

# Demarcación Hidrográfica del Guadalete y Barbate

## Revisión de tercer ciclo (2021-2027)

### PLAN HIDROLÓGICO

(Documento para consulta pública)

### ANEJO VI ASIGNACIÓN Y RESERVA DE RECURSOS A USOS



Unión Europea  
Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional

Andalucía  
se mueve con Europa



Junta de Andalucía



## ÍNDICE:

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	BASE NORMATIVA .....	4
2.1	DIRECTIVA MARCO DEL AGUA .....	4
2.2	TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE AGUAS .....	5
2.3	REGLAMENTO DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA .....	6
2.4	REGLAMENTO DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO.....	10
2.5	LEY DE AGUAS DE ANDALUCÍA .....	11
2.6	INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LAS DEMARCAACIONES INTRACOMUNITARIAS DE ANDALUCÍA .....	14
3	METODOLOGÍA PARA REALIZACIÓN DE BALANCES Y ASIGNACIÓN Y RESERVA DE RECURSOS.....	23
3.1	INTRODUCCIÓN.....	23
3.2	ELABORACIÓN DE BALANCES .....	24
3.2.1	SITUACIÓN ACTUAL.....	24
3.2.2	SITUACIÓN EN LOS HORIZONTES FUTUROS.....	25
3.3	EL PAPEL DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BALANCES .....	27
3.3.1	INTRODUCCIÓN .....	27
3.3.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MODELOS. METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN .....	28
3.4	CONSIDERACIONES PARA LA DEFINICIÓN DE ASIGNACIONES .....	39
3.5	DEFINICIÓN DE RESERVA .....	40
4	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARCIALES.....	42
4.1	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN GUALETE (SEG).....	43



4.1.1	BREVE DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN GUADALETE.....	43
4.1.2	ELEMENTOS CONSIDERADOS EN LA SIMULACIÓN.....	44
4.1.3	ESQUEMA DEL MODELO DE SIMULACIÓN RESULTANTE.....	75
4.1.4	USO CONJUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS	84
4.1.5	PRIORIDADES Y REGLAS DE GESTIÓN.....	84
4.1.6	BALANCES.....	86
4.2	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN BARBATE (SEB) .....	100
4.2.1	BREVE DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN BARBATE .....	100
4.2.2	ELEMENTOS CONSIDERADOS EN LA SIMULACIÓN.....	101
4.2.3	ESQUEMA DEL MODELO SE SIMULACIÓN .....	119
4.2.4	USO CONJUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS 121	
4.2.5	PRIORIDADES Y REGLAS DE GESTIÓN.....	121
4.2.6	BALANCES.....	122
5	SISTEMA DE EXPLOTACIÓN ÚNICO .....	129
6	ASIGNACIÓN Y RESERVA DE RECURSOS .....	131
7	GLOSARIO DE ABREVIATURAS.....	134
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136

## APÉNDICES:

### APÉNDICE VI.1 RESULTADOS DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN

### APÉNDICE VI.2 BALANCES DE USOS Y RECURSOS: SITUACIÓN ACTUAL



## APÉNDICE VI.3 BALANCES DE USOS Y RECURSOS: HORIZONTE 2027

## APÉNDICE VI.4 BALANCES DE USOS Y RECURSOS: HORIZONTE 2039

## FIGURAS:

Figura nº 1. Sistemas de explotación parciales de Guadalete y Barbate .....	42
Figura nº 2. Masas de agua superficial de la categoría “ríos” incluidas en el modelo del SEG.....	45
Figura nº 3. Embalses incluidos en el modelo del SEG .....	48
Figura nº 4. Masas de agua subterránea consideradas en el modelo del SEG .....	49
Figura nº 5. Ejemplo de calibración para la inclusión de un acuífero unicelular en el modelo de gestión .....	53
Figura nº 6. Subcuencas correspondientes a las aportaciones superficiales naturales incluidas en el modelo de simulación del SEG.....	55
Figura nº 7. Evolución del volumen trasvasado desde la cuenca hidrográfica del río Guadiaro. Resultados de modelación desde 1980 hasta el año 2000, y datos reales trasvasados desde 2001 hasta 2017. ...	58
Figura nº 8. UDU consideradas en el modelo de simulación del SEG .....	62
Figura nº 9. UDA consideradas en el SEG.....	63
Figura nº 10. Localización de los puntos incluidos en el modelo de simulación donde se han considerado caudales ecológicos.....	73
Figura nº 11. Topología del modelo de simulación del SEG para el escenario actual.....	77
Figura nº 12. Detalle del esquema del modelo de simulación en la cabecera del río Guadalete.....	79
Figura nº 13. Esquema del modelo de gestión para el río Majaceite .....	81

Figura nº 14. Esquema del modelo de gestión para la parte final del río Guadalete.....	83
Figura nº 15. Masas de agua incluidas en el modelo del SEB.....	101
Figura nº 16. Embalses incluidos en el modelo del SEB.....	104
Figura nº 17. Masas de agua subterránea consideradas en el modelo del SEB 106	
Figura nº 18. Subcuencas correspondientes a las aportaciones superficiales naturales incluidas en el modelo de simulación del SEB 109	
Figura nº 19. Unidades de Demanda Urbana consideradas en el modelo de simulación del SEB.....	112
Figura nº 20. UDA consideradas en el SEB.....	113
Figura nº 21. Topología del modelo de simulación del SEB para el escenario actual.....	120
Figura nº 22. Volumen asignado por tipo de demanda.....	132

## TABLAS:

Tabla nº 1. Simbología empleada en los modelos de simulación SIMGES ..	29
Tabla nº 2. Correspondencia entre los tramos de río considerados en el modelo de simulación y las masas de agua superficiales de la categoría “ríos” definidas en la descripción de la DHGB.....	47
Tabla nº 3. Relación de los acuíferos tipo unicelular con los tramos de río o embalses asociados.....	51
Tabla nº 4. Coeficientes de desagüe considerados en los acuíferos tipo unicelular del SEG .....	53
Tabla nº 5. Demanda urbana para el horizonte actual, 2027 y 2039.....	61
Tabla nº 6. Características de las unidades de demanda de regadío para el horizonte actual.....	64
Tabla nº 7. Características de las unidades de demanda de regadío para el horizonte 2027 y 2039 .....	65
Tabla nº 8. Distribución de la demanda ganadera por tipo de ganado y comarca agraria en el SEG.....	67
Tabla nº 9. Unidades demanda recreativas existentes en el SEG .....	68
Tabla nº 10. Unidades demanda energéticas existentes en el SEG.....	71
Tabla nº 11. Demandas totales incluidas en el modelo para los diferentes horizontes de estudio en el SEG.....	72
Tabla nº 12. Características de los caudales mínimos representativos de caudales ecológicos incluidos en el modelo de simulación, en hm <sup>3</sup> /mes.....	73



Tabla nº 13.	Características de los caudales mínimos representativos de caudales ecológicos incluidos en el modelo de simulación en el Azud del Portal, en hm <sup>3</sup> /mes.....	74
Tabla nº 14.	Recursos disponibles en las masas de agua subterránea consideradas en el modelo del SEG.....	75
Tabla nº 15.	Balance del abastecimiento en la situación actual.....	87
Tabla nº 16.	Balance del abastecimiento en el horizonte 2027.....	88
Tabla nº 17.	Balance del abastecimiento en el horizonte 2039. RCP 4.5 ...	88
Tabla nº 18.	Balance del abastecimiento en el horizonte 2039. RCP 8.5 ...	89
Tabla nº 19.	Balance de la demanda de regadío en la situación actual.....	90
Tabla nº 20.	Balance de la demanda de regadío en el horizonte 2027 .....	91
Tabla nº 21.	Balance de la demanda de regadío en el horizonte 2039. RCP. 4.5	92
Tabla nº 22.	Balance de la demanda de regadío en el horizonte 2039. RCP. 8.5	92
Tabla nº 23.	Balance de la demanda ganadera en la situación actual.....	93
Tabla nº 24.	Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2027 .....	93
Tabla nº 25.	Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2039. RCP 4.5	94
Tabla nº 26.	Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2039. RCP 8.5	94
Tabla nº 27.	Balance de la demanda recreativa en la situación actual.....	95
Tabla nº 28.	Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2027 .....	96

Tabla nº 29.	Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2039. RCP 4.5	96
Tabla nº 30.	Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2039. RCP 8.5	97
Tabla nº 31.	Balance de la demanda energética en la situación actual.....	98
Tabla nº 32.	Balance de la demanda energética en el horizonte 2027.....	98
Tabla nº 33.	Balance de la demanda energética en el horizonte 2039. RCP 4.5 .....	98
Tabla nº 34.	Balance de la demanda energética en el horizonte 2039. RCP 8.5 .....	99
Tabla nº 35.	Evolución del balance de recursos y demandas en el SEG. .	100
Tabla nº 36.	Correspondencia entre los tramos de río considerados en el modelo de simulación y las masas de agua superficiales definidas en la descripción de la DHGB en el sistema Barbate .....	103
Tabla nº 37.	Relación de los acuíferos tipo unicelular con los tramos de río o embalses asociados.....	107
Tabla nº 38.	Coeficientes de desagüe considerados en los acuíferos tipo unicelular del sistema Barbate.....	107
Tabla nº 39.	Demanda urbana para el horizonte actual, 2027 y 2039 .....	112
Tabla nº 40.	Características de las unidades de demanda de regadío para el horizonte actual .....	114
Tabla nº 41.	Características de las unidades de demanda de regadío para el horizonte 2027 y 2039 .....	114

Tabla nº 42.	Distribución de la demanda ganadera por tipo de ganado y comarca agraria en el SEB.....	116
Tabla nº 43.	Unidades demanda recreativas existentes en el SEB.....	116
Tabla nº 44.	Demandas incluidas en el modelo para los diferentes horizontes de estudio en el SEB.....	117
Tabla nº 45.	Características de los caudales mínimos representativos de caudales ecológicos incluidos en el modelo de simulación en el Azud del Portal, en hm <sup>3</sup> /mes.....	118
Tabla nº 46.	Recursos disponibles en las masas de agua subterránea consideradas en el modelo del SEB.....	118
Tabla nº 47.	Balance del abastecimiento en la situación actual.....	122
Tabla nº 48.	Balance del abastecimiento en el horizonte 2027.....	123
Tabla nº 49.	Balance del abastecimiento en el horizonte 2039. RCP 4.5 .	123
Tabla nº 50.	Balance del abastecimiento en el horizonte 2039. RCP 8.5 .	123
Tabla nº 51.	Balance de la demanda agraria en la situación actual.....	124
Tabla nº 52.	Balance de la demanda agraria en el horizonte 2027 .....	124
Tabla nº 53.	Balance de la demanda agraria en el horizonte 2039. RCP 4.5	124
Tabla nº 54.	Balance de la demanda agraria en el horizonte 2039. RCP 8.5	125
Tabla nº 55.	Balance de la demanda ganadera en la situación actual.....	125
Tabla nº 56.	Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2027 .....	125
Tabla nº 57.	Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2039. RCP 4.5	125

Tabla nº 58.	Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2039. RCP 8.5	126
Tabla nº 59.	Balance de la demanda recreativa en la situación actual....	126
Tabla nº 60.	Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2027 .....	126
Tabla nº 61.	Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2039. RCP 4.5	127
Tabla nº 62.	Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2039. RCP 8.5	127
Tabla nº 63.	Evolución del balance de recursos y demandas en el sistema Barbate .....	128
Tabla nº 64.	Evolución del balance de recursos y demandas en el sistema único de explotación único Guadalete-Barbate.....	130
Tabla nº 65.	Volumen (hm <sup>3</sup> ) asignado por sistema de explotación y tipo de demanda .....	131
Tabla nº 66.	Volumen (hm <sup>3</sup> ) asignado por sistema de explotación y tipo de demanda .....	133

## 1 INTRODUCCIÓN

La Directiva Marco del Agua (DMA) (Directiva 2000/60/CE, de 23 de octubre de 2000), incorporada al ordenamiento jurídico español mediante el Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA) Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas) y el Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH) (RD 907/2007, de 6 de julio), determina que los estados miembros de la Unión Europea deberán establecer las medidas necesarias para alcanzar el buen estado de las masas de agua superficiales, subterráneas y costeras a más tardar a los 15 años después de la entrada en vigor de la Directiva.

En los considerandos previos al articulado, la DMA hace mención a la necesidad de adoptar medidas para evitar a largo plazo el deterioro de los aspectos cuantitativos de las aguas (3); a la gestión sostenible de los recursos hídricos (3); a la presión del continuo crecimiento de la demanda de aguas de buena calidad en cantidades suficientes para todos los usos (4); a la necesidad de establecer procedimientos normativos para la extracción de agua dulce y seguimiento de la cantidad de las aguas dulces (7); a la utilización prudente y mejora de los recursos naturales (11); a la diversidad de las cuencas comunitarias que pueden requerir soluciones específicas que deben tenerse en cuenta en la planificación y ejecución de las medidas destinadas a garantizar la protección y uso sostenible del agua (13); y a que el abastecimiento (suministro) de agua es un servicio de interés general (15). Además, entre los objetivos del artículo 1, está el promover un uso sostenible del agua basado en la protección a largo plazo de los recursos hídricos

disponibles (1.b), y que todos los objetivos que define han de contribuir, entre otras cosas, a garantizar el suministro suficiente de agua superficial o subterránea en buen estado, tal y como requiere un uso del agua sostenible, equilibrado y equitativo, y a paliar los efectos de las sequías.

Todas estas consideraciones, en cuencas con escasez de recursos y fuertes demandas, como son muchas de las cuencas españolas, desembocan en que la legislación española, a través del TRLA y el RPH, y la legislación andaluza a través de la Ley de Aguas de Andalucía (LAA), que se revisarán más adelante, recojan y destaquen los conceptos de asignaciones y reservas, ya tradicionales en las mismas (Ley de 1985 y sus reglamentos), como un mecanismo para compatibilizar los requerimientos ambientales con los requerimientos de los usos del agua y de estos entre sí, y para conseguir un uso sostenible del recurso, juntamente con proporcionar una base normativa para el posterior control de la extracción, su gestión, y el seguimiento de la cantidad de agua dulce. Y más concretamente, la Instrucción de Planificación Hidrológica de las Demarcaciones Intracomunitarias de Andalucía, IPHA en adelante, aprobada por la Orden de 11 de marzo de 2015 de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, incluye un epígrafe dedicado a Asignaciones y Reservas, que requiere para su definición unos estudios de los sistemas de explotación, incluida la elaboración de modelos de simulación y la confección de balances. Todo ello tiene una entidad tal que sus bases y desarrollo merecen estar recogidos en el presente Anejo, para luego poder incorporar, de forma adecuadamente sintetizada, los principales datos y

resultados a la Memoria del Plan Hidrológico, así como las conclusiones a las que se llegue sobre la definición de asignaciones y reservas de recursos.

Este anejo se compone de los siguientes capítulos:

1. Introducción.
2. Base normativa.
3. Metodología.
4. Sistemas de explotación parciales
5. Sistema de explotación único de la Demarcación.
6. Asignación y reserva de recursos.

## 2 BASE NORMATIVA

El marco normativo para el estudio de asignaciones y reservas viene definido por la DMA, incorporada al ordenamiento jurídico español mediante la modificación del TRLA, el RPH, y el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RDPH). Además, la IPHA detalla los contenidos y define su ubicación dentro de los Planes Hidrológicos. En este capítulo se presenta una breve síntesis de los contenidos de esta normativa que se refieren a las asignaciones y reservas de recursos.

### 2.1 DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

Como ya se mencionó anteriormente, la DMA no hace ninguna mención directa al tema de asignaciones y reservas de recursos, pero no obstante, en los considerandos previos al articulado, hace mención a la necesidad de adoptar medidas para evitar a largo plazo el deterioro de los aspectos cuantitativos de las aguas (3); a la gestión sostenible de los recursos hídricos (3); a la presión del continuo crecimiento de la demanda de aguas de buena calidad en cantidades suficientes para todos los usos (4); a la necesidad de establecer procedimientos normativos para la extracción de agua dulce y seguimiento de la cantidad de las aguas dulces (7); a la utilización prudente y mejora de los recursos naturales (11); a la diversidad de las cuencas comunitarias que pueden requerir soluciones específicas que deben tenerse en cuenta en la planificación y ejecución de las medidas destinadas a garantizar la protección y uso sostenible del agua (13); y a que el abastecimiento (suministro) de agua es un servicio de interés general (15).



Además, entre los objetivos del artículo 1, está el promover un uso sostenible del agua basado en la protección a largo plazo de los recursos hídricos disponibles (1.b), paliar los efectos de las sequías (1.e), y dice que todos que estos, y los demás objetivos que define han de contribuir, entre otras cosas, a garantizar el suministro suficiente de agua superficial o subterránea en buen estado, tal y como requiere un uso del agua sostenible, equilibrado y equitativo.

Por tanto, puede decirse que las asignaciones y reservas son unas determinaciones que en los planes de cuenca españoles se utilizan como medida para ordenar y controlar los usos del agua y, por tanto, contribuir a garantizar que los considerandos y objetivos arriba mencionados se cumplen.

## 2.2 TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY DE AGUAS

El TRLA incorpora la mayor parte de los requerimientos de la DMA al ordenamiento jurídico español.

En su artículo 42, al definir el contenido de los planes hidrológicos de cuenca, establece lo siguiente:

*“1. Los planes hidrológicos de cuenca comprenderán obligatoriamente:*

*(...)*

*b) La descripción general de los usos, presiones e incidencias antrópicas significativas sobre las aguas, incluyendo:*

*(...)*



*c' ) La asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación y recuperación del medio natural. A este efecto se determinarán:*

*Los caudales ecológicos, entendiendo como tales los que mantienen como mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.*

*Las reservas naturales fluviales, con la finalidad de preservar, sin alteraciones, aquellos tramos de ríos con escasa o nula intervención humana. Estas reservas se circunscribirán estrictamente a los bienes de dominio público hidráulico.” [sic]*

## 2.3 REGLAMENTO DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

El RPH, aprobado mediante Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, recoge y desarrolla las disposiciones del TRLA relevantes para el proceso de planificación hidrológica.

