas de movilización clásicas y suficientemente probadas, y recursos no convencionales, obtenidos mediante el desarrollo de técnicas nuevas, a menudo de carácter experimental o que se llevan a cabo de forma excepcional. En este sentido cabe hablar de un recurso potencial, 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 o socioeconómico.

Las restricciones de carácter ambiental, régimen de caudales ecológicos, tienen como objetivo la protección, en determinados territorios y periodos de tiempo, de las funciones naturales del agua (ecosistemas acuáticos) mediante la preservación de flujos, de velocidades, de niveles, de volúmenes, o de sus características físico-químicas.

Los caudales ecológicos no son un uso más de los contemplados en el sistema de utilización, sino una restricción externa y previa que opera sobre los recursos hídricos naturales para configurar el recurso potencial, o, dicho de otra forma, un supuesto previo a la gestión del dominio público hidráulico.

Es importante comprender que solo cabe hablar de oferta o disponibilidad de recursos tras haber satisfecho entre otras- estas restricciones ambientales, y sólo en la medida en que la utilización del agua no distorsione sensiblemente su función ambiental (biológica, climática,…) podrá aceptarse su carácter de bien económico-productivo al servicio del bienestar y el desarrollo.

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 que determinan el recurso potencial, existen otras restricciones de carácter técnico que pueden limitar el aprovechamiento de las aguas del medio natural. 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 o potencial. 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 y externo al ámbito territorial de la DHTOP ascienden a 982,4 hm³/año, repartidos de la siguiente forma:

- 702 hm³ procedentes de escorrentía natural, comprendiendo tanto la superficial como la subterránea. De estos:
 - 695 hm³ transcurren por los principales cauces de la demarcación (Tinto, Odiel y Piedras)
 - 644 hm³ de los cuales son aportación propia de estos ríos
 - 51 hm³ de aportación a las masas de agua de transición.
 - Los 7 hm³ restantes fluyen por cauces que vierten directamente al Océano Atlántico
- 203 hm³ procedentes de los recursos procedentes de la Zona de Encomienda de la Cuenca del Chanza, fruto de la explotación de los embalses de Chanza y Andévalo.
- 2,4 hm³/años procedentes de reutilización de aguas residuales urbanas regeneradas.



- 75 hm³ de recursos extraordinarios procedentes del Bombeo de Bocachanza. Estos recursos están supeditados al estado en el que se encuentre el Sistema Chanza-Piedras, según el PES de la DHTOP y al cumplimiento del Convenio de Cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesa, denominado como *Convenio de Albufeira*. Se prevé que para el horizonte 2027 el volumen medio ascienda a 28,8 hm³/año.



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 (<https://adaptecca.es/recursos/buscador/evaluacion-del-impacto-del-cambio-climatico-en-los-recursos-hidricos-y-sequias-en> [fecha de acceso: julio/2021]), utilizan proyecciones climáticas resultado de simular nuevos modelos climáticos de circulación general (MCG) 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 negativo 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 esorrentía total de las distintas proyecciones para cada PI y RCP se muestra en la siguiente figura, donde se observa que la reducción en la esorrentía se va generalizando del PI1 al PI2 y al PI3 y es mayor en el RCP 8.5 que en el RCP 4.5.