En su artículo 4 define el contenido obligatorio de los planes de cuenca, repitiendo lo dispuesto en el TRLA:

*“4. Los planes hidrológicos de cuenca comprenderán obligatoriamente:*

*(...)*

*b bis) La descripción general de los usos, que incluya:*

*(...)*

*b' ) Los criterios de prioridad y compatibilidad de usos, así como el orden de preferencia entre los distintos usos y aprovechamientos.*





*c' ) La asignación y reserva de recursos para usos y demandas actuales y futuros, así como para la conservación o recuperación del medio natural.*

*A los efectos de garantizar la conservación o recuperación del medio natural se determinarán los caudales ecológicos y las reservas hidrológicas, de acuerdo con, respectivamente, los artículos 49 ter y siguientes y 244 bis y siguientes del Reglamento del Dominio Público Hidráulico aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril (RDPH).*

*d' ) La definición de un sistema de explotación único para cada plan, en el que, de forma simplificada, queden incluidos todos los sistemas parciales, y con el que se posibilite el análisis global de comportamiento.” [sic]*

Los artículos 20 y 21, contienen una serie de disposiciones relativas a la reserva de recursos (art. 20), y a los balances, asignación y reserva de recursos (art. 21):

*“Artículo 20. Reserva de recursos.*

- 1. Se entiende por reserva de recursos la correspondiente a las asignaciones establecidas en previsión de las demandas que corresponde atender para alcanzar los objetivos de la planificación hidrológica.*
- 2. Las reservas establecidas deberán inscribirse en el Registro de Aguas a nombre del organismo de cuenca, el cual procederá a su cancelación*





*parcial a medida que se vayan otorgando las correspondientes concesiones. Todo ello de acuerdo con el título II, capítulo II, sección 9.<sup>a</sup> del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.*

- 3. Las reservas de recursos previstas en los planes hidrológicos de cuenca se aplicarán exclusivamente para el destino concreto y en el plazo máximo fijado en el propio plan. En ausencia de tal previsión, se entenderá como plazo máximo el de seis años establecido en el artículo 89, salvo que en la revisión del correspondiente plan se establezca otro diferente.*

*Artículo 21. Balances, asignación y reserva de recursos.*

- 1. Los balances entre recursos y demandas a los que se refiere este artículo se realizarán para cada uno de los sistemas de explotación definidos conforme a lo indicado en el artículo anterior. En dicho balance los caudales ecológicos se considerarán como una restricción en la forma indicada en el artículo 17.2. La satisfacción de las demandas se realizará siguiendo los criterios de prioridad establecidos en el plan hidrológico, desde una perspectiva de sostenibilidad en el uso del agua.*
- 2. El plan hidrológico establecerá para la situación existente al elaborar el Plan, el balance entre los recursos y las demandas consolidadas, considerando como tales las representativas de unas condiciones normales de suministro en los últimos años, sin que en ningún caso puedan consolidarse demandas cuyo volumen exceda el valor de las asignaciones vigentes.*





- 3. Asimismo, establecerá la asignación y reserva de los recursos disponibles para las demandas previsibles al horizonte temporal del año 2015 a los efectos del artículo 91 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico y especificará también las demandas que no pueden ser satisfechas con los recursos disponibles en la propia demarcación hidrográfica. Dicho horizonte se incrementará en seis años en las sucesivas actualizaciones de los planes.*
- 4. Con objeto de evaluar las tendencias a largo plazo, para el horizonte temporal del año 2027 el plan hidrológico estimará el balance o balances entre los recursos previsiblemente disponibles y las demandas previsibles correspondientes a los diferentes usos. Para la realización de este balance se tendrá en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación de acuerdo con lo establecido en el artículo 11. El citado horizonte temporal se incrementará en seis años en las sucesivas actualizaciones de los planes.” [sic]*

Cabe destacar que cuando en el RPH se habla de horizonte 2015, se entenderá como primer horizonte de planificación, que en el presente Plan Hidrológico se corresponde con el horizonte 2027. Del mismo modo, cuando se habla de horizonte 2027, se entenderá como segundo horizonte de planificación, que en el presente Plan Hidrológico se corresponde con el horizonte 2039.



## 2.4 REGLAMENTO DE DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

El RDPH, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. En su sección 9, establece lo siguiente:

### *“Artículo 91.*

- 1. La asignación de recursos establecida en los Planes Hidrológicos de cuenca determinará los caudales que se adscriben a los aprovechamientos actuales y futuros.*
- 2. Las concesiones existentes deberán ser revisadas cuando lo exija su adecuación a las asignaciones formuladas por los Planes Hidrológicos de cuenca.*

*La revisión de la concesión dará lugar a indemnización cuando, como consecuencia de la misma, se irrogue un daño efectivo al patrimonio del concesionario, en los términos previstos en el artículo 156.*

### *Artículo 92.*

- 1. El Organismo de cuenca, de acuerdo con las previsiones de los Planes Hidrológicos, deberá reservar para regadíos, pesca, aprovechamientos hidroeléctricos o para cualquier otro servicio del Estado o fin de utilidad pública determinados tramos de corrientes, sectores de acuíferos subterráneos, o la totalidad de algunos de ellos.*
- 2. Los caudales que deban ser reservados se inscribirán en el Registro de Aguas a nombre del Organismo de cuenca, siendo título suficiente para ello la inclusión de los recursos citados en las previsiones que para reservas formulen los Planes Hidrológicos de cuenca.*



*En el asiento que a tal efecto se practique deberá especificarse la cuantía de los caudales, el plazo de la reserva y los servicios del Estado o fines de utilidad pública a los que se adscriben aquéllos.*

- 3. En su momento las Comunidades de usuarios, Organismos públicos o particulares, podrán solicitar la concesión de los recursos reservados, que se otorgará por el Organismo de cuenca, previa apertura de un período de información pública.*
- 4. Otorgada la concesión se procederá a la inscripción de la misma en el Registro de Aguas a nombre del concesionario, debiendo detraerse el caudal concedido de la reserva inscrita a nombre del Organismo de cuenca.”*

## 2.5 LEY DE AGUAS DE ANDALUCÍA

La Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía establece en su Título III “*La Planificación Hidrológica*”, concretamente en su artículo 28 “*Efectos de los instrumentos de planificación previstos en esta Ley*”, lo siguiente:

*“1. De conformidad con lo establecido en el artículo 5.2 en relación con el número 9 del Anexo I de la Ley 1/1994, de 11 de enero, de Ordenación del Territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, los planes hidrológicos de demarcación y los planes hidrológicos específicos tendrán la consideración de planes con incidencia en la ordenación del territorio, de los previstos en el Capítulo III de dicha Ley.*

*2. Para atender los usos de las distintas zonas de la demarcación hidrográfica en función de las prioridades establecidas en el plan*





*hidrológico de demarcación, la Consejería competente en materia de agua, por razones de interés público, podrá reasignar volúmenes de aguas entre diferentes sistemas de explotación. Los usuarios de los sistemas afectados por la reasignación de recursos solo tendrán derecho a indemnización cuando se les cause un perjuicio real en favor de otros usuarios que estarán obligados a satisfacer dichas indemnizaciones.*

*Reglamentariamente se establecerán los criterios de cálculo de las indemnizaciones que procedan conforme a lo anteriormente establecido, debiendo quedar dichos criterios de cálculo aprobados al tiempo de la reasignación de volúmenes, aun cuando en dicho momento no se hubieran aún causado efectivamente los perjuicios que debieran ser, en su caso, objeto de indemnización. Igualmente, se establecerá al tiempo de la reasignación de recursos la redistribución del canon de servicios generales, así como del canon de regulación y la tarifa de utilización, correspondientes a las obras hidráulicas vinculadas a los recursos reasignados.” [sic]*

Por su parte, el Título VI “*Dominio Público Hidráulico*”, en su Capítulo III “*Derechos de Uso y Control*”, dedica el Artículo 44 a la “*Asignación de recursos*” con el siguiente texto:

*“1. La Consejería competente en materia de agua asignará los recursos hídricos disponibles estableciendo su procedencia y podrá disponer la sustitución de caudales por otros de diferente origen con la finalidad de racionalizar el aprovechamiento del recurso, de acuerdo con la planificación hidrológica, para todas las concesiones y todos los aprovechamientos. En caso de que se originen perjuicios a las personas o*







*entidades titulares de derechos sobre las aguas que se usen para la sustitución, los nuevos usuarios beneficiados por la sustitución deberán asumir los costes que tales perjuicios originen.*

*2. La Consejería competente en materia de agua asignará los recursos hídricos de mejor calidad para los abastecimientos a la población.*

*3. La sustitución de caudales se podrá hacer por otros procedentes de la reutilización de aguas residuales regeneradas que tengan las características adecuadas a la finalidad de la concesión, debiendo los nuevos usuarios que se beneficien de la sustitución asumir los costes de los tratamientos adicionales que sean necesarios, así como del resto de costes derivados de la sustitución.*

*4. Los caudales ecológicos o demandas ambientales no tendrán el carácter de uso, por lo que no existirá el deber de indemnización de los costes que generen, debiendo considerarse como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación.*

*5. Igualmente podrá la Consejería competente en materia de agua modificar, adaptar, reajustar y ampliar la cantidad de los recursos en origen, la duración temporal y la regulación estacional de las concesiones a las poblaciones dentro del ámbito territorial de prestación del servicio, estableciendo para las ampliaciones y nuevas concesiones las condiciones económicas.*

*6. Los derechos de uso privativo de las aguas no implicarán el aseguramiento a sus titulares de la disponibilidad de caudales y no serán*



*objeto de indemnización las restricciones que deban hacerse en situaciones de sequía.*

*7. La Consejería competente en materia de agua podrá:*

*a) Determinar para cada uso el punto en el que debe instalarse la toma correspondiente a una concesión nueva o cualquier ampliación de las concesiones existentes.*

*b) Ordenar la incorporación de nuevos abastecimientos o la ampliación de los existentes mediante la conexión de las instalaciones municipales a la red de abastecimiento, con el incremento previo de la dotación de la concesión otorgada, previo informe de la entidad local. En caso de que un municipio se niegue a la incorporación o ampliación ordenada por la Consejería competente en materia de agua, esta podrá imponerle multas coercitivas o incluso ejecutar subsidiariamente y a costa del municipio las obras necesarias para la correspondiente conexión.*

## 2.6 INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA DE LAS DEMARCAIONES INTRACOMUNITARIAS DE ANDALUCÍA

La IPHA, aprobada por la Orden de 11 de marzo de 2015 de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía, recoge y desarrolla los contenidos del RPH y del TRLA.

En su apartado 3.5, “Asignación y Reserva de Recursos” , señala lo siguiente:

**“3.5. ASIGNACIÓN Y RESERVA DE RECURSOS**



*La asignación y reserva de recursos se establece en el plan hidrológico mediante el empleo de balances entre recursos y demandas en cada uno de los sistemas de explotación definidos, teniendo en cuenta los derechos y prioridades existentes.*

### **3.5.1. SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN**

*Cada sistema de explotación de recursos está constituido por masas o grupos de masas de agua superficial y subterránea, obras e instalaciones de infraestructura hidráulica, normas de utilización del agua derivadas de las características de las demandas y reglas de explotación que, aprovechando los recursos hídricos naturales, y de acuerdo con su calidad, permiten establecer los suministros de agua que configuran la oferta de recursos disponibles del sistema de explotación, cumpliendo los objetivos medioambientales.*

*Sin perjuicio de los sistemas de explotación parciales que pueden definirse en cada Plan, se define un sistema de explotación único en el que, de forma simplificada, quedan incluidos todos los sistemas parciales y con el que se posibilita el análisis global de comportamiento en toda la demarcación hidrográfica. En el Plan se indica la agrupación de recursos, demandas, infraestructuras de almacenamiento y masas de agua llevada a cabo a partir de los sistemas parciales, en su caso, para definir el sistema de explotación único.*

#### **3.5.1.1. CONTENIDO DEL ESTUDIO DE LOS SISTEMAS**

*El estudio de cada sistema de explotación de recursos contendrá:*





- a) *La definición y características de los recursos hídricos disponibles, teniendo en cuenta su calidad de acuerdo con las normas de utilización del agua consideradas. Dichos recursos incluirán los procedentes de la captación y regulación de aguas superficiales, la extracción de aguas subterráneas, la reutilización, la desalación de aguas salobres y marinas y las transferencias de otros sistemas. Asimismo, se especificarán los esquemas de uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas y la recarga artificial de acuíferos.*
- b) *La determinación de los elementos de la infraestructura precisa y las directrices fundamentales para su explotación.*
- c) *Los recursos hídricos naturales no utilizados en el sistema y, en su caso, los procedentes de ámbitos territoriales externos al Plan.*

#### **3.5.1.2. SIMULACIÓN DE LOS SISTEMAS**

*Para la simulación de los sistemas de explotación de recursos se elaborará un modelo que comprenderá los siguientes elementos:*

- a) *Recursos hídricos superficiales, indicando los puntos de la red fluvial donde se incorporan las series de aportaciones en régimen natural o afectadas por aprovechamientos no incluidos explícitamente en el modelo. Estos puntos se seleccionan teniendo en cuenta la configuración de la red fluvial, la situación de los embalses y la ubicación de los principales nudos de consumo y permiten reproducir con suficiente aproximación la distribución territorial de los recursos hídricos en la demarcación. Asimismo, se incluyen en el modelo las aportaciones procedentes de otros sistemas, de la desalación de agua*





- de mar y de instalaciones de regeneración. Las posibilidades de reutilización se incorporan como elementos de retorno en aquellos nudos de donde derivan las demandas que emplean estos recursos.*
- b) Recursos hídricos subterráneos de acuíferos integrados en sistemas de explotación conjunta, así como de otros que contribuyen de manera total o parcial al servicio de demandas que forman parte del esquema modelizado, indicando en cada caso las posibilidades de extracción y sus normas de gestión en las distintas circunstancias hidrológicas.*
- c) Unidades de demanda, para cada una de las cuales se indica el nudo de toma, el volumen anual y los coeficientes mensuales de reparto. Se admite que estos valores sean fijos para el periodo de simulación, correspondiendo al horizonte temporal del escenario simulado en cada uno de los balances. Asimismo, se especifican los déficits admisibles de acuerdo con las garantías establecidas, así como los coeficientes de retorno y el nudo en que el retorno se reincorpora a la red fluvial.*
- d) Caudales ecológicos de los ríos y aguas de transición y los requerimientos hídricos de los lagos y zonas húmedas.*
- e) Caudales mínimos especificados, en su caso, en el Convenio sobre cooperación para la protección y el aprovechamiento sostenible de las aguas de las cuencas hidrográficas hispano-portuguesas, hecho en Albufeira el 30 de noviembre de 1998.*





- f) *Embalses de regulación, indicando la relación entre la superficie inundada y el volumen almacenado para diferentes cotas de agua embalsada, las tasas de evaporación mensuales, el volumen mínimo para acumulación de sedimentos, realización de actividades recreativas o producción de energía, y el volumen máximo mensual teniendo en cuenta el resguardo para el control de crecidas. En caso de que no se haya definido este resguardo, se considerará un volumen mínimo del 5% de la capacidad del embalse.*
- g) *Conducciones de transporte principales, especificando el máximo volumen mensual que puede circular.*

### **3.5.1.3. PRIORIDADES Y REGLAS DE GESTIÓN DE LOS SISTEMAS**

*En la simulación de los sistemas de explotación de recursos se tiene en cuenta el orden de preferencia de cada unidad de demanda establecido en el plan hidrológico, así como el orden de preferencia para la realización de desembalses desde los diferentes embalses de regulación incluidos en el modelo.*

*Se pueden definir umbrales en las reservas de los sistemas a partir de los cuales se activen ciertas restricciones en el suministro o se movilicen recursos extraordinarios. Dichos umbrales se basan en los establecidos en los planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, elaborados al amparo de la ley 9/2010, de 30 de julio de Aguas para Andalucía y, en su caso, en los establecidos en los Planes de emergencia ante situaciones de sequía previstos en el artículo 27 de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. Las restricciones se introducen*





*mediante escalones de reducción del suministro que deben guardar relación con los déficits admisibles de acuerdo con las garantías establecidas para la demanda correspondiente y son contabilizadas como déficit a efectos de determinar el nivel de garantía. Estas restricciones deben ser coherentes con lo establecido en el Plan especial de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía.*

### **3.5.2. BALANCES**

*Se realizan balances entre recursos y demandas para cada uno de los sistemas de explotación definidos en el plan hidrológico. En caso de que un sistema de explotación resulte de la agregación de zonas hidrográficas de menor extensión se detallan los resultados del balance para cada una de dichas zonas.*

*En dichos balances los caudales ecológicos se consideran como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas, respetando la supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones. La satisfacción de las demandas se realiza siguiendo los criterios de prioridad establecidos en el plan hidrológico, desde una perspectiva de sostenibilidad en el uso del agua.*

*El plan hidrológico establece, para la situación existente en el momento de su elaboración, el balance entre los recursos y las demandas consolidadas, considerando como tales las representativas de unas condiciones normales de suministro en los últimos años, sin que en ningún caso puedan consolidarse demandas cuyo volumen exceda el valor de las asignaciones vigentes.*





*Asimismo, establece el balance entre los recursos disponibles y las demandas previsibles al horizonte temporal del año 2015.*

*En este horizonte se verifica el cumplimiento de los criterios de garantía en cada una de las unidades de demanda del sistema en cada una de las unidades de demanda servidas desde sistemas regulados, identificándose en el resto de los casos aquellas que no cuentan con recursos suficientes y evaluando la magnitud del déficit por infradotación.*

*En su caso, puede considerarse la movilización de recursos extraordinarios (pozos de sequía, cesión de derechos, activación de conexiones a otros elementos o sistemas) para el cumplimiento estricto de los criterios de garantía. En tal caso, en el plan debe acreditarse la capacidad de movilización de dichos recursos, que debe ser coherente con lo indicado en los Planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía.*

*En caso de imposibilidad de movilización de recursos extraordinarios pueden admitirse incumplimientos de los criterios de garantía siempre que se adopten las medidas y restricciones establecidas en los citados Planes especiales.*

*En este caso, se especifican los valores de garantía volumétrica alcanzados en las unidades de demanda del sistema.*

*Los balances se realizan con las series de recursos hídricos correspondientes a los períodos de 65 años y 25 años con datos completos más recientes previos a la elaboración del plan, recogándose en el Plan las*







*principales diferencias entre los resultados correspondientes a cada periodo.*

*Con objeto de evaluar las tendencias a largo plazo, con un horizonte temporal de los siguientes 15 años posteriores a la elaboración del plan, en el plan hidrológico se estima el balance o balances entre los recursos previsiblemente disponibles y las demandas previsibles correspondientes a los diferentes usos. Para la realización de este balance se tiene en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación de acuerdo con lo establecido en el epígrafe 2.4.6. El citado horizonte temporal se incrementará en seis años en las sucesivas actualizaciones de los Planes.*

### **3.5.3. ASIGNACIÓN Y RESERVA DE RECURSOS**

*De acuerdo con los resultados del balance el último año de vigencia del plan, con las series de recursos hídricos correspondientes a 25 años con datos completos previo a la elaboración del nuevo plan, el plan hidrológico establece la asignación y reserva de los recursos disponibles para las demandas previsibles en dicho horizonte temporal a los efectos del artículo 91 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico y la Ley 9/2010 de Aguas para Andalucía y especifica también las demandas que no pueden ser satisfechas con los recursos disponibles en la propia demarcación hidrográfica. Dicho horizonte se incrementará en seis años en las sucesivas actualizaciones de los Planes.*



*A estos efectos se entiende por reserva de recursos la correspondiente a las asignaciones establecidas en previsión de las demandas que corresponde atender para alcanzar los objetivos de la planificación hidrológica.*

*Las reservas de recursos previstas se aplican exclusivamente para el destino concreto y en el plazo máximo fijado en el propio plan. En ausencia de tal previsión, se entiende como plazo máximo el de seis años, salvo que en la revisión del correspondiente plan se establezca otro diferente.*

*Los excedentes de recurso disponible que no sean explícitamente asignados en los horizontes temporales del plan hidrológico constituirán reservas estratégicas de recurso que se destinarán a eventuales crecimientos de la demanda no incluidos en las previsiones del plan hidrológico, a mejorar el estado de las masas de agua y para afrontar los posibles efectos de cambio climático.”*

Cabe destacar que cuando en la IPHA se habla de horizonte 2015, se entenderá como primer horizonte de planificación, que en el presente Plan Hidrológico se corresponde con el horizonte 2027. Del mismo modo, cuando se habla de horizonte 2027, se entenderá como segundo horizonte de planificación, que en el presente Plan Hidrológico se corresponde con el horizonte 2039.

## 3 METODOLOGÍA PARA REALIZACIÓN DE BALANCES Y ASIGNACIÓN Y RESERVA DE RECURSOS

### 3.1 INTRODUCCIÓN

Como se recoge más arriba en el apartado correspondiente al marco legal, el artículo 21 del RPH y el apartado 3.5 de la IPHA establecen que:

- Los balances entre recursos y demandas se realizarán para cada uno de los sistemas de explotación definidos en el ámbito de la Demarcación, teniendo en cuenta los derechos y prioridades existentes.
- Los caudales ecológicos no tendrán el carácter de uso, debiendo considerarse como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación. Y, en todo caso, se aplicará también a los caudales medioambientales la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones recogida en el artículo 60.3 del texto refundido de la Ley de Aguas.
- La satisfacción de las demandas se realizará siguiendo los criterios de prioridad establecidos en el plan hidrológico, desde una perspectiva de sostenibilidad en el uso del agua.

Asimismo, también se requiere la realización de balances para tres escenarios temporales:

- Para la situación actual.
- Para las demandas previsibles al horizonte temporal del año 2027, con objeto de establecer la asignación y reserva de los recursos

disponibles, y especificar demandas que no pueden ser satisfechas con los recursos disponibles en la propia demarcación hidrográfica.

- Para el horizonte temporal del año 2039, con objeto de evaluar las tendencias a largo plazo.

La IPHA establece, en su apartado 3.5.2, que los balances se realizan con las series de recursos hídricos correspondientes a los períodos de 65 años y 25 años con datos completos más recientes previos a la elaboración del Plan Hidrológico. En este ciclo, los periodos utilizados serán 1940/1941-2017/2018 y 1980/1981-2017/2018. También establece que, para el escenario a largo plazo, en este caso correspondiente a 2039, se tendrá en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación.

La metodología empleada para realizar el estudio del sistema de explotación ha consistido en la modelización y simulación del mismo, ya que permite contemplar las interrelaciones complejas existentes entre los elementos que componen el sistema.

## 3.2 ELABORACIÓN DE BALANCES

### 3.2.1 SITUACIÓN ACTUAL

Sobre la base del importante esfuerzo realizado en los planes hidrológicos anteriores para llegar a un conocimiento suficientemente completo de las demandas de la demarcación y de los recursos que se emplean en su suministro, se han realizado tareas de seguimiento para mantener actualizada la información.

El resultado de este proceso es la obtención de datos de consumo, en términos de volumen anual para cada unidad de demanda, con indicación de la combinación de fuentes empleadas en su suministro: recursos superficiales regulados o no, aguas subterráneas (con indicación de la masa o masas de agua subterránea en la que se captan los recursos y su proporción relativa o transferencias).

Igualmente, se han revisado los balances de agua subterránea, revisando los datos y estimaciones de entradas y salidas y su coherencia con la evolución piezométrica, manteniendo la relación entre los usos asignados a cada masa y los recursos explotados y explotables con el comportamiento piezométrico observado en las mismas.

El resultado de este proceso son las tablas de balances en la situación actual que se presentan más adelante, en las que se identifican para cada Unidad De Demanda Urbana (UDU), agraria (UDA) o usos singulares las fuentes de suministro, coherentes además con el conocimiento disponible sobre el empleo de los recursos. Esta información se complementa con la que se presenta en el Apéndice VI.2, en el que se desgranar las extracciones de cada masa de agua subterránea y se detallan las transferencias, su origen y destino.

### 3.2.2 SITUACIÓN EN LOS HORIZONTES FUTUROS

A partir de los balances actuales se han proyectado las diversas componentes de demanda tal y como se explica en el Anejo III. Sobre estas

proyecciones se han incorporado las actuaciones programadas para dibujar el escenario futuro de los balances.

Las actuaciones se han caracterizado por una de estas dos vías:

- De acuerdo con fuentes de información preexistentes, si se trata de iniciativas que ya cuentan con un cierto nivel de desarrollo por estar contempladas en planes o proyectos de la Junta de Andalucía, la Administración General del Estado u otras entidades competentes. Se ha tratado de identificar las características físicas de la actuación, las fuentes de recurso y los beneficiarios.
- A partir del diagnóstico realizado en el marco del propio Plan Hidrológico e incluidas en el Programa de Medidas. Se trata de obras e instalaciones que se han identificado necesarias para cumplir los objetivos generales de la planificación, intentando hacer compatible el logro de los objetivos medioambientales con una adecuada satisfacción de las demandas.

Dentro de la variada casuística de la demarcación, se han seguido unos criterios generales para el diseño de estas medidas y su incorporación a los balances, que son fundamentalmente coincidentes con los aplicados en el Plan Hidrológico de segundo ciclo:

- En el caso de las masas de aguas subterránea el objetivo es conseguir un balance equilibrado. Se ha fijado con carácter general que el índice de explotación (recursos explotados / recursos explotables) alcance un nivel máximo de 0,8.

- En las masas de agua superficial no se incorpora ningún incremento del aprovechamiento de los caudales fluyentes, salvo que se trate de abastecimientos que no cuenten con fuentes de suministro sostenible alternativo. Se asume que incrementos menores de consumo de fluyentes pueden ser asumidos con pequeñas actuaciones de regulación en núcleos urbanos de cabecera.
- En lo posible se han mantenido suministros de diversos orígenes para cada unidad de demanda con el fin de garantizar una mayor robustez en el servicio y una calidad más idónea.

### 3.3 EL PAPEL DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BALANCES

#### 3.3.1 INTRODUCCIÓN

Un modelo de simulación es una conceptualización de la realidad del sistema a efectos de obtener resultados útiles para el análisis que se pretende. El esquema que configura el modelo incluye aquellos componentes de la cuenca que se consideran relevantes a la hora de efectuar el análisis, de forma que no necesariamente todos los elementos de la misma deben de estar necesariamente incluidos de forma explícita.

Los componentes reales (masas de agua, usos del agua, infraestructuras, etc.), que se describen con detalle en capítulos sucesivos y en el Apéndice VI.1, pueden verse reflejados en el modelo de forma individualizada o agrupada, según convenga, para lograr un equilibrio entre una representación suficientemente realista de la cuenca y la complejidad del

modelo resultante, el cual puede resultar poco práctico y claro si el detalle es excesivo. También pueden llegar a omitirse componentes reales si ya están representadas de forma implícita en algún otro elemento del modelo y su funcionamiento no depende de la alternativa que se esté considerando.

En el presente Plan Hidrológico, al igual que en los anteriores, los modelos se han empleado como una herramienta básica en la elaboración de los balances y asignaciones. Los resultados de la simulación se presentan en el Apéndice VI.1.

### 3.3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS MODELOS. METODOLOGÍA DE SIMULACIÓN

La metodología de la simulación consiste en la utilización de una herramienta (modelo matemático de simulación) para obtener la respuesta del sistema ante distintas situaciones (escenarios y/o alternativas) que conviene analizar. Los modelos matemáticos de simulación de cada sistema de explotación se han elaborado utilizando un software que permite la creación y utilización de modelos de este tipo, así como el análisis de resultados proporcionados por los mismos.








En el caso de la DHGB se ha utilizado el Sistema de Soporte a la Decisión (SSD) AquaTool+ para planificación y gestión de recursos hídricos, desarrollado por el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia. Dentro de AquaTool+, se ha empleado el módulo SIMGES.



Este programa optimiza mes a mes la asignación de los recursos del sistema, minimizando los déficits de los usos en función de las prioridades establecidas por el usuario para los distintos elementos y cumpliendo las reglas de operación impuestas, trabajando sobre una red de flujo conservativo y existiendo interrelación entre las aguas superficiales y subterráneas.

El programa maneja una serie de elementos de almacenamiento, transporte, derivación, consumo y retorno, cuyas características están basadas en la realidad del sistema y que son definidas por el usuario, permitiendo de este modo reflejar, en la medida de lo posible, la realidad del sistema con un nivel de detalle aceptable.

La Tabla nº 1 muestra la simbología empleada en el diseño del grafo de cada sistema de explotación, mostrados en el Capítulo 4.

Símbolo	Significado
	Nudo
	Embalse
	Aportación
	Tramo de río
	Toma de demanda
	Retorno
	Acuífero

**Tabla nº 1. Simbología empleada en los modelos de simulación SIMGES**

### 3.3.2.1 EL MODELO DE SIMULACIÓN

En la definición del modelo de simulación se utiliza como soporte básico una representación simplificada de la red fluvial, constituida por elementos que simbolizan tramos de río por donde circula el agua de forma natural y que pueden englobar parte de una masa de agua, una o varias de ellas. Se considera también su relación con las aguas subterráneas, ya sea debido a filtraciones a acuíferos o a la existencia de una relación hidráulica bidireccional con los mismos. Sobre este soporte básico se incluyen los elementos contemplados en el apartado 3.5.1.2 de la IPHA, con los siguientes matices:

a) **Elementos de aportaciones de recursos hídricos superficiales**, que incorporan en determinados puntos del esquema de simulación series temporales de aportaciones. Dichas aportaciones representan la contribución de caudales de toda una subcuenca de forma que incluyen, por lo general, las componentes superficial y subterránea del hidrograma de caudales, con lo que de forma implícita pueden representar también acuíferos de cabecera o intermedios que no necesitarán ser incluidos como elementos individuales en el modelo, salvo que se considere necesario por otros motivos. Dependiendo de cada caso puede tratarse de series en régimen natural, obtenidas al elaborar el inventario de recursos hídricos tal y como se solicita en el apartado 2.4.3 de la IPHA, o alterado, de forma que ya consideren pequeñas demandas cuyo funcionamiento no vaya a ser modificado en las alternativas a estudiar, y cuya inclusión como elemento detallado solo contribuiría a hacer más complejo el esquema conceptual.

La selección de los puntos en los que se estiman los recursos a incorporar en los modelos se ha llevado a cabo teniendo en cuenta la configuración de la red fluvial, la situación de los embalses y la ubicación de los principales nudos de consumo, lo que permite reproducir con suficiente aproximación la distribución territorial de los recursos hídricos en el sistema.

b) **Elementos acuíferos**, que representan los recursos hídricos subterráneos. Se incluyen en su caso, mediante la adecuada elección del tipo conceptual de acuífero, las relaciones río-acuífero, y su localización en un determinado tramo de río. Como ya se comentó en el punto anterior, no todas las masas de agua subterránea definidas deben corresponder a un elemento acuífero en el modelo. Además, en el caso de muchos acuíferos incluidos, estos se simulan solamente por “superposición”, esto es, modelando la influencia de su explotación en las relaciones río-acuífero, pues las relaciones en régimen natural ya están incluidas en las series de aportaciones consideradas.

En cuanto al tipo conceptual de acuífero, SIMGES permite las siguientes opciones:

- acuífero depósito
- acuífero unicelular
- acuífero con manantial
- acuífero pluricelular
- acuífero conectado con río con modelación por el método de los autovalores

- acuífero rectangular homogéneo conectado por uno de sus lados con un río totalmente penetrante
- acuífero rectangular homogéneo conectado por dos de sus lados contiguos con ríos totalmente penetrantes
- acuífero de tres niveles

c) **Elementos de demanda**, que pueden representar a una unidad de demanda individualizada de las consideradas en el Anejo III de este Plan Hidrológico, o a agrupaciones de éstas. Para satisfacer cada demanda se definen una o varias tomas del sistema superficial, pudiendo, a su vez, satisfacerse mediante el suministro con bombeos desde acuíferos. Además, cada toma puede llevar asociada una regla de operación de manera que el régimen de caudales captados puede variarse en función del estado de reservas en los embalses.

Se han distinguido regadíos agrícolas, abastecimiento urbano, riego de campos de golf (ocasionalmente, algún uso recreativo singular), industria y ganadería. El modelo permite caracterizar adicionalmente cada demanda con un coeficiente de retorno (debiéndose indicar en qué nudo se reintegran al sistema los sobrantes) y un coeficiente de consumo (fracción del agua que se pierde definitivamente); si la suma de ambos coeficientes es menor que la unidad, la diferencia se considera infiltración profunda, debiendo especificarse el acuífero receptor de la correspondiente recarga.

d) **Caudales ecológicos** de los ríos (no se han considerado a estos efectos las aguas de transición y los requerimientos hídricos de los lagos y zonas húmedas). La representación en el modelo de estos requerimientos

ambientales se realiza, por lo general, mediante su transformación en exigencias de caudales mínimos equivalentes en determinadas conducciones. El caudal mínimo, al que se asigna un “número de prioridad” ( $N_p$ ), se define de tal forma que asegure los caudales ecológicos y requerimientos en las masas de agua consideradas.

e) **Embalses**. La gestión de los embalses se realiza de forma que se mantengan todos ellos, en la medida de lo posible, dentro de una misma zona de llenado, estableciéndose estas con la ayuda de dos parámetros fijados por el usuario: el “volumen objetivo mensual” ( $V_{obj}$ ) y el “volumen mínimo mensual” ( $V_{mín}$ ). Con estos dos valores las zonas quedan definidas automáticamente en:

- Zona superior: entre  $V_{máx}$  y  $V_{obj}$
- Zona intermedia: entre  $V_{obj}$  y  $V^*=(V_{obj}+V_{mín})/2$
- Zona inferior: entre  $V^*$  y  $V_{mín}$
- Zona de reserva: entre  $V_{mín}$  y embalse vacío

La estrategia se completa con la definición para cada embalse de un “número de prioridad de almacenamiento” ( $N_p$ ), de manera que el modelo no tomará agua desde una zona de un determinado embalse, hasta que no se hayan agotado las reservas de la franja superior de todos los demás, y, si todos se encuentran en la misma franja de almacenamiento, utilizará antes el agua del embalse al que se le ha asignado un valor mayor de prioridad.

A la hora de caracterizar este tipo de elemento se considera, también, la relación entre la superficie inundada y el volumen almacenado para

diferentes cotas de agua embalsada y las tasas de evaporación mensuales. Cabe destacar en este sentido que, al no contemplarse explícitamente un término al respecto, ni admitir el programa valores negativos de evaporación, no es posible contabilizar la componente de lluvia directa sobre la lámina de agua, lo que implica una infravaloración sistemática de los recursos que, en determinadas circunstancias, puede llegar a ser significativa. Para minimizar el efecto de esta ausencia se han elaborado series de evaporación unitaria en las que cada valor mensual es la diferencia entre dicha variable y la lluvia caída en el mismo mes, asignando un valor nulo cuando el resultado de la operación es negativo.

f) **Conducciones de transporte principales**, en los que se especifica el caudal máximo que puede circular. Se definen por los nudos que unen, y representan a tramos de río, canales o tuberías. Las conexiones son siempre orientadas, de manera que el agua fluye por ellas siempre en un sentido, desde el nudo definido como inicial hacia el nudo final.

De los cinco tipos de conexiones que contempla el modelo SIMGES, dos son las que han sido utilizadas en los modelos del Plan Hidrológico:

- Conducción de tipo 1, también denominada “conducción simple” : es la que se utiliza para representar la mayor parte de los tramos de río y todas las conducciones. En cada una se definen sendos caudales máximo y mínimo que pueden ser variables mensualmente, sistema que permite simular, por ejemplo, la capacidad máxima de una tubería (limitación física) y los mínimos ecológicos que deben circular por un cauce (limitación de gestión). Este tipo de conducciones puede

llevar asociada una regla de operación, cuya función es reducir la capacidad máxima en aquellos periodos en los que el volumen embalsado en determinados grupos de embalses del sistema caiga por debajo de un determinado umbral. Este rasgo, en combinación con otro análogo en las tomas de las demandas, ha sido de gran utilidad para modificar las normas de gestión en las diferentes fases de sequía.

- Conducción de tipo 3 o “conducción conectada hidráulicamente con un acuífero” : es aquella cuyo lecho atraviesa un acuífero subyacente existiendo conexión hidráulica entre ambos y, por tanto, la posibilidad de filtraciones desde el río al manto freático o de drenajes desde este último a la red hidrográfica superficial dependiendo de la situación relativa del nivel piezométrico respecto al nivel del agua en el cauce.

El modelo incluye dispositivos para reflejar las prioridades y reglas de gestión de los sistemas, tal y como se contempla en el apartado 3.5.1.3 de la IPHA, utilizando curvas de reserva para movilizar recursos extraordinarios en situaciones de alerta y eventual sequía.

### 3.3.2.2 CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La evaluación de los resultados de la gestión se ha llevado a cabo, fundamentalmente, en base a las garantías alcanzadas en la satisfacción de las demandas, a la magnitud de los déficits cuando éstos se presentan y al cumplimiento de los caudales ecológicos en aquellos tramos donde se hayan definido.

Para cada elemento demanda el programa suministra, en términos de garantía o de nivel de garantía, cinco tipos de resultados que se definen a continuación:

**Garantía volumétrica.** Calculada como:

$$\frac{\text{volumen suministrado}}{\text{volumen total demandado}} * 100$$

**Garantía mensual.** Representa el porcentaje de meses en que se satisface la demanda, es decir:

$$\frac{N_D - N_d}{N_D} * 100$$

dónde:  $N_D$ : número de meses totales.

$N_d$ : número de meses con fallo. Considerando como fallo un mes con déficit superior al 10% de la demanda mensual en el caso de abastecimientos (UDU) y al 20% de la demanda mensual si son regadíos (UDA).

**Garantía anual.** Se define como:

$$\frac{N_T - N_a}{N_T} * 100$$

donde:  $N_T$ : número total de años.

$N_a$ : Número de años con fallo. Para regadíos (UDA) se considera fallo cuando en algún mes no se sirve el 75% de la demanda, o el déficit en un año sea superior al 15% de la demanda anual. Para abastecimientos (UDU) el fallo representa que en algún mes no se sirva el 85% de la



demanda, o el déficit anual sea superior al 5% de la demanda anual.

***Cumplimiento o no del criterio IPHA para demandas de regadío.***

Corresponde al criterio adoptado en el apartado de nivel de garantía 3.1.2.2.4 de la IPHA. Considera como fallo cuando se produce una de las tres circunstancias siguientes:

- El déficit en un año supera el 50% de la correspondiente demanda anual.
- El déficit en dos años consecutivos supera el 75% de la demanda anual.
- El déficit en diez años consecutivos supera el 100% de la demanda anual.

***Cumplimiento o no del criterio IPHA para demandas urbanas.***

Corresponde al criterio adoptado en el apartado de nivel de garantía 3.1.2.2.4 de la IPHA. Considera como fallo cuando se produce una de las dos circunstancias siguientes:

- El déficit en un mes supera el 10% de la correspondiente demanda mensual.
- El déficit en diez años consecutivos supera el 8% de la demanda anual.

En cuanto al cumplimiento de los caudales ecológicos, el criterio de evaluación empleado ha sido también el resultado de garantía obtenido.

***Garantía de cumplimiento de Caudales Ecológicos en masas de agua río.***

Para aquellas conducciones representativas de estas masas de agua se

define un caudal mínimo, y el programa suministra un resultado de garantía que representa el porcentaje de meses en que se cumple y que se obtiene aplicando la siguiente ecuación:

$$\frac{N_Q - N_q}{N_Q} * 100$$

donde  $N_Q$ : número de meses totales.

$N_q$ : número de meses con fallo. Considerando como fallo un mes con caudal inferior al caudal mínimo definido.

### 3.3.2.3 DEFINICION Y SIMULACIÓN DE ESCENARIOS

Construido y calibrado el modelo de simulación de un sistema, este se utiliza para analizar distintos escenarios o, incluso, diferentes alternativas para un mismo escenario. Cada escenario consiste en una combinación de situaciones de caudales ecológicos y/o requerimientos ambientales, de recursos, de demandas, de infraestructuras, de reglas de gestión, y de cualesquiera otras medidas que pudieran ser consideradas.

En el ámbito del presente Anejo se han planteado los siguientes escenarios de acuerdo con las exigencias del RPH y de la IPHA:

- Situación actual, con series de recursos hídricos correspondientes al período 1940/41-2017/18.
- Situación actual, con series de recursos hídricos correspondientes al período 1980/81-2017/18.
- Horizonte 2027, con series de recursos hídricos correspondientes al período 1940/41-2017/18.

- Horizonte 2027, con series de recursos hídricos correspondientes al período 1980/81-2017/18.
- Horizonte 2039, con series de recursos hídricos que tengan en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos de la demarcación para el período 1940/81-2017/18.
- Horizonte 2039, con series de recursos hídricos que tengan en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos de la demarcación para el período 1980/81-2017/18.

Para cada escenario se han efectuado simulaciones de alternativas hasta identificar la solución “óptima” que maximice el cumplimiento de los caudales ecológicos, la satisfacción de las demandas, y demás objetivos contemplados en el TRLA. Estas alternativas incorporan la definición y garantía de caudales ecológicos en situaciones de sequía y puesta en marcha de instalaciones de apoyo y emergencia. La definición de estos umbrales parte de la confrontación de las demandas actuales y la expectativa de aportaciones en eventos de sequía realizada a partir del análisis estadístico de las series de aportaciones.