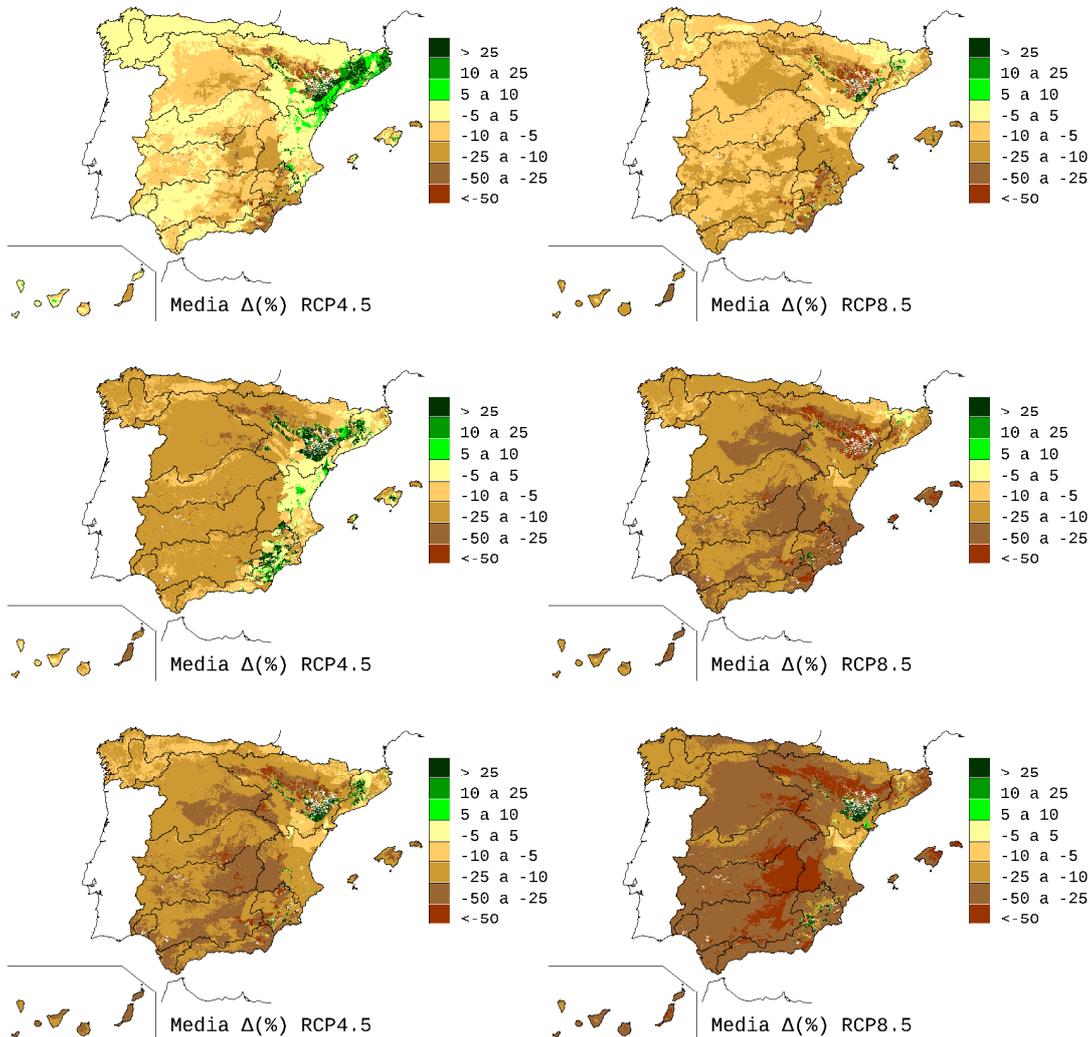


Figura nº 42. Media de Δ (%) escorrentía anual para PI1 (arriba), PI2 (medio) y PI3 (abajo) y RCP 4.5 (izquierda) y 8.5 (derecha). Fuente: CEDEX, 2017

Los cambios en la escorrentía anual estimada para la DHTOP durante el periodo 2010-2100 revelan una tendencia decreciente según todas las proyecciones y en ambos RCP (Figura nº 43). La incertidumbre de resultados se hace patente por la anchura de la banda de cambios según las diferentes proyecciones.