### 3.4 CONSIDERACIONES PARA LA DEFINICIÓN DE ASIGNACIONES

Según el RPH (artículo 20.1) *“se entiende por reserva de recursos la correspondiente a las asignaciones establecidas en previsión de las demandas que corresponde atender para alcanzar los objetivos de la planificación hidrológica”*. Respecto a las reservas (artículo 20.2 y 20.3) se indica que *“... deberán inscribirse en el Registro de Aguas a nombre del organismo de cuenca, el cual procederá a su cancelación parcial a medida*

*que se vayan otorgando las correspondientes concesiones...*” y *“...se aplicarán exclusivamente para el destino concreto y en el plazo máximo fijado en el propio plan”* . También deberán quedar establecidas en el Plan Hidrológico para el horizonte temporal 2027 (artículo 21. 3) y además *“especificará también las demandas que no pueden ser satisfechas con los recursos disponibles en la propia demarcación hidrográfica”* .

Es necesario tener en cuenta, al mismo tiempo, lo establecido en el artículo 91.1, que define claramente las asignaciones como los caudales que se adscriben a los aprovechamientos (actuales y futuros). De esas asignaciones (realizadas en base a los balances del horizonte 2027, según la IPHA), puede que una parte ya esté concedida y, por tanto, inscrita a nombre del concesionario, y el resto será una reserva, en el ámbito del artículo 91.1, que deberá inscribirse a nombre del organismo hasta que no se otorgue la correspondiente concesión, momento en que se detraerá de la reserva.

En los casos de los modelos de simulación, sus resultados son los que han permitido determinar las cuantías de asignaciones y reservas, de forma que sean compatibles con los caudales ecológicos, con las prioridades establecidas, y con los criterios de cumplimiento de garantías de las demandas.

### 3.5 DEFINICIÓN DE RESERVA

Por otra parte, además de las reservas de recursos para usuarios concretos (actuales o futuros), los eventuales excedentes de recurso disponible no explícitamente asignados en los horizontes del Plan, se establecen como



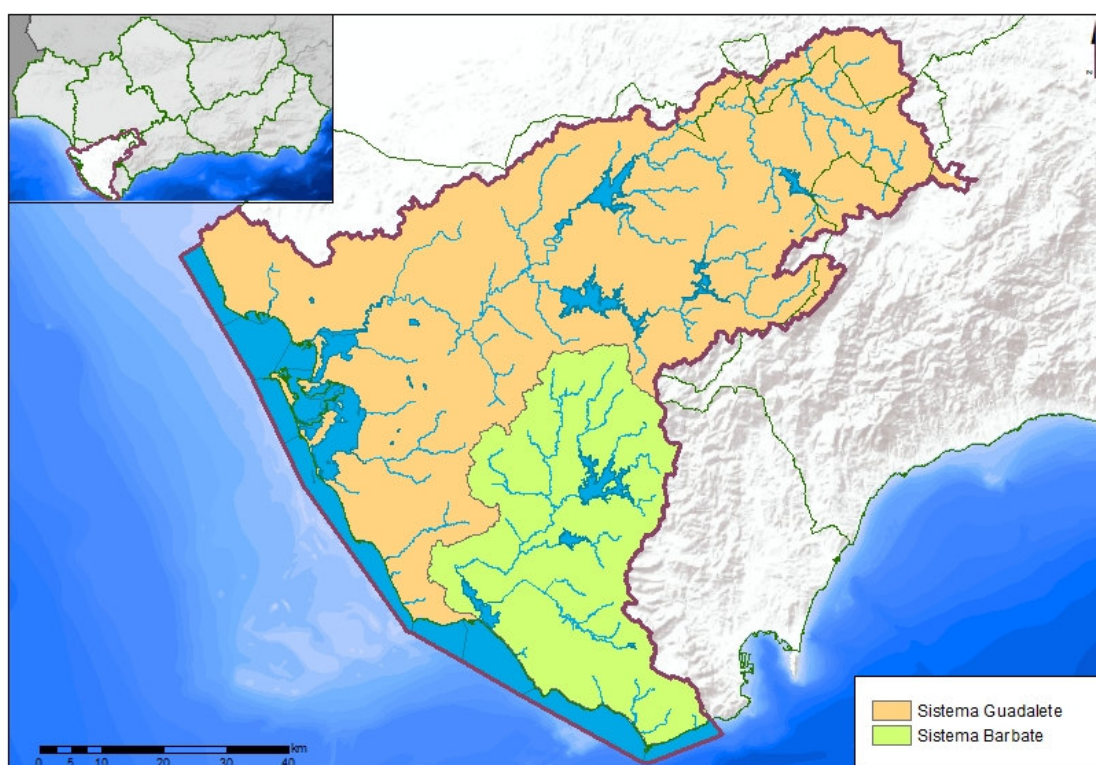
**reserva estratégica** de recursos a favor de la administración hidráulica, para hacer frente a eventuales crecimientos de la demanda más allá de las previsiones incluidas en el mismo, así como para mejorar el estado de las masas de agua y para afrontar los posibles efectos del cambio climático. Para cuantificar esta reserva, se ha evaluado la mayor cantidad de recursos que se podría detraer del sistema, tal y como queda definido para 2027, permitiendo el cumplimiento de los caudales ecológicos y la satisfacción de las demandas.



## 4 SISTEMA DE EXPLOTACIÓN PARCIALES

Los sistemas de explotación parciales que conforman el sistema de explotación único de la DHGB fueron definidos en el Plan Hidrológico de primer ciclo (2009-2015), y son los siguientes (mostrados en la Figura nº 1):

- Sistema de explotación Guadalete (SEG)
- Sistema de explotación Barbate (SEB)



**Figura nº 1. Sistemas de explotación parciales de Guadalete y Barbate**

Para cada uno de los sistemas de explotación parciales, se realiza el análisis para la obtención de los balances y determinación de las asignaciones y reservas, siguiendo la metodología detallada en el Capítulo 3 y que se detalla a continuación.

## 4.1 SISTEMA DE EXPLOTACIÓN GUADALETE (SEG)

### 4.1.1 BREVE DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN GUADALETE

El SEG comprende la cuenca hidrográfica del río Guadalete, en la cual se destacan afluentes como los ríos Guadalporcún y Majaceite. La superficie de la cuenca, hasta el Azud del Portal, es de 3.098 km<sup>2</sup> y se encuentra en su gran mayoría en la provincia de Cádiz.

Del mismo modo, también se incluyen las zonas que vierten directamente al mar, desde Sanlúcar de Barrameda hasta la desembocadura del río Barbate. Esta superficie supone 1.296 km<sup>2</sup>, de modo que la superficie total del Sistema Guadalete es de 4.394 km<sup>2</sup>.

El río Guadalete, de 157 km de longitud, nace en la Sierra del Endrinal (Grazalema), vertiente noroccidental de la Serranía de Ronda, atraviesa las Sierras de Algodonales y Ubrique para salir mediante un cañón que sirve de asiento a la presa de Bornos, a través de Arcos, a la llanura aluvial, desembocando en la Bahía de Cádiz por el Puerto de Santa María.

El río Guadalporcún nace en Torre Alháquime, en la confluencia del río Trejo y el arroyo Zumacal. Atraviesa la Reserva Natural del Peñón de Zaframagón formando la llamada Garganta del Estrechón. Aunque no cuenta con ningún embalse en su propio cauce, sus recursos se regulan en el embalse de Bornos. El río Majaceite, constituye la principal fuente de suministro para abastecimiento urbano del sistema, gracias a la regulación ofrecida por los embalses de los Hurones y de Guadalcacín. Nace en la Sierra de Grazalema y

se une al río Guadalete por su margen izquierda al sur del término municipal de Arcos de la Frontera. En este río se reciben las aportaciones procedentes de la transferencia del río Guadiaro (desde la DHCMA).

En cuanto a las principales infraestructuras de regulación, destacan, en el río Guadalete, los embalses de Arroyo de los Molinos (Zahara), Arcos y Bornos, y en el río Majaceite, los embalses de los Hurones y de Guadalcaén.

En el SEG se modelan (utilizando el modelo SIMGES de Aquatool+) los principales elementos que tienen influencia en el suministro y reparto del recurso hídrico disponible entre las diferentes demandas existentes. La escorrentía superficial de las zonas que vierten directamente al Océano, se considera, de forma indirecta, en las entradas a las masas de agua subterránea por infiltración situadas en esa zona.

---

#### 4.1.2 ELEMENTOS CONSIDERADOS EN LA SIMULACIÓN

---

##### 4.1.2.1 MASAS DE AGUA INCLUIDAS EN EL MODELO DE SIMULACIÓN

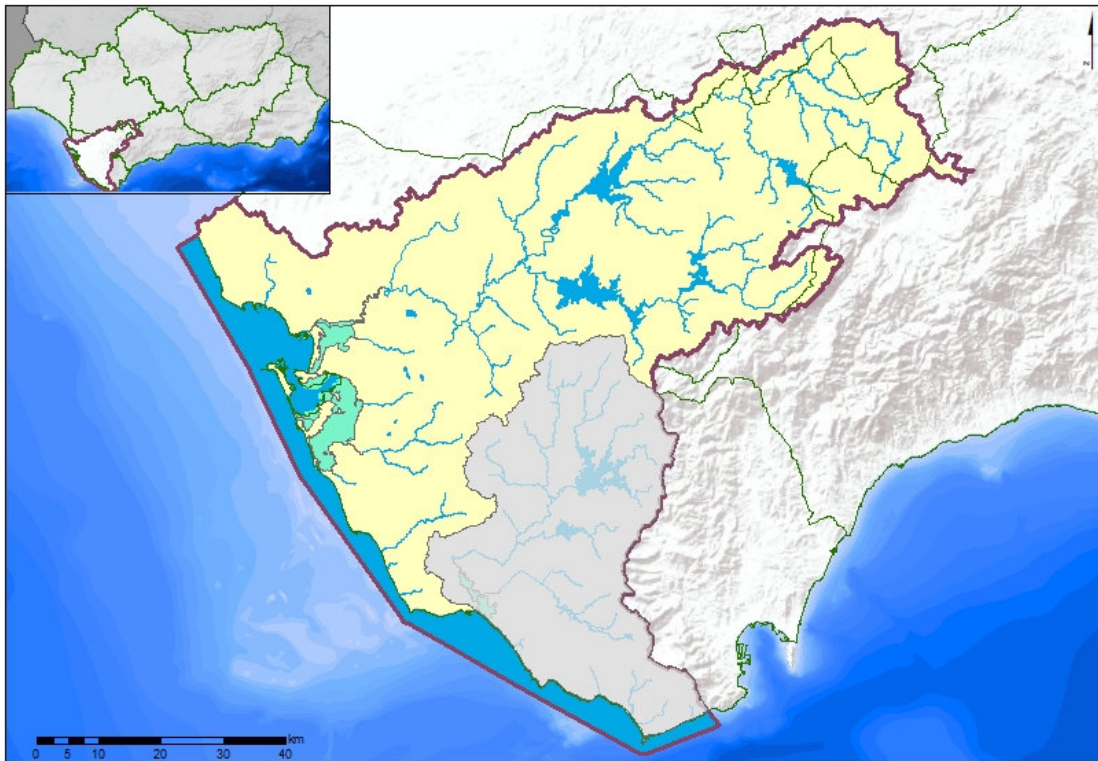
---

###### 4.1.2.1.1 MASAS DE AGUA SUPERFICIAL CATEGORIA RÍO

---

La Figura nº 2 muestra las masas de agua de la categoría río incluidas en el SEG.





**Figura nº 2. Masas de agua superficial de la categoría “ríos” incluidas en el modelo del SEG**

El modelo de simulación utilizado permite la consideración de diferentes tipos de conducciones con características específicas que pretenden reflejar el comportamiento real de los diferentes tramos de cauce. Para la realización del modelo del SEG se han utilizado conducciones de Tipo 1 y de Tipo 3, descritas en el epígrafe 3.3.2.1. y que se enumeran a continuación a modo de resumen:

Conducción Tipo 1: Tramo de río sin conexión con ningún acuífero, en el que se da el principio de continuidad, de modo que el caudal a la entrada de la conducción es el mismo que a la salida.

Conducción Tipo 3: Aquella conducción cuyo lecho atraviesa un acuífero, existiendo conexión hidráulica entre los dos, y por tanto, la posibilidad tanto

de filtraciones del lecho hacia el acuífero como drenaje del acuífero hacia el río, dependiendo de la situación de niveles piezométricos del acuífero.

Las distintas masas de agua superficial de la categoría río modeladas, tanto las naturales como las muy modificadas, se agrupan en diferentes tramos fluviales en el modelo de simulación, representados mediante elementos tipo “Conducción” , tal y como se muestra en la Tabla nº 2.

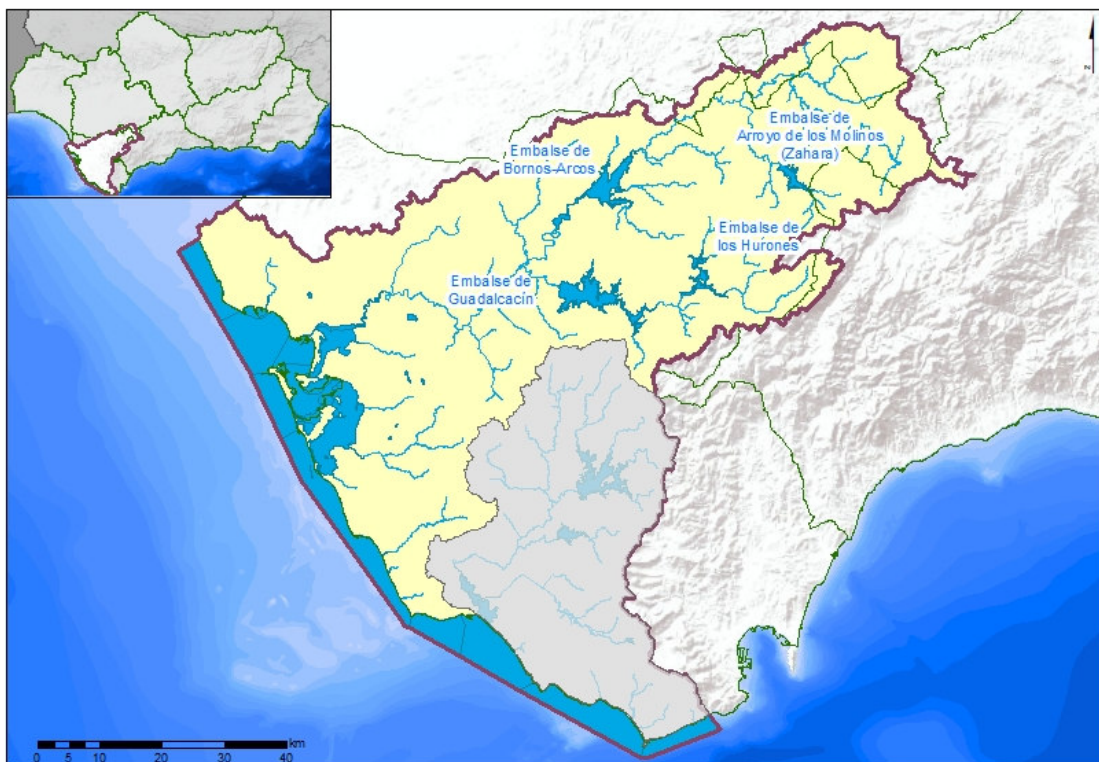
Código	Nombre de la masa de agua superficial de la categoría río	Tramo fluvial considerado en el modelo de gestión	Tipo de elemento
ES063MSPF000116510	Arroyo Salado de Espera	11651_1_Ayo. Salado de Espera	Conducción Tipo 3
		11651_2_Ayo. Salado de Espera	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000116520	Arroyo Almarda	11652_Ayo. Almarda	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000116540	Arroyo de Santiago	11654_Ayo. Santiago	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000116550	Arroyo de los Charcos	11655_Ayo. Los Charcos	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000116570	Arroyo de Cabañas	11657_Ayo. Cabañas	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000116580	Arroyo Hondo	11658_Ayo. Hondo	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000116590	Arroyo Salado	11659_Ayo. Salado	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000117100	Ríos Guadalete II	11710_1_R. Guadalete II	Conducción Tipo 1
		11710_2_R. Guadalete II	Conducción Tipo 1
		11710_3_R. Guadalete II	Conducción Tipo 3
		11710_4_R. Guadalete II	Conducción Tipo 3
		11710_5_R. Guadalete II	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000117110	Arroyo de Marcharracao	11711_1_Ayo Marcharracao	Conducción Tipo 3
		11711_2_Ayo Marcharracao	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000117120	Arroyo del Zanjar	11712_1_Ayo. del Zanjar	Conducción Tipo 3
		11712_2_Ayo. del Zanjar	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000117120	Río Majaceite II	11714_1_R. Majaceite II	Conducción Tipo 3
		11714_2_R. Majaceite II	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000117180	Arroyo de la Almaja	11718_2_Ayo Almaja	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000117200	Arroyo del Puerto de los Negros	11720_Ayo Puerto de los Negros	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000117220	Garganta del Aljibe	11722_Garg. del Aljibe	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000117230	Arroyo de la Santilla	11723_Ayo. de la Santilla	Conducción Tipo 3

Código	Nombre de la masa de agua superficial de la categoría río	Tramo fluvial considerado en el modelo de gestión	Tipo de elemento
ES063MSPF000117950	Arroyo de la Villalona	11795_Ayo Villalona	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000117960	Arroyo Bermejo	11796_Ayo Bermejo	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000117970	Río Guadalporcun	11797_1_R. Guadalporcun	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000119040	Río Guadalete III	11904_1_R. Guadalete III	Conducción Tipo 3
		11904_1bis_R. Guadalete III	Conducción Tipo 3
		11904_2_R. Guadalete III	Conducción Tipo 3
		11904_3_R. Guadalete III	Conducción Tipo 1
		11904_4_R. Guadalete III	Conducción Tipo 1
		11904_5_R. Guadalete III	Conducción Tipo 1
		11904_6_R. Guadalete III	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119220	Arroyo del Gallo	11922_Ayo del Gallo	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000116590	Arroyo Salado	11923_Ayo. Salado	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000119240	Arroyo Zurraque	11924_Ayo. Zurraque	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000119250	Río Iro	11925_R. Iro	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119260	Arroyo de Ahogarratones	11926_Ayo Ahogarratones	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000119270	Río Salado	11927_R. Salado	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119280	Arroyo de Conilete	11928_Ayo de Conilete	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119300	Arroyo de San Ambrosio	11930_Ayo San Ambrosio	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000119360	Arroyo Ballestero	11936_Ayo Ballestero	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000119370	Río del Bosque	11937_R. del Bosque	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000119380	Arroyo de Montecorto	11938_Ayo. Montecorto	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000119390	Arroyo del Aguila	11939_Ayo. Aguila	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000119400	Garganta del Boyar	11940_Garg. del Boyar	Conducción Tipo 3
ES063MSPF005200231	Río del Álamo I	11941_1_Ayo. Los Alamos	Conducción Tipo 3
ES063MSPF005200232	Río del Álamo II	11941__2_Ayo. Los Alamos	Conducción Tipo 3
ES063MSPF005200240	Río Ubrique	520024_1_R. Ubrique	Conducción Tipo 3
ES063MSPF005200310	Ríos Majaceite I	520031_1_R. Majaceite I	Conducción Tipo 1
ES063MSPF005200320	Arroyo de la Molineta	520032_1_Ayo. Molineta	Conducción Tipo 3
ES063MSPF005200350	Río Guadalete I	520035_R. Guadalete I	Conducción Tipo 1

**Tabla nº 2. Correspondencia entre los tramos de río considerados en el modelo de simulación y las masas de agua superficiales de la categoría “ríos” definidas en la descripción de la DHGB**

#### 4.1.2.1.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES MUY MODIFICADAS ASIMILABLES A LAGO. EMBALSES DE REGULACIÓN

Los principales embalses de regulación son fundamentales a la hora de gestionar el recurso para la satisfacción de las diferentes demandas con los criterios de garantía marcadas en la IPHA. La Figura nº 3 muestra los embalses considerados en el modelo de simulación del SEG.



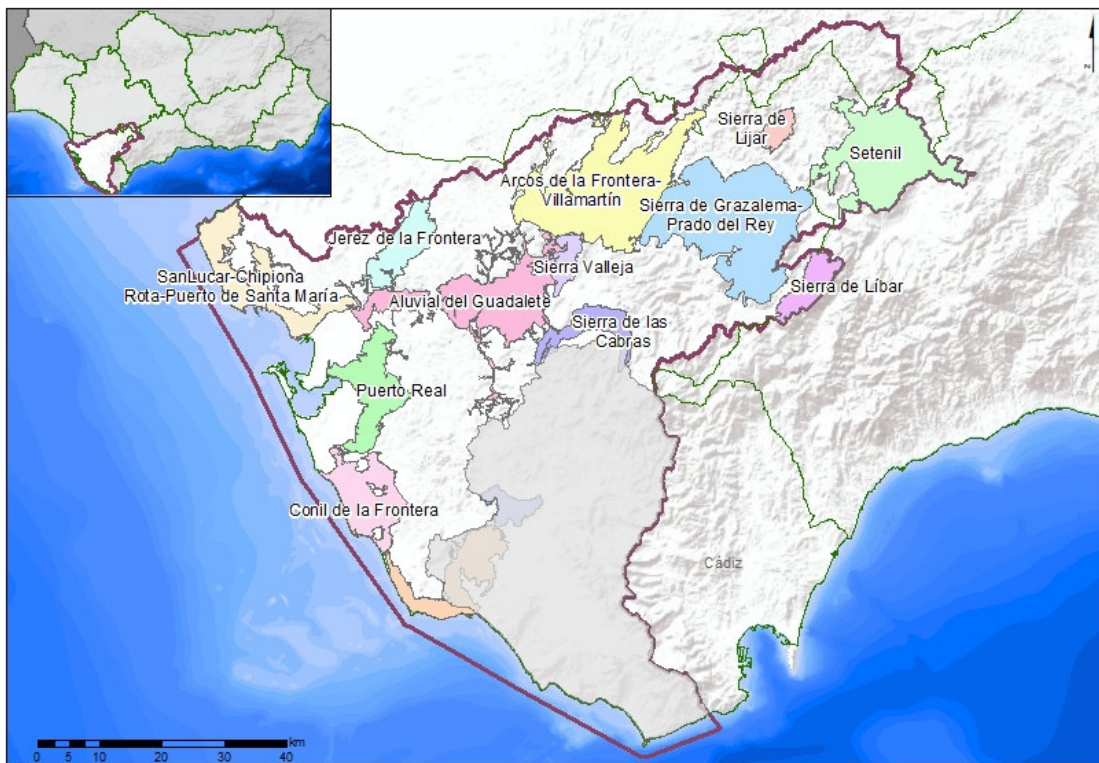
**Figura nº 3. Embalses incluidos en el modelo del SEG**

Se ha considerado al conjunto de embalses Bornos-Arcos como dos embalses individuales, de modo que pueda reflejarse con mayor realismo el comportamiento en la gestión del recurso en la zona, pudiendo definir de este modo con mayor precisión el origen del recurso en cada una de las demandas de la zona.

En el Apéndice VI.1 se describen las principales características incluidas en el modelo para cada uno de los embalses.

#### 4.1.2.1.3 MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

En el ámbito del SEG existen doce masas de agua subterránea (masb), de las cuáles, once han sido incluidas en el modelo de simulación. La masb 062.002 Sierra de Líbar no ha sido incluida, ya que, como se ha comentado en el Anejo II de este Plan, los recursos subterráneos de dicha masa drenan en su totalidad hacia la DHCMA. La Figura nº 4 muestra las masb existentes en la SEG.



**Figura nº 4. Masas de agua subterránea consideradas en el modelo del SEG<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> En la figura aparece la masa de agua subterránea Sierra de Líbar, para mantener la visión general de todo el Sistema, aunque no ha sido incorporada en el modelo, ya que los recursos de dicha masa drenan en su totalidad hacia la DHCMA

Se ha procedido a utilizar la tipología de acuífero unicelular. Esta tipología se corresponde con los acuíferos que se encuentran conectados hidráulicamente con el sistema superficial, de modo que dependiendo de la afección antrópica sobre el acuífero se produce una migración de los recursos desde el río hacia el acuífero o viceversa.

La Tabla nº 3 muestra la conexión existente entre los diferentes acuíferos modelados y las conducciones tipo río, así como el coeficiente de reparto existente entre los diferentes tramos de río cuando existe más de un tramo asociado a una masa de agua subterránea.

Se ha realizado una aproximación al comportamiento real del sistema conforme a la información disponible en la actualidad. Se parte de la hipótesis de que existe interrelación entre todos los tramos de río que se encuentren sobre una masa de agua subterránea. Conforme se avance en el conocimiento de las conexiones reales entre sistema superficial y subterráneo, se podrá refinar este aspecto.

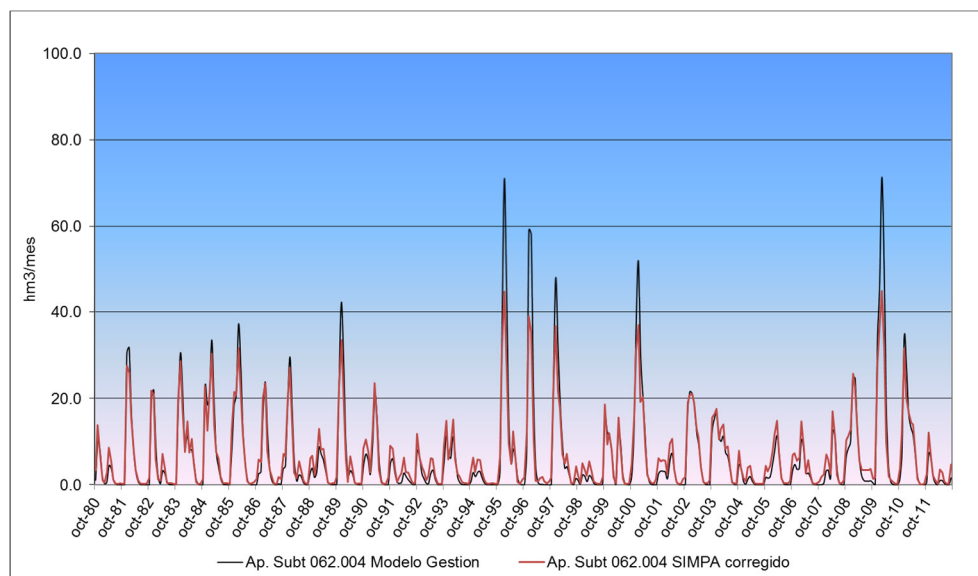
Masa de agua subterránea	Tramo de río asociado	Coficiente de reparto
ES063MSBT000620010 Setenil	11797_1_R. Guadalporcun	0,75
	11938_Ayo. Montecorto	0,25
ES063MSBT000620030 Lijar	11796_Ayo Bermejo	0,24
	11710_3_R. Guadalete II	0,76
ES063MSBT000620040 Sierra de Grazalema – Prado del Rey	11940_Garg. del Boyar	0,22
	520024_1_R. Ubrique	0,13
	11710_4_R. Guadalete II	0,05
	11711_1_Ayo Marcharracao	0,04
	11712_1_Ayo. del Zanjar	0,03
	11718_1_Ayo. Almaja	0,083
	11937_R. del Bosque	0,13

Masa de agua subterránea	Tramo de río asociado	Coefficiente de reparto
	11939_Ayo. Aguila	0,167
	11941_Ayo. Los Alamos	0,05
	11936_Ayo Ballestero	0,1
ES063MSBT000620050 Arcos de la Frontera - Villamartín	11904_1_R. Guadalete III	0,04
	11712_2_Ayo. del Zanjar	0,13
	11711_2_Ayo Marcharracao	0,09
	11651_1_Ayo. Salado de Espera	0,24
	11652_Ayo. Almarda	0,19
	11710_5_R. Guadalete II	0,31
ES063MSBT000620060 Sierra Valleja	11714_2_R. Majaceite II	0,17
	11904_1bis_R. Guadalete III	0,58
	520031_2_R. Majaceite I	0,25
ES063MSBT000620070 Sierra de las Cabras	11724_Garg. de la Cierva	0,16
	20615_Emb_Guadalcacin	0,45
	11722_Garg. del Aljibe	0,12
	520032_1_Ayo. Molineta	0,27
ES063MSBT000620080 Aluvial Guadalete	11658_Ayo. Hondo	0,17
	520032_2_Ayo. Molineta	0,09
	11714_1_R. Majaceite II	0,06
	11904_2_R. Guadalete III	0,53
	11657_Ayo. Cabañas	0,08
	11651_2_Ayo. Salado de Espera	0,01
	Final_Guadalete	0,06
ES063MSBT000620090 Jerez de la Frontera	11654_Ayo. Santiago	1
ES063MSBT000620100 Sanlúcar – Chipiona – Rota – Puerto de Santa María	11922_Ayo del Gallo	0,17
ES063MSBT000620110 Puerto Real	11924_Ayo. Zurraque	0,27
	11923_Ayo. Salado	0,1
ES063MSBT000620120 Conil de la Frontera	11723_Ayo. de la Santilla	0,09
	11926_Ayo Ahogaratones	0,373

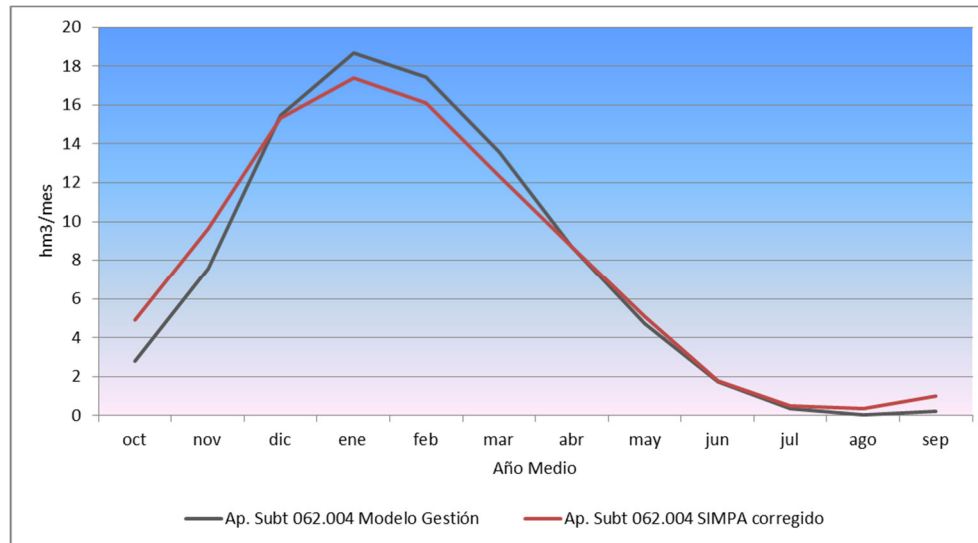
**Tabla nº 3. Relación de los acuíferos tipo unicelular con los tramos de río o embalses asociados**

El parámetro que rige el comportamiento de este tipo de acuífero en el modelo es el coeficiente de desagüe  $\alpha$ , de modo que el caudal que el acuífero aporta al río, o viceversa, está en función de este parámetro y del volumen almacenado en el acuífero, o lo que es lo mismo, de los niveles piezométricos del mismo. Estos parámetros se han ajustado siguiendo los siguientes criterios:

- Los valores de infiltración en la masa de agua subterránea en condiciones naturales se correspondan con los establecidos en los planes anteriores.
- Se asimila la distribución mensual de aportaciones subterráneas al sistema superficial en condiciones naturales, a la distribución que para estos acuíferos tiene la serie de aportaciones subterráneas del modelo SIMPA (Figura nº 5).







**Figura nº 5. Ejemplo de calibración para la inclusión de un acuífero unicelular en el modelo de gestión**

Código Masa	Masa de agua subterránea	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )
ES063MSBT000620010	Setenil	0,18
ES063MSBT000620030	Sierra de Lijar	1,20
ES063MSBT000620040	Sierra de Grazalema – Prado del Rey	2,00
ES063MSBT000620050	Arcos de la Frontera - Villamartín	1,80
ES063MSBT000620060	Sierra Valleja	1,70
ES063MSBT000620070	Sierra de las Cabras	1,00
ES063MSBT000620080	Aluvial del Guadalete	0,80
ES063MSBT000620090	Jerez de la Frontera	0,35
ES063MSBT000620100	Sanlúcar – Chipiona – Rota – Puerto de Santa María	0,75
ES063MSBT000620110	Puerto Real	0,36
ES063MSBT000620120	Conil de la Frontera	0,50

**Tabla nº 4. Coeficientes de desagüe considerados en los acuíferos tipo unicelular del SEG**

#### 4.1.2.2 RECURSOS HÍDRICOS

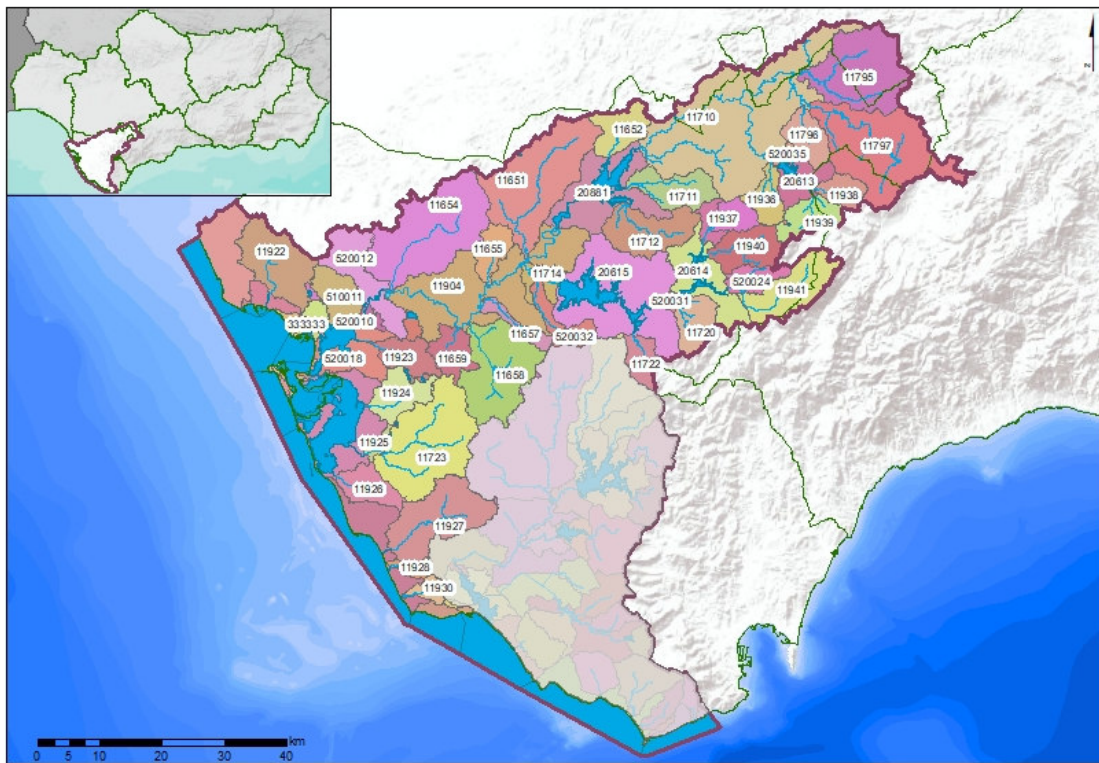
A continuación, se muestran las fuentes de recursos considerados en el modelo de gestión del SEG.

#### 4.1.2.2.1 RECURSOS HÍDRICOS PROPIOS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEOS

---

Los recursos hídricos superficiales propios de la cuenca (río y embalses) se incorporan en el modelo de simulación como series de aportaciones intermedias restituidas al régimen natural, a partir de los resultados obtenidos del modelo SIMPA.

Los puntos de entrada de las aportaciones (en la Figura nº 6 pueden verse las subcuencas correspondientes a las aportaciones superficiales naturales incluidas en el modelo de simulación), han sido seleccionados teniendo en cuenta la configuración de la red fluvial, la situación de los embalses, las relaciones río-acuífero, y la ubicación de las principales unidades de demanda.



**Figura nº 6. Subcuencas correspondientes a las aportaciones superficiales naturales incluidas en el modelo de simulación del SEG<sup>2</sup>**

Se ha llevado a cabo un análisis de la escorrentía total considerada en cada una de las masas de agua superficial, de modo que, cuando procede, se ha dividido dicha aportación en dos componentes, diferenciando entre la aportación directa generada por la escorrentía producida por la precipitación efectiva y la que deriva de la contribución de las masas de agua subterráneas al sistema superficial, ya sea mediante manantiales o conexiones directas con los diferentes tramos de río. Para ello, se ha tomado como referencia los resultados del modelo SIMPA, que diferencia entre recursos superficiales y subterráneos.

<sup>2</sup> Los códigos que aparecen en la figura corresponden con los códigos de aportación de las subcuencas.

Esta separación entre aportación superficial y subterránea se ha realizado de tal modo que, los recursos aportados por las masas de agua subterránea al sistema superficial coincidan, en régimen natural, con los datos estimados en los diferentes estudios llevados a cabo para la redacción de este Plan Hidrológico.

Con esta discriminación y con los datos de infiltración por masa de agua subterránea, ha sido posible establecer una primera aproximación de la relación existente entre el sistema superficial y subterráneo en el SEG.

De este modo, se ha evaluado el efecto que una detracción en una masa de agua subterránea tiene en el sistema superficial. Por ejemplo, una extracción en una masa de agua subterránea situada aguas arriba de un embalse provocará un descenso de los caudales de salida en los manantiales y, por lo tanto, una merma en las entradas al citado embalse.

Del mismo modo, se ha obtenido una primera aproximación de la evolución del volumen almacenado en las diferentes masas de agua subterránea en condiciones naturales, es decir, sin alteraciones por actividades humanas.

Para el horizonte de estudio del año 2039, la IPHA establece que, debe de tenerse en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación, para lo que se han adoptado los valores resultantes de la aplicación de los coeficientes de reducción obtenidos del estudio que en el año 2020 la Dirección General del Agua (DGA) encargó al Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (CEH) a las series

obtenidas a partir del modelo SIMPA. El detalle de este proceso aparece recogido en el Anejo II del presente Plan.