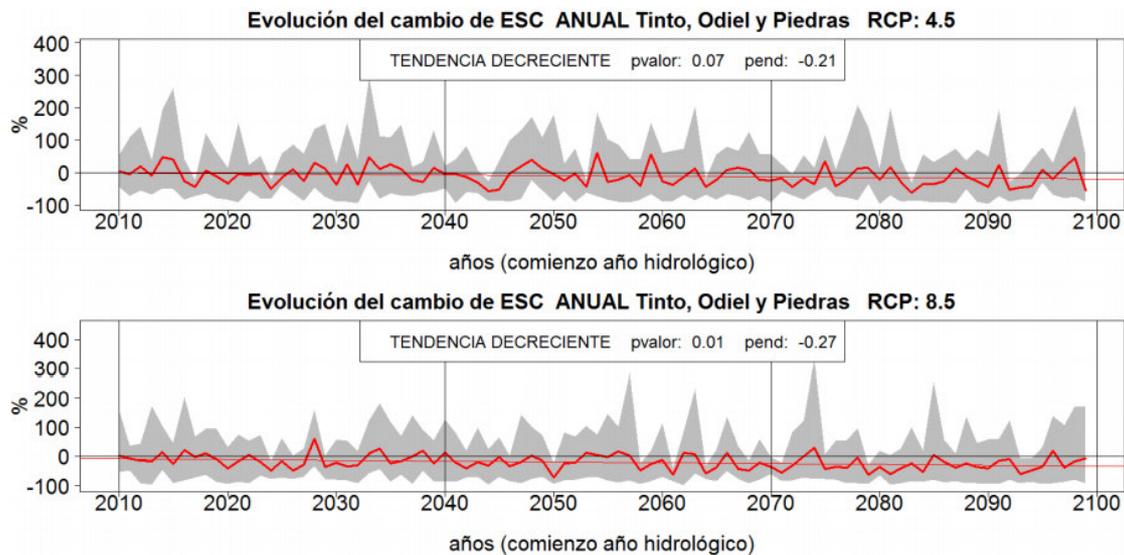


Figura nº 43. Tendencia del Δ (%) escorrentía del año 2010 al 2099 para los RCP 4.5 (arriba) y 8.5 (abajo)⁵.

De forma resumida, se puede concluir que las reducciones de escorrentía previstas en la DHTOP para los RCP 4.5 y 8.5 son respectivamente del 2% y 11% para 2010-2040, 10% y 20% para 2040-2070 y 18% y 29% para 2070-2100, respecto del periodo de control 1961-2000, tal y como se recoge en la Tabla nº 17.

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
Tinto, Odiel y Piedras	2010-2040	1	-4	-36	-8	-21	54	54	-2	-36	14	-5	-36	-17	-22	-1	14	-11	-36
	2040-2070	-8	-6	-19	-4	-37	15	15	-10	-37	-14	-26	-51	-16	-46	34	34	-20	-51
	2070-2100	-1	-25	-44	-12	-50	25	25	-18	-50	-26	-24	-35	-48	-65	21	21	-29	-65

5

http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CEH/Documentos_Descargas/EvaluacionimpactoCCse/quiasEspana2017.htm [fecha de acceso: julio/2021]

Tabla nº 17. Porcentaje de incremento anual de la escorrentía y periodo de impacto según cada proyección ⁶.

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 (DGA) encargó al Centro de Estudios Hidrográficos (CEH) del CEDEX, 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 corresponden a zonas establecidas en los planes de sequía. 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 CEH se desarrollaron dos tareas:

- Cálculo de los porcentajes de cambio en la escorrentía trimestral para las zonas de sequía.

⁶http://www.cedex.es/CEDEX/LANG_CASTELLANO/ORGANISMO/CENTYLAB/CEH/Documentos_Descargas/EvaluacionImpactoCCseQuiasEspana2017.htm [fecha de acceso: julio/2021]

- Cálculo de los porcentajes de cambio para el horizonte 2039 en cada una de las zonas 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 esorrentía 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 DHTOP 8 valores para cada unidad territorial: 4 trimestres y 2 RCPs , que son los que se recogen en la Tabla nº 18:

Zonas	RCP 4.5				RCP 8.5			
	OND	EFM	AMJ	JAS	OND	EFM	AMJ	JAS
Condado de Huelva	-18	5	-12	-20	-26	-5	-29	-26
Costa de Huelva	-16	7	-3	-5	-26	-6	-25	-21
Cuenca Minera	-17	2	-15	-20	-24	-6	-29	-15
Sierra de Huelva	-17	0	-15	-32	-23	-6	-28	-37

Tabla nº 18. Porcentaje de cambio de la escorrentía trimestral para la DHTOP.

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 18 a las series de aportaciones superficiales en régimen natural, tanto por zonas como por trimestres, pero únicamente hasta el año hidrológico 2005/06, 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 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), para el escenario RCP4.5 los valores más favorables (menor tasa de disminución) se alcanzan en el trimestre

correspondiente al invierno, siendo la disminución más acusada en los meses de primavera y verano (en este caso particular en la masa de agua subterránea Aracena, única masa con un valor significativo). En el escenario RCP8.5, aunque con valores inferiores de recarga en todas las estaciones del año, el comportamiento es el mismo. 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

CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
DHTOP	Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras
DMA	Directiva Marco del Agua
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>
RD	Real Decreto
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/CENTYLA/B/CEH/Documentos_Descargas/EvaluacionimpactoCCsequiasEspana2017.htm [fecha de acceso: julio/2021]
- 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.



Unión Europea
Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Junta de Andalucía