#### 4.1.2.2.2 RECURSOS HÍDRICOS DE OTRAS PROCEDENCIAS

---

##### 4.1.2.2.2.1 PROCEDENTES DE OTROS SISTEMAS

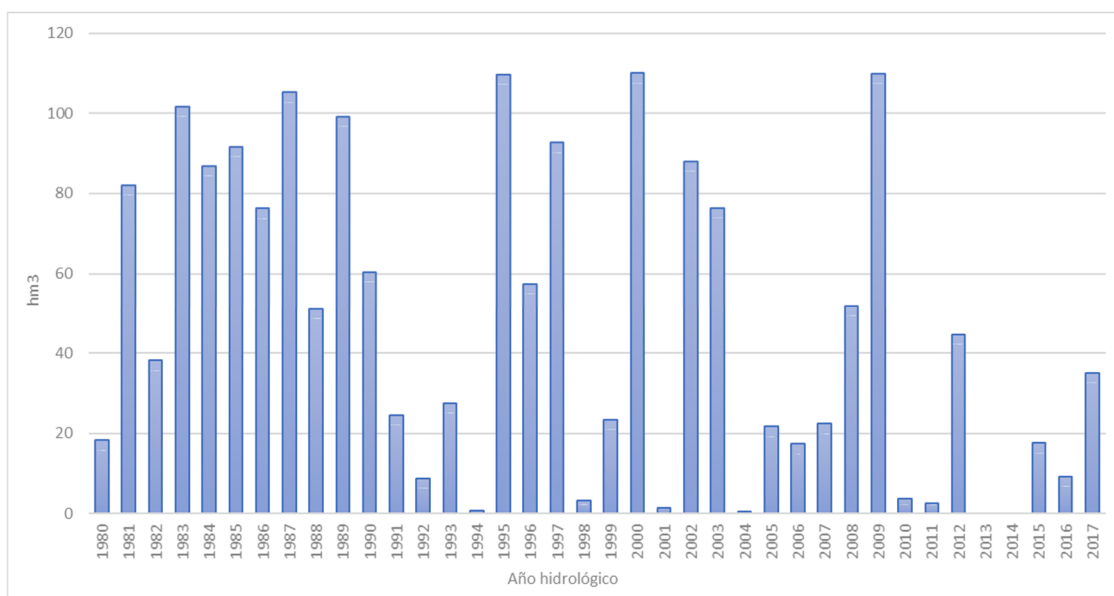
---

Se han incluido también como series de aportaciones de recursos en las simulaciones del sistema de explotación del Guadalete las procedentes de la transferencia procedente de la cuenca del Guadiaro, cuyas reglas de gestión vienen marcadas en la Ley 17/1995, de 1 de junio, de transferencia de volúmenes de agua de la cuenca del río Guadiaro a la cuenca del río Guadalete. Este volumen de agua es transferido a la cuenca del río Majaceite. Para su consideración, se ha tenido en cuenta las limitaciones impuestas en dicha Ley, y que se detallan a continuación:

- a) *No se efectuará ningún trasvase mientras no circule por el río Guadiaro, en la obra de derivación, un caudal mínimo de 6 m<sup>3</sup>/s (1 m<sup>3</sup>/s corresponde al caudal ecológico y 5 m<sup>3</sup>/s a la concesión del caudal a Sevillana-Endesa en el salto del Corchado)*
- b) *Sólo se trasvasará el caudal circulante por el río que exceda los indicados 6 m<sup>3</sup>/s*
- c) *Los caudales a transferir no podrán exceder los 30 m<sup>3</sup>/s*
- d) *El volumen anual transferido no será mayor de 110 hm<sup>3</sup>*

Según estas reglas de operación, y según la información proporcionada por la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (CAGPDS), como resultado de la modelación de la cuenca del río Guadiaro y

datos reales desde que comenzó a funcionar la transferencia, se supone una aportación media de aproximadamente 62,0 hm<sup>3</sup>/año en la serie larga (1940/41-2017/18) y 46,6 hm<sup>3</sup> anuales en la serie corta (1980/81-2017/18). Este volumen se destina única y exclusivamente al abastecimiento humano. La Figura nº 7 muestra la evolución del volumen trasvasado desde la cuenca hidrográfica del río Guadiaro.



**Figura nº 7. Evolución del volumen trasvasado desde la cuenca hidrográfica del río Guadiaro. Resultados de modelación desde 1980 hasta el año 2000, y datos reales trasvasados desde 2001 hasta 2017.**

#### 4.1.2.3 CONSIDERACIONES PARTICULARES DEL MODELO

Hay que recordar que en la modelación se consideran todos los embalses existentes en la actualidad, así como el funcionamiento de la transferencia del Guadiaro desde el principio de la simulación (octubre de 1940 para la serie larga, y octubre de 1980 para la serie corta), por lo que los resultados

del modelo no coincidirán con las situaciones pasadas, sino que representan como se habría comportado el sistema si en aquellas circunstancias existieran las infraestructuras actuales.

Por otra parte, hay que considerar que el SEG, debido a que en la parte final del mismo se encuentran diferentes unidades de demanda importantes, existe un importante uso de los retornos indirectos del resto de demandas situadas aguas arriba. Tal es el caso de los retornos de la ciudad de Jerez, que se aprovechan en el Azud del Portal (final del río Guadalete en el modelo de simulación) para abastecer diferentes unidades de demanda agrícolas situadas en los municipios de Jerez, Rota o el Puerto de Santa María, entre otros.

Este aspecto es de gran importancia, ya que en el modelo de simulación se ha pretendido minimizar, en la medida de lo posible las sueltas de los embalses de Guadalquivir y Arcos-Bornos, para la satisfacción de las demandas situadas en esta zona, de modo que se optimicen al máximo los caudales circulantes procedentes de escorrentía directa en la zona y de los retornos de las demandas situadas aguas arriba.

Para poder analizar con mayor detalle este aspecto, en el modelo se ha incluido una conducción ficticia que tiene su origen en los embalses de Arcos-Bornos y Guadalquivir. Con ello, se modeliza el recurso utilizado en estos embalses para el abastecimiento de las principales UDA situadas aguas abajo de estos embalses. Así, es posible estimar el porcentaje de demanda que es abastecida con recursos regulados, y que parte es cubierta por recursos fluyentes aguas abajo de las infraestructuras de regulación.

#### 4.1.2.4 UNIDADES DE DEMANDA

A efectos de la modelación de los sistemas de explotación, las demandas se han caracterizado por su volumen anual, su distribución mensual, el nivel de prioridad respecto a otras demandas, el coeficiente de retorno, fuente(s) de suministro y orden de preferencia, la garantía del suministro y los niveles de atención de la demanda, que persiguen una distribución equitativa de los recursos en situaciones de escasez. Un análisis más detallado de las diferentes demandas de la DHGB se encuentra en el Anejo III de este Plan Hidrológico.

##### 4.1.2.4.1 UNIDADES DE DEMANDA URBANA

Las mayores demandas urbanas corresponden a Cádiz y Jerez de la Frontera, cuyas poblaciones son las mayores de la provincia y rondan los 116.000 y 213.000 habitantes respectivamente.

El suministro de ambas se realiza prácticamente en su totalidad desde los embalses de Guadalcaçín y Hurones mediante el sistema de abastecimiento de la Zona Gaditana, que abastece a otros 14 municipios de la provincia abarcando un total de 732.046 habitantes en el año 2019 y unos 812.500 habitantes de población total equivalente.

En el caso del término municipal de Jerez de la Frontera, el resto del suministro se complementa con extracciones del manantial del Tempul, localizado en el acuífero de Sierra de las Cabras que satisface, aparte de la demanda del municipio de San José del Valle, la de una serie de pedanías de

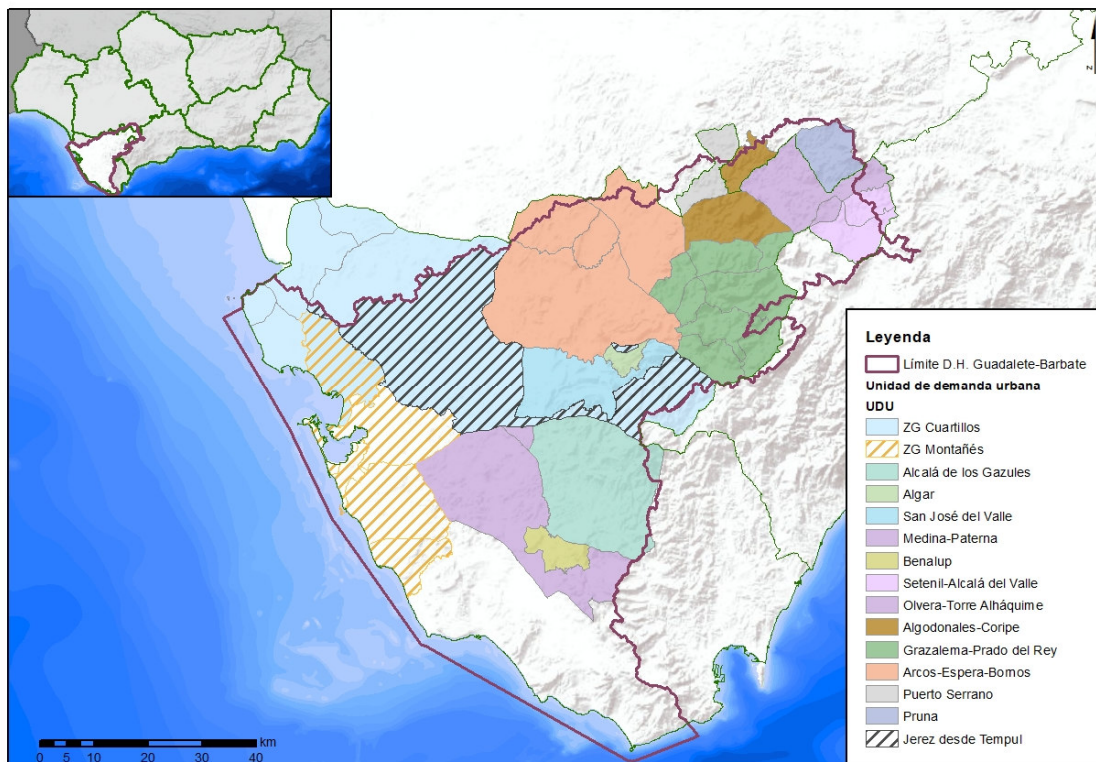


Jerez que suponen aproximadamente el 10% de la demanda urbana del término municipal.

En el modelo de gestión, las demandas urbanas se han considerado agrupadas en UDU de acuerdo a la IPHA. Las UDU definidas según estos criterios se detallan en el Anejo III, mostrando a continuación una tabla con los datos más relevantes para el horizonte actual, 2027 y 2039. La Tabla nº 5 y la Figura nº 8 muestran y cuantifican dichas UDU.

Código	UDU	Actual (hm <sup>3</sup> /año)	2027 (hm <sup>3</sup> /año)	2039 (hm <sup>3</sup> /año)
1	ZG Cuartillos	37,66	38,63	39,53
2	ZG Montañés	43,39	45,45	46,67
4	Alcalá de los Gazules	0,50	0,51	0,51
5	Algar	0,17	0,18	0,18
6	San José del Valle	0,40	0,41	0,41
7	Medina-Paterna	1,56	1,59	1,60
9	Benalup	0,63	0,64	0,65
10	Setenil-Alcalá del Valle	0,72	0,74	0,75
11	Olvera-Torre-Alháquime	0,69	0,71	0,72
12	Algodonales-Coripe	0,89	0,91	0,92
13	Grazalema-Prado del Rey	3,69	3,78	3,84
14	Arcos-Espera-Bornos	4,83	4,92	4,98
15	Puerto Serrano	0,61	0,62	0,63
16	Pruna	0,25	0,26	0,26
17	Jerez desde Tempul	1,35	1,38	1,41
Total		<b>97,34</b>	<b>100,73</b>	<b>103,06</b>

**Tabla nº 5. Demanda urbana para el horizonte actual, 2027 y 2039**

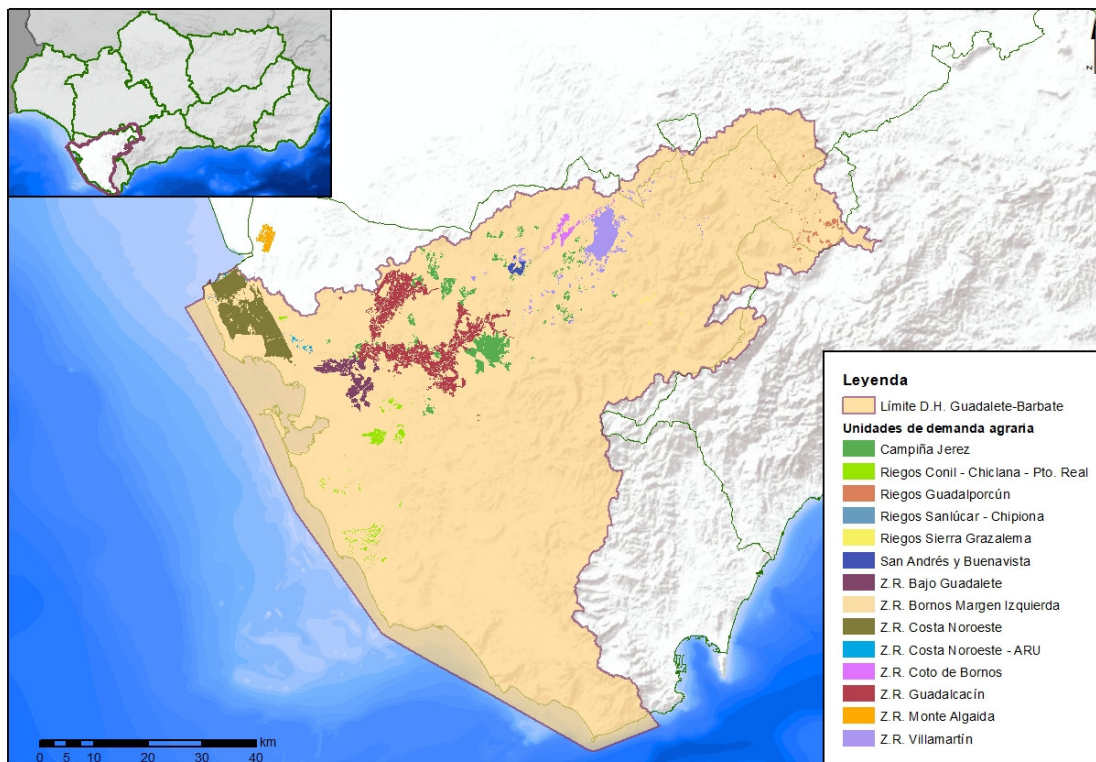


**Figura nº 8. UDU consideradas en el modelo de simulación del SEG**

#### 4.1.2.4.2 UNIDADES DE DEMANDA AGRARIA

En la Figura nº 9 pueden verse las UDA que se han tenido en cuenta en el modelo de simulación del SEG<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Hay que señalar, que algunas de estas demandas no se simulan en el modelo: por una parte la totalidad de la Z.R. Costa Noroeste ARU utiliza para su suministro recursos regenerados, que no se han considerado en el modelo, por otra parte, parte de la demanda de los riegos de Conil, Chiclana y Puerto Real utilizan recursos subterráneos de acuíferos locales, fuera de MaSub, (3,65 hm<sup>3</sup>/año), por lo que la demanda incluida en el modelo es únicamente de 3,07 hm<sup>3</sup>/año, suministrada desde las masas de agua subterránea de Conil y Puerto Real, para una demanda total de 6,72 hm<sup>3</sup>/año.



**Figura nº 9. UDA consideradas en el SEG**

La Tabla nº 6 y Tabla nº 7 presentan la caracterización de las UDA y su evolución en horizontes futuros.

Código	UDA	Superficie regada (ha)	Dotación neta (m <sup>3</sup> /ha/año)	Eficiencia %	Dotación bruta m <sup>3</sup> /ha/año	Demanda bruta superficie regable (hm <sup>3</sup> /año)
1	Z.R. Costa-Noroeste	7.675	4.117	72,5%	5.683	43,61
2	Z.R. Costa-Noroeste-ARU	1.206	4.541	79,9%	5.683	6,85
3	Riegos Conil/Chiclana/Puerto Real	2.056	2.679	81,9%	3.269	6,72
4	Z.R. Bajo Guadalete	2.439	3.674	72,8%	5.044	12,30
5	Z.R. Guadalcacín	11.049	3.905	67,8%	5.762	63,67
6	Campiña Jerez	6.651	2.818	77,7%	3.627	24,13
7	Z.R. Bornos M.lzda.	1.797	3.681	76,0%	4.843	8,70
8	S.Andrés y Buenavista	378	3.589	87,5%	4.102	1,55
9	Z.R. Coto de Bornos	834	3.818	67,5%	5.656	4,71

Código	UDA	Superficie regada (ha)	Dotación neta (m <sup>3</sup> /ha/año)	Eficiencia %	Dotación bruta m <sup>3</sup> /ha/año	Demanda bruta superficie regable (hm <sup>3</sup> /año)
10	Z.R. Villamartín	5.471	3.114	69,0%	4.513	24,69
11	Riegos Guadalporcún	1.463	1.888	77,8%	2.429	3,55
12	Riegos S. Grazalema	272	2.454	79,7%	3.079	0,84
14	Z.R. Monte Algaida	903	4.591	80,0%	5.738	5,18
15	Sanlúcar-Chipiona	224	3.793	80,0%	4.740	1,06
Total		<b>42.418</b>	<b>3.568</b>	<b>72,93</b>	<b>4.893</b>	<b>207,56</b>

**Tabla nº 6. Características de las unidades de demanda de regadío para el horizonte actual**

Código	UDA	Superficie regada (ha)	Dotación neta media (m <sup>3</sup> /ha/año)	Eficiencia %	Dotación bruta media aplicada (m <sup>3</sup> /ha/año)	Demanda (hm <sup>3</sup> )
1	Z.R. Costa-Noroeste	7.675	4.117	75,0%	5.490	42,13
2	Z.R. Costa-Noroeste-ARU	1.206	4.541	79,9%	5.683	6,85
3	Riegos Conil/Chiclana/Puerto Real	2.056	2.679	81,9%	3.269	6,72
4	Z.R. Bajo Guadalete	2.439	3.674	75,0%	4.899	11,95
5	Z.R. Guadalcazín	11.049	3.905	75,0%	5.206	57,53
6	Campaña Jerez	6.651	2.818	77,7%	3.627	24,13
7	Z.R. Bornos M.Izda.	1.797	3.681	76,0%	4.843	8,70
8	S.Andrés y Buenavista	378	3.589	87,5%	4.102	1,55
9	Z.R. Coto de Bornos	834	3.818	75,0%	5.090	4,24
10	Z.R. Villamartín	5.471	3.114	75,0%	4.152	22,72
11	Riegos Guadalporcún	1.463	1.888	77,8%	2.429	3,55
12	Riegos S. Grazalema	272	2.454	79,7%	3.079	0,84
14	Z.R. Monte Algaida	903	4.591	80,0%	5.739	5,18
15	Sanlúcar-Chipiona	224	3.793	80,0%	4.741	1,06

Código	UDA	Superficie regada (ha)	Dotación neta media (m <sup>3</sup> /ha/año)	Eficiencia %	Dotación bruta media aplicada (m <sup>3</sup> /ha/año)	Demanda (hm <sup>3</sup> )
Total		<b>42.418</b>	<b>3.547</b>	<b>76,31</b>	<b>4.648</b>	<b>197,15</b>

**Tabla nº 7. Características de las unidades de demanda de regadío para el horizonte 2027 y 2039**

Destacar que tanto para el horizonte 2027 como para el de 2039 no se supone un incremento de la superficie regada y se mantienen las mismas dotaciones en ambos escenarios, ya que se supone que las mejoras en la eficiencia de riego estarán culminadas para el escenario 2027, por lo que el volumen anual estimado para cada unidad de demanda agrícola es el mismo en ambos escenarios.

Hay que señalar también que algunas de estas demandas no están parcial o totalmente incluidas en el modelo. Por una parte, el modelo no ha incluido los recursos reutilizados, por lo que los 6,85 hm<sup>3</sup>/año de la Z.R. Costa Noroeste ARU no figuran en el mismo. Tampoco se incluye una parte de los Riegos Conil/Chiclana/Puerto Real, que se abastecen de acuíferos locales no incluidos en masa de agua (3,65 hm<sup>3</sup>/año).

#### 4.1.2.4.3 UNIDADES DE DEMANDA GANADERA

Las demandas ganaderas no son relevantes en el SEG. No obstante, se han considerado dos UDG que agrupan demandas de recursos fluyentes en la Cabecera del Guadalete y en la Campiña de Jerez, las cuales suman un volumen 1,08 hm<sup>3</sup> anuales. El resto de las demandas corresponden a tomas dispersas que no se incluyen en el modelo, y totalizan 0,51 hm<sup>3</sup> anuales,

hasta un total de 1,59 hm<sup>3</sup>/año en la situación actual. En los horizontes 2027 y 2039 se ha considerado un ligero crecimiento, hasta los 1,62 hm<sup>3</sup>/año (1,11 hm<sup>3</sup>/año en Cabecera del Guadalete y Campiña de Jerez, y 0,51hm<sup>3</sup>/año en el resto).

A continuación, en la Tabla nº 8 se detalla la demanda ganadera y su evolución:

UDG	Especie	Demanda ganadera (hm <sup>3</sup> /año)		
		2019	2027	2039
Campiña de Cádiz	Bovinos	0,38	0,38	0,38
	Porcinos	0,08	0,09	0,09
	Ovinos-Caprinos	0,04	0,04	0,04
	Equinos	0,01	0,01	0,01
	Aves	0,00	0,00	0,00
	Total	0,51	0,52	0,52
Costa Noroeste de Cádiz	Bovinos	0,12	0,12	0,12
	Porcinos	0,01	0,01	0,01
	Ovinos-Caprinos	0,01	0,01	0,01
	Equinos	0,00	0,00	0,00
	Aves	0,02	0,02	0,02
	Total	0,16	0,16	0,16
Sierra de Cádiz	Bovinos	0,18	0,18	0,18
	Porcinos	0,11	0,12	0,12
	Ovinos-Caprinos	0,12	0,12	0,12
	Equinos	0,00	0,00	0,00
	Aves	0,02	0,02	0,02
	Total	0,43	0,44	0,44
De la Janda	Bovinos	0,33	0,33	0,33
	Porcinos	0,01	0,01	0,01

UDG	Especie	Demanda ganadera (hm <sup>3</sup> /año)		
		2019	2027	2039
	Ovinos-Caprinos	0,02	0,02	0,02
	Equinos	0,00	0,00	0,00
	Aves	0,00	0,00	0,00
	<b>Total</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>	<b>0,35</b>
La Sierra Sur	Bovinos	0,02	0,02	0,02
	Porcinos	0,04	0,05	0,05
	Ovinos-Caprinos	0,02	0,02	0,02
	Equinos	0,00	0,00	0,00
	Aves	0,02	0,02	0,02
	<b>Total</b>	<b>0,10</b>	<b>0,11</b>	<b>0,11</b>
Serranía de Ronda	Bovinos	0,01	0,01	0,01
	Porcinos	0,01	0,01	0,01
	Ovinos-Caprinos	0,02	0,02	0,02
	Equinos	0,00	0,00	0,00
	Aves	0,00	0,00	0,00
	<b>Total</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>
<b>TOTAL SEG</b>	<b>Bovinos</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>
	<b>Porcinos</b>	<b>0,25</b>	<b>0,28</b>	<b>0,28</b>
	<b>Ovinos-Caprinos</b>	<b>0,21</b>	<b>0,21</b>	<b>0,21</b>
	<b>Equinos</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>	<b>0,01</b>
	<b>Aves</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
	<b>Total</b>	<b>1,59</b>	<b>1,62</b>	<b>1,62</b>

**Tabla nº 8. Distribución de la demanda ganadera por tipo de ganado y comarca agraria en el SEG**

#### 4.1.2.4.4 UNIDADES DE DEMANDA RECREATIVAS

En el SEG se han considerado, para el escenario actual, la existencia de 13 unidades de demanda recreativa (en adelante UDR), que se corresponden con los campos de Golf que se detallan a continuación, junto con sus principales características. La Tabla nº 9 muestran las características principales de las UDR.

UDR	Nombre	Nº hoyos	Demanda anual (hm <sup>3</sup> /año)
Golf Arcos	Arcos Gardens Golf Club & Country State	18	0,39
Golf Chichlana	Club de Golf Campano	18	0,39
Club Lomas de Sancti Petri Golf Garden	Club Lomas de Sancti Petri Golf Garden	18	0,39
Golf Jerez F.1	Montecastillo Barceló Golf Resort	18	0,39
Golf Novo Sancti Petri	Golf Novo Sancti Petri	36	0,78
Golf Santa María 1	Club Deportivo Golf El Puerto	18	0,39
Golf Rota	Rota Club de Golf	18	0,39
Golf Sanlúcar	Sanlúcar Club de Campo	18	0,39
Golf Jerez F2	Sherry Golf Jerez	18	0,39
Golf Puerto Real	Villa Nueva Golf Resort	18	0,39
Golf Santa María 2	Vista Hermosa Club de Golf	9	0,20
Golf Costa Ballena	Cranfield Golf Academy-Costa Ballena	27	0,59
Golf Meliá Sancti Petri	Golf Meliá Sancti Petri	18	0,39
Total		<b>252</b>	<b>5,47</b>

**Tabla nº 9. Unidades demanda recreativas existentes en el SEG**

En virtud del Artículo 8 del Decreto 43/2008 de la Junta de Andalucía, *Regulador de las condiciones de implantación y función de campos de golf*



*en Andalucía*, se especifica que los campos de golf deberán ser regadas, siempre que sea posible, con aguas regeneradas de conformidad con los condicionantes y requisitos establecidos en la normativa vigente sobre la reutilización de aguas depuradas.

Por lo tanto, los incrementos en las demandas recreativas en el Sistema Guadalete, se estima que serán regados con aguas regeneradas, por lo que no han sido considerados en el modelo (las demandas abastecidas con reutilización directa no se incluyen en el modelo).

Para la demanda futura, se asume que las previsiones del Plan del segundo ciclo se concretan en el escenario 2027. Dichas previsiones corresponden a 3 campos de golf que se encuentran en diferentes fases de su tramitación administrativa y ambiental. Esto supone un incremento de la demanda para este uso de 1,17 hm<sup>3</sup>/año en dicho escenario. No se consideran incrementos en escenarios posteriores.

Los datos de utilización de aguas regeneradas se incluyen en el Anejo III.

#### 4.1.2.4.5 UNIDADES DE DEMANDA ENERGÉTICA

---

El sector de la generación de energía eléctrica emplea el agua como recurso fundamentalmente para tres cuestiones:

- Para la transformación de la energía potencial de los cauces y del agua embalsada en energía eléctrica a través de la turbinación de caudales, lo cual es un uso no consuntivo (los volúmenes utilizados retornan completamente al ecosistema fluvial).



- Para la refrigeración de centrales térmicas y nucleares, en las que el agua se emplea para absorber el calor residual implicando, por tanto, un cierto consumo de recursos debido a la evaporación parcial de los caudales utilizados.
- Para la refrigeración de centrales termosolares y la generación de energía a partir de otra fuente de energía renovable como es la biomasa. La generación de electricidad a partir de la energía solar térmica de alta temperatura también requiere agua para su funcionamiento

En la provincia gaditana existen cuatro centrales térmicas de ciclo combinado aunque, únicamente, una de ellas está incluida dentro de la DHGB. Se trata de la central térmica de ciclo combinado de gas natural Iberdrola Generación Unipersonal, situada en el término municipal de Arcos de la Frontera y que cuenta con 1.619MW de potencia de diseño.

La central térmica de Arcos de la Frontera se abastece de los recursos del embalse de Guadalcaén en el cual cuenta con una concesión que supone un volumen máximo anual de 15,24 hm<sup>3</sup>/año. El objeto de esta concesión es el uso del agua exclusivamente para refrigeración de la Central Eléctrica de Ciclo Combinado localizada en las fincas "El Tonejón" y "Casa del Corchito", situadas en el término municipal de Arcos de la Frontera.

Dada la magnitud de la demanda y su carácter consuntivo, ha sido considerada la totalidad de la concesión como demanda de uso energético en el Sistema Guadalete. Por esto, al igual que para el resto de usos, para el energético se ha definido una Unidad de Demanda Energética (UDE) con un



volumen de 15,24 hm<sup>3</sup>/año con el embalse de Guadalcaçín como origen de sus recursos hídricos. De la misma manera, se han tenido en cuenta los retornos correspondientes a este uso que ascienden a un mínimo de 5,97 hm<sup>3</sup>/año en el río Majaceite, aguas abajo del embalse de Guadalcaçín<sup>4</sup>.

Además de la demanda ya comentada, en el modelo se han incluido otras tres demandas energéticas, cuyas principales características se presentan en la Tabla nº 10, en la que se resumen los principales datos considerados en las demandas energéticas en el SEG.

Nombre UDE	Potencia (Mw)	Origen del recurso	Demanda 2019 (hm <sup>3</sup> /año)	Demanda 2027 (hm <sup>3</sup> /año)	Demanda 2039 (hm <sup>3</sup> /año)
UDE Central Térmica de Arcos	1619	Embalse de Guadalcaçín	15,24	15,24	15,24
UDE Termosolar San José del Valle 1 y 2	100	Masb Aluvial Guadalete	1,60	1,60	1,60
UDE Termosolar Jerez de la Frontera	50	Masb Aluvial Guadalete	-	1,01	1,01
UDE Cogeneración Jerez	36	Masb Jerez de la Frontera	0,36	0,36	0,36
Total			<b>17,20</b>	<b>18,21</b>	<b>18,21</b>

**Tabla nº 10. Unidades demanda energéticas existentes en el SEG**

#### 4.1.2.4.6 SÍNTESIS DE LAS DEMANDAS

A continuación, se resumen las demandas del SEG incluidas en el modelo para cada uno de los horizontes de estudio, sin incluir en este cómputo las demandas ambientales.

<sup>4</sup> Volumen máximo de vertido de acuerdo con informe de viabilidad de vertido para la renovación de la AAI de la central

Recordar que en el modelo no se consideran aquellas demandas que se abastecen con recursos procedentes de la reutilización de aguas residuales urbanas, ni las demandas ganaderas de tomas dispersas, por lo que estos valores no coinciden con los valores totales de demandas consideradas en la DHGB, y que pueden consultarse en el Anejo III de este Plan Hidrológico.

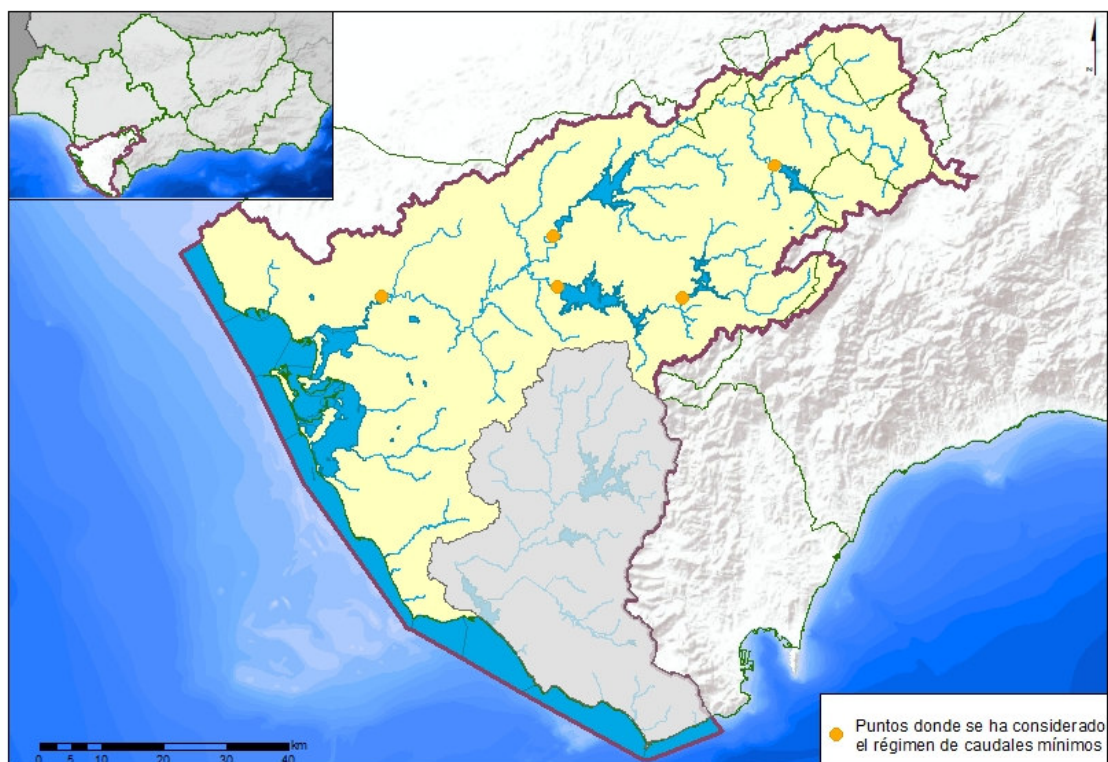
	Horizonte Actual (hm <sup>3</sup> /año)	Horizonte 2027 (hm <sup>3</sup> /año)	Horizonte 2039 (hm <sup>3</sup> /año)
Demanda Urbana	97,34	100,73	103,06
Demanda Agrícola	197,06	186,65	186,5
Demanda ganadera	1,08	1,11	1,11
Demanda Recreativa	2,15	0,78	0,78
Demanda Energética	17,20	18,21	18,21
<b>Total</b>	<b>314,83</b>	<b>307,48</b>	<b>309,66</b>

**Tabla nº 11. Demandas totales incluidas en el modelo para los diferentes horizontes de estudio en el SEG**

#### 4.1.2.5 CAUDALES ECOLÓGICOS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Los caudales ecológicos de las masas superficiales se exponen en el Anejo V.

La Figura nº 10 muestra las masas que se han considerado estratégicas en el SEG y la Tabla nº 12 recoge la distribución mensual de los caudales ecológicos en dichas masas.



**Figura nº 10. Localización de los puntos incluidos en el modelo de simulación donde se han considerado caudales ecológicos**

Arco Modelo simulación	Año tipo	Total Anual (hm <sup>3</sup> /año)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /mes)											
			oct	Nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Salida embalse de Zahara	Sequía prolongada	0,479	0,014	0,025	0,098	0,063	0,052	0,068	0,055	0,029	0,023	0,020	0,017	0,015
	Situación ordinaria	3,219	0,095	0,386	0,536	0,334	0,394	0,436	0,415	0,203	0,130	0,108	0,092	0,091
Salida del Arcos	Sequía prolongada	1,600	0,052	0,087	0,305	0,202	0,168	0,221	0,180	0,101	0,085	0,078	0,067	0,054
	Situación ordinaria	9,043	0,283	1,063	1,522	0,918	1,033	1,276	1,099	0,553	0,388	0,338	0,293	0,273
Salida del embalse de Hurones	Sequía prolongada	2,064	0,031	0,059	0,676	0,244	0,219	0,221	0,319	0,095	0,059	0,058	0,045	0,038
	Situación ordinaria	7,916	0,088	1,393	1,751	0,762	0,996	0,779	1,016	0,582	0,199	0,143	0,114	0,093
Salidas del embalse de Guadalcaén	Sequía prolongada	2,619	0,061	0,087	0,766	0,271	0,303	0,275	0,377	0,134	0,095	0,095	0,074	0,061
	Situación ordinaria	15,406	0,263	2,577	3,912	1,210	2,037	1,421	1,680	1,109	0,378	0,325	0,269	0,219

**Tabla nº 12. Características de los caudales mínimos representativos de caudales ecológicos incluidos en el modelo de simulación, en hm<sup>3</sup>/mes.**

Además del régimen de caudales mínimos establecidos en cada uno de los embalses, y que han sido sometidos a un proceso de concertación, en el modelo también se ha considerado el régimen de caudales mínimos estimado para el Azud del Portal (Tabla nº 13), es decir, el mínimo caudal que el río Guadalete tiene que aportar a las masas de agua de transición. En este caso se ha seguido el mismo método de cálculo que para los embalses (método RVA), distinguiendo también entre año seco y húmedo. El régimen de caudales mínimos considerado en este punto se muestra en la siguiente tabla

Arco Modelo simulación	Año tipo	Total Anual (hm <sup>3</sup> /año)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /mes)											
			oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Salida Azud El Portal	Sequía prolongada	27,277	1,011	1,407	5,146	2,979	3,079	3,579	3,080	1,747	1,506	1,484	1,230	1,028
	Situación ordinaria	41,568	1,482	4,849	6,833	4,076	4,608	5,919	5,215	2,656	1,734	1,588	1,430	1,178

**Tabla nº 13. Características de los caudales mínimos representativos de caudales ecológicos incluidos en el modelo de simulación en el Azud del Portal, en hm<sup>3</sup>/mes.**

Del mismo modo, también se ha considerado el cumplimiento de las restricciones impuestas en las masas de agua subterráneas, de modo en ningún caso las extracciones subterráneas superen el recurso disponible en ninguna de las masas de agua subterránea, tal y como queda reflejado en la Tabla nº 14. Para obtener mayor información sobre la estimación de estos recursos puede consultarse el Anejo II de este Plan Hidrológico.

Código Masa	Masa de agua subterránea	Recurso Disponible (hm <sup>3</sup> /año)
ES063MSBT000620010	Setenil	24,4

Código Masa	Masa de agua subterránea	Recurso Disponible (hm <sup>3</sup> /año)
ES063MSBT000620030	Sierra de Líjar	5,9
ES063MSBT000620040	Sierra de Grazalema – Prado del Rey	38,6
ES063MSBT000620050	Arcos de la Frontera - Villamartín	20,2
ES063MSBT000620060	Sierra Valleja	3,2
ES063MSBT000620070	Sierra de las Cabras	8,4
ES063MSBT000620080	Aluvial del Guadalete	18,4
ES063MSBT000620090	Jerez de la Frontera	7,5
ES063MSBT000620100	Sanlúcar – Chipiona – Rota – Puerto de Santa María	8,9
ES063MSBT000620110	Puerto Real	6,6
ES063MSBT000620120	Conil de la Frontera	6,4

**Tabla nº 14. Recursos disponibles en las masas de agua subterránea consideradas en el modelo del SEG.**

#### 4.1.2.6 INFRAESTRUCTURAS PLANIFICADAS

No se han planificado nuevas infraestructuras para los horizontes 2027 y 2039.

#### 4.1.3 ESQUEMA DEL MODELO DE SIMULACIÓN RESULTANTE

El grafo de un sistema de explotación es una representación simplificada de su topología hidrográfica, la cual muestra las relaciones existentes entre los diferentes elementos tipo disponibles en el modelo, y que han sido comentados anteriormente. De este modo, se representa la red hidrográfica mediante tramos de río y embalses, con las consiguientes aportaciones en régimen natural, así como las masas de agua subterránea y su relación con el medio hídrico superficial. También se representan las principales

conducciones y demandas y su conexión con el medio natural, mediante tomas en ríos y embalses o bombeos en masas de agua subterránea.

La Figura nº 11 muestra el esquema del modelo de simulación resultante del SEG.

En los siguientes apartados se describen los distintos elementos integrados en el esquema del modelo del SEG, de acuerdo con las distintas zonas hidráulicas que se definen en el modelo.



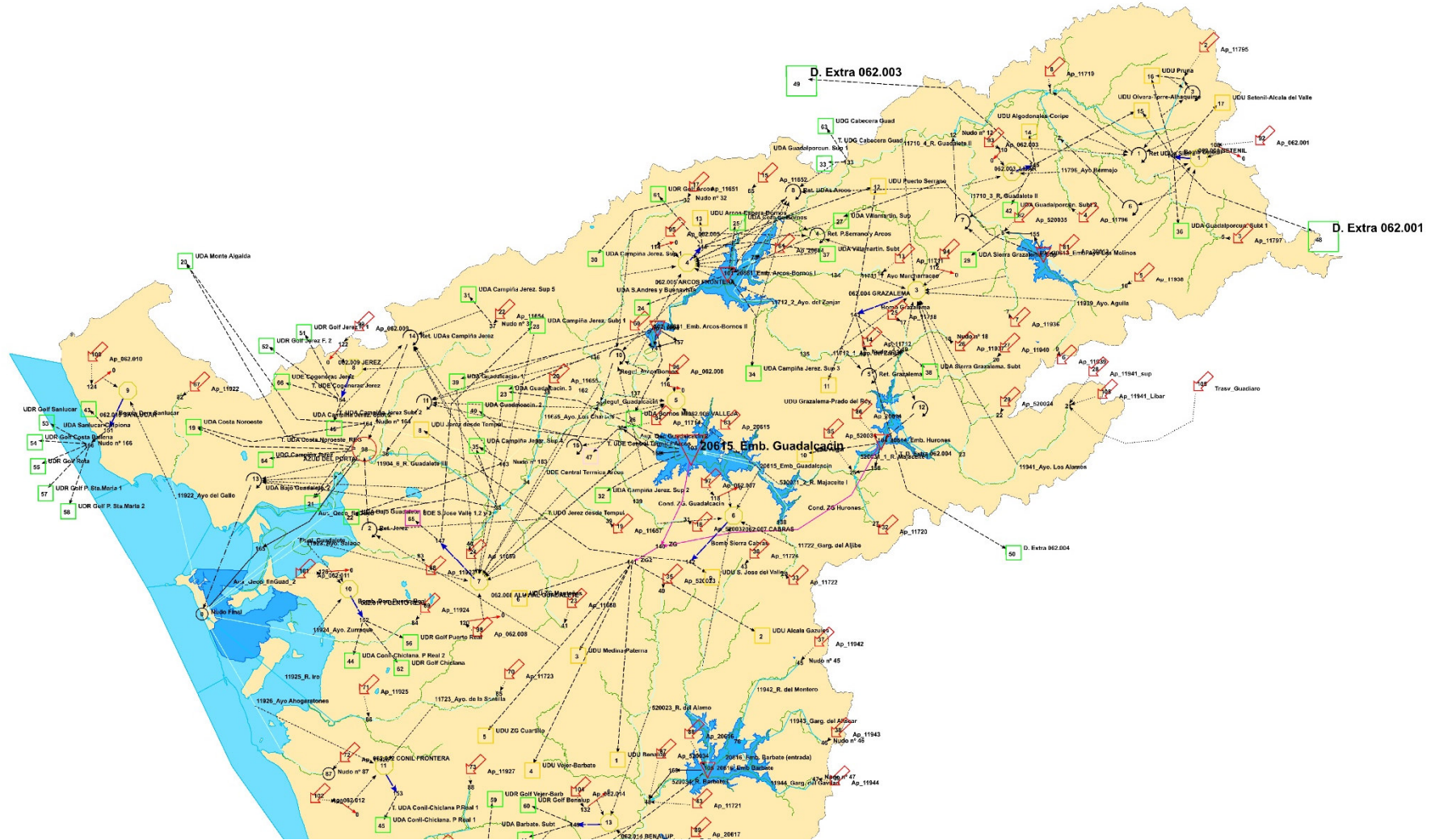


Figura nº 11. Topología del modelo de simulación del SEG para el escenario actual



#### 4.1.3.1 CABECERA DEL GUADALETE

Esta zona representa al río Guadalete desde su nacimiento hasta el embalse de Bornos y todos sus afluentes. En la Figura nº 12 se muestra el esquema para el escenario actual.

Como ya se ha comentado, se han modelado todas las masas de agua superficiales de la categoría río. En cuanto a las masas de agua subterránea, se han considerado en esta zona las de Setenil, Sierra de Líjar y Grazalema.

La demanda UDA Villamartín, aunque geográficamente se encuentra cerca del embalse de Bornos, el origen del recurso es el embalse de Zahara, y por ello la demanda toma el agua de este embalse. En cuanto a las demandas urbanas de Olvera-Torre Alhaquime y Puerto Serrano pueden tomar desde dos acuíferos diferentes. El criterio para tomar de uno u otro se basa en el volumen almacenado en cada uno, siguiendo las reglas de gestión que se detallan en el apartado 4.1.5.



Figura nº 12. Detalle del esquema del modelo de simulación en la cabecera del río Guadalete

#### 4.1.3.2 RÍO MAJACEITE

El río Majaceite y todos los afluentes a éste, considerados como masas de agua, han sido incluidas en el modelo. Del mismo modo, se han considerado los dos embalses existentes (Hurones y Guadalcacín), así como los recursos procedentes de la transferencia del Guadiaro-Majaceite, representado mediante una aportación intermedia al Arroyo de los Álamos.

Las principales demandas existentes en esta zona son las que tienen como destino el abastecimiento de la Zona Gaditana. Esta demanda puede ser abastecida desde el embalse de Hurones o Guadalcacín. La preferencia para tomar el recurso para abastecer esta demanda será el embalse de Hurones, considerando siempre que el recurso de la transferencia del Guadiaro solo puede utilizarse para el abastecimiento urbano.

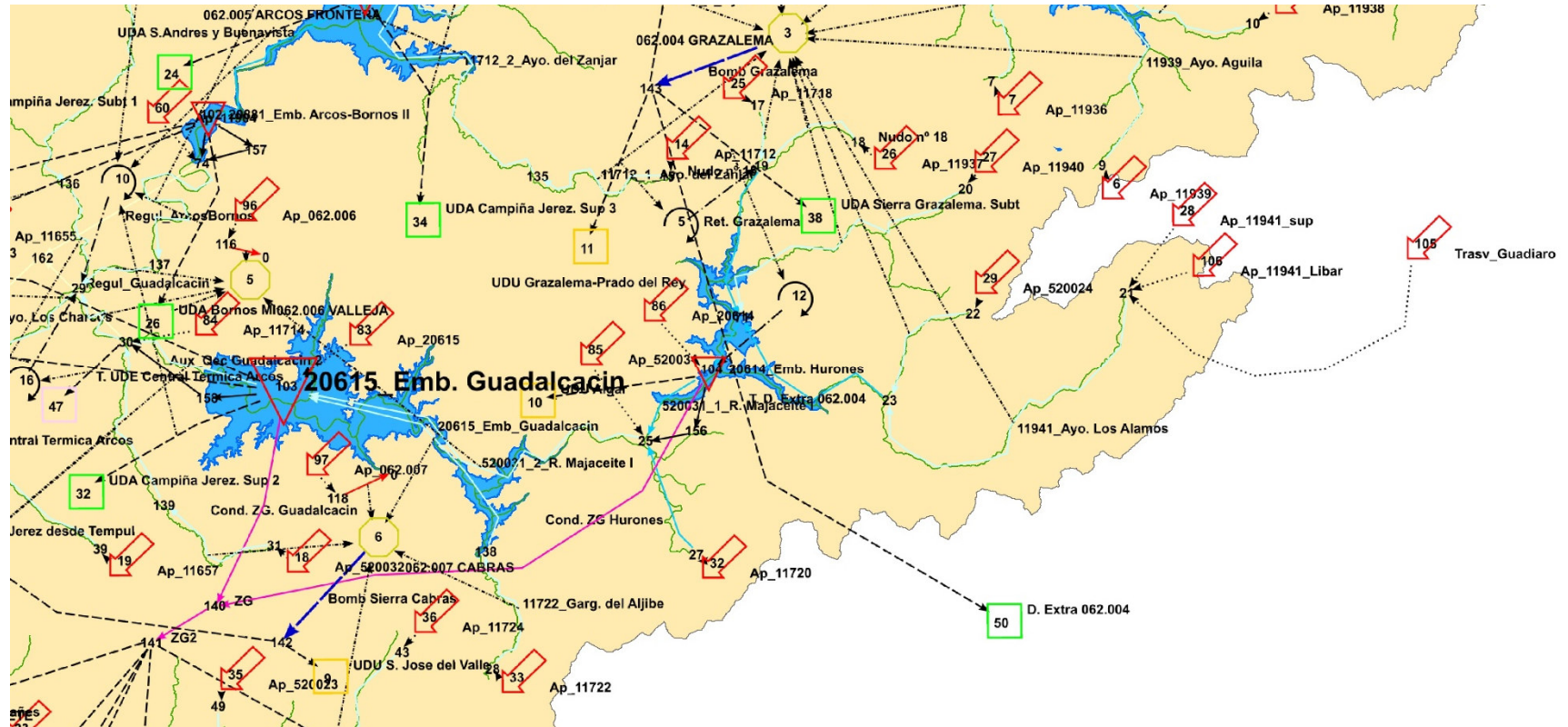


Figura nº 13. Esquema del modelo de gestión para el río Majaceite

#### 4.1.3.3 PARTE FINAL DEL RÍO GUADALETE

Esta zona comprende al río Guadalete y a todos sus afluentes desde el embalse de Bornos hasta el Azud del Portal, exceptuando el río Majaceite, así como las masas de agua subterránea incluidas en la zona, aunque no tengan una relación directa con el río Guadalete.

En el azud del Portal se recogen los retornos procedentes de la ciudad de Jerez, que se estiman en unos 12,37 hm<sup>3</sup> anuales, y que se han representado como retornos procedentes de las unidades de demanda Jerez desde Tempul y ZG Cuartillo.

En esta zona destaca la existencia de dos unidades de demanda agraria cuyo origen del recurso, según el modelo, no tiene capacidad de regulación. Estas demandas son la UDA Campiña de Jerez Sup 1, que toma del arroyo Salado de Espera y Campiña de Jerez Sup 5, que lo hace del arroyo Santiago. La importancia de este aspecto radica en que no es posible garantizar el cumplimiento de los criterios de garantía establecidos, ya que la satisfacción o no de la demanda depende exclusivamente de los caudales circulantes por los cauces anteriormente comentados y, por lo tanto, se darán incumplimientos de garantía en estas demandas de un modo sistemático.

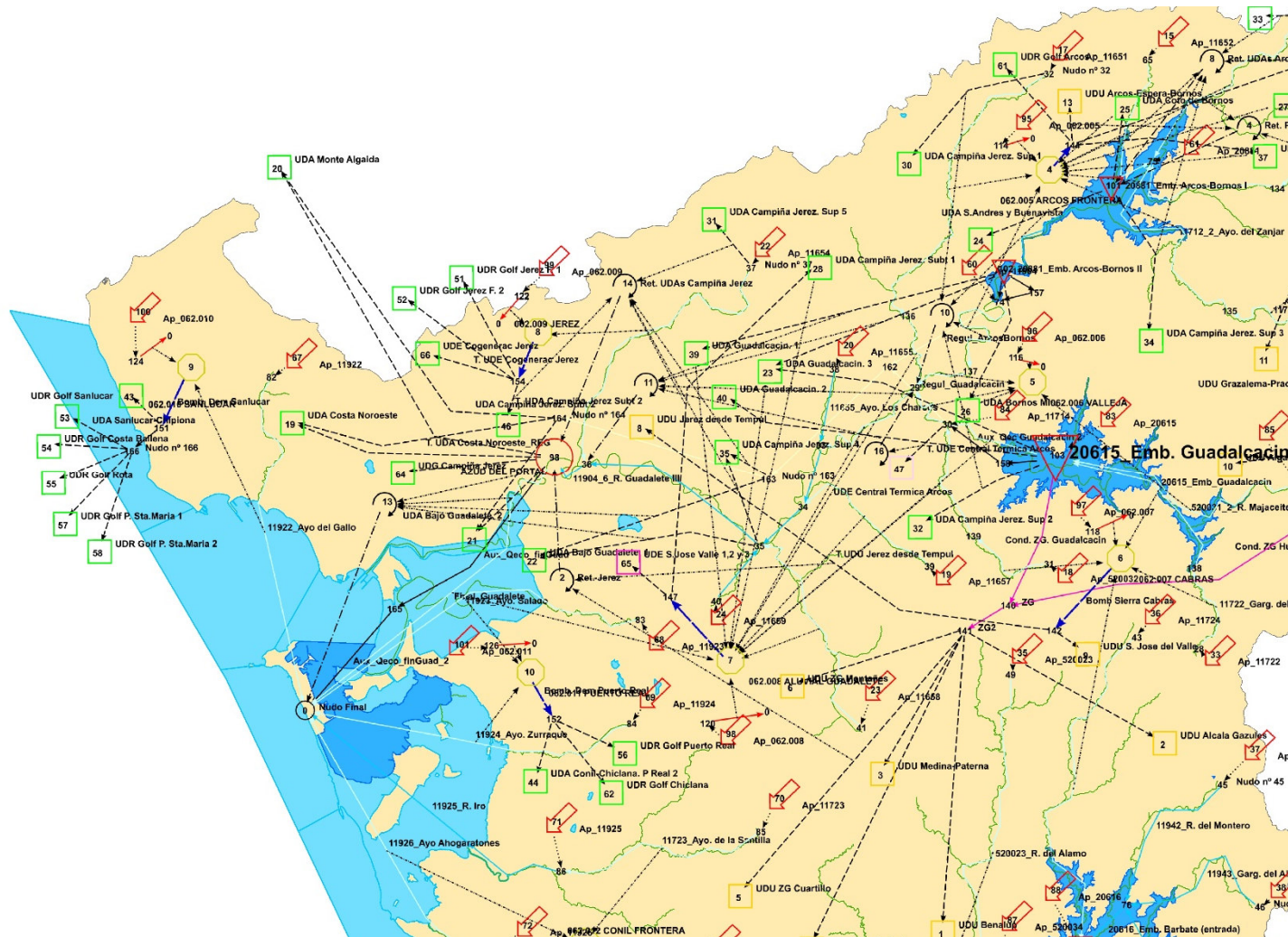


Figura nº 14. Esquema del modelo de gestión para la parte final del río Guadalquivir



#### 4.1.3.4 MODIFICACIONES EN LA TOPOLOGÍA DEL MODELO PARA ESCENARIOS FUTUROS

No hay modificaciones en la topología del modelo.

#### 4.1.4 USO CONJUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

En el SEG, no se realiza un uso conjunto de las aguas superficiales y subterráneas.

#### 4.1.5 PRIORIDADES Y REGLAS DE GESTIÓN

En general, en el esquema del modelo de simulación del SEG, las prioridades asignadas a las demandas se han establecido siguiendo el orden de preferencia de usos establecido en el Art. 23.2 de la Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas para Andalucía.

Las demandas ambientales no se contemplan como un uso, sino que se consideran como una restricción previa a la asignación de recursos, manteniendo la supremacía del abastecimiento a poblaciones.

En cuanto a las reglas de gestión utilizadas en el modelo de simulación, se han realizado de tal modo que reflejen, en la medida de lo posible, la realidad del sistema de explotación en cuanto a la gestión del recurso. Para ello, se han considerado el orden de preferencia en cuanto al origen del recurso en aquellas demandas que pueden tomarlo desde más de un punto de toma. A continuación, se presentan algunas de las reglas de gestión más importantes utilizadas en el modelo de gestión único.





- a) La Unidad de demanda Olvera-Torre-Alhaquime toma prioritariamente de la masb de Setenil frente a la toma de la masb de Sierra de Líjar.
- b) La UDU de Puerto Serrano toma, como norma general, de la masb de Grazalema, aunque también existe la posibilidad de tomar de la masb de Arcos de la Frontera-Villamartín.
- c) La UDA Guadalcacín se ha dividido en tres demandas iguales, de modo que una parte solo tiene posibilidad de tomar del embalse de Guadalcacín, otra del embalse de Bornos-Arcos y el tercio restante tiene posibilidad de abastecerse desde ambos embalses, teniendo prioridad la toma del embalse de Bornos-Arcos, ya que el embalse de Guadalcacín, en la medida de lo posible, se reserva para el abastecimiento de la Zona Gaditana.
- d) Para el abastecimiento de las demandas urbanas de la Zona Gaditana se toma en primer lugar, en función de los niveles embalsados y de las capacidades físicas de las conducciones, del embalse de Hurones, y posteriormente, del embalse de Guadalcacín. También se ha considerado la no utilización de los recursos procedentes de la transferencia del Guadiaro para otros usos que no sean el abastecimiento urbano, tal y como establece la Ley 17/1995, de 1 de junio, de transferencia de volúmenes de agua de la cuenca del río Guadiaro a la cuenca del río Guadalete.
- e) Para el abastecimiento de las demandas existentes aguas abajo de los embalses de Bornos-Arcos y Guadalcacín el modelo utiliza, en la medida de lo posible, las aportaciones intermedias de las diferentes



intercuencias, así como los retornos, minimizando las sueltas de los embalses para el abastecimiento de las demandas.

Por otra parte, también hay que destacar que los modelos de simulación no contemplan las medidas de ahorro que deberán tomarse en épocas secas según el Plan Especial de Sequías (PES), y que como es lógico, atenuarán los posibles déficits existentes, al promover restricciones controladas cuando los sistemas entren en situaciones de alerta o emergencia.

En principio no se prevén actuaciones para los escenarios futuros que modifiquen la topología del modelo de gestión y, por lo tanto, las reglas de gestión para estos horizontes futuros son muy similares a las del actual.

#### 4.1.6 BALANCES

Como resultado de la evolución de las demandas y las actuaciones programadas resultan los siguientes balances para el período 1980/81-2017/18.

##### 4.1.6.1 DEMANDAS DE ABASTECIMIENTO

Las Tabla nº 15, Tabla nº 16, Tabla nº 17 y Tabla nº 18 muestran los balances para las unidades de demanda urbana en el SEG.

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Alcalá Gazules	0,50	0,50			
Algar	0,17	0,17			
Algodonales-Coripe	0,89			0,89	
Arcos-Espera-Bornos	4,83			4,83	
Benalup	0,63	0,63			

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Grazalema-Prado del Rey	3,69			3,69	
Jerez desde Tempul	1,35			1,35	
Medina-Paterna	1,56	1,56			
Olvera-Torre-Alhaquime	0,69			0,69	
Pruna	0,25		0,25		
Puerto Serrano	0,61			0,61	
S. José del Valle	0,40			0,40	
Setenil-Alcalá del Valle	0,72			0,72	
ZG Cuartillo	37,66	37,66			
ZG Montañés	43,39	43,39			
<b>Total</b>	<b>97,34</b>	<b>83,91</b>	<b>0,25</b>	<b>13,18</b>	

**Tabla nº 15. Balance del abastecimiento en la situación actual**

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Alcalá Gazules	0,51	0,51			
Algar	0,18	0,18			
Algodonales-Coripe	0,91			0,91	
Arcos-Espera-Bornos	4,92			4,92	
Benalup	0,64	0,64			
Grazalema-Prado del Rey	3,78			3,78	
Jerez desde Tempul	1,38			1,38	
Medina-Paterna	1,59	1,59			
Olvera-Torre-Alhaquime	0,71			0,71	
Pruna	0,26		0,26		
Puerto Serrano	0,62			0,62	
S. José del Valle	0,41			0,41	
Setenil-Alcalá del Valle	0,74			0,74	
ZG Cuartillo	38,63	38,63			
ZG Montañés	45,45	45,45			

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Total	<b>100,73</b>	<b>87,00</b>	<b>0,26</b>	<b>13,47</b>	

**Tabla nº 16. Balance del abastecimiento en el horizonte 2027**

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Alcalá Gazules	0,51	0,51			
Algar	0,18	0,18			
Algodonales-Coripe	0,92			0,92	
Arcos-Espera-Bornos	4,98			4,98	
Benalup	0,65	0,65			
Grazalema-Prado del Rey	3,84			3,84	
Jerez desde Tempul	1,41			1,41	
Medina-Paterna	1,60	1,60			
Olvera-Torre-Alhaquime	0,72			0,72	
Pruna	0,26		0,26		
Puerto Serrano	0,63			0,63	
S. José del Valle	0,41			0,41	
Setenil-Alcalá del Valle	0,75			0,75	
ZG Cuartillo	39,53	39,53			
ZG Montañés	46,67	46,67			
Total	<b>103,06</b>	<b>89,14</b>	<b>0,26</b>	<b>13,66</b>	

**Tabla nº 17. Balance del abastecimiento en el horizonte 2039. RCP 4.5**

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Alcalá Gazules	0,51	0,51			
Algar	0,18	0,18			

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Algodonales-Coripe	0,92			0,92	
Arcos-Espera-Bornos	4,98			4,98	
Benalup	0,65	0,64			0,01
Grazalema-Prado del Rey	3,84			3,84	
Jerez desde Tempul	1,41			1,41	
Medina-Paterna	1,60	1,59			0,01
Olvera-Torre-Alhaquime	0,72			0,72	
Pruna	0,26		0,25	0,01	
Puerto Serrano	0,63			0,63	
S. José del Valle	0,41			0,41	
Setenil-Alcalá del Valle	0,75			0,75	
ZG Cuartillo	39,53	39,16			0,37
ZG Montañés	46,67	46,26			0,41
<b>Total</b>	<b>103,06</b>	<b>88,34</b>	<b>0,25</b>	<b>13,67</b>	<b>0,80</b>

**Tabla nº 18. Balance del abastecimiento en el horizonte 2039. RCP 8.5**

#### 4.1.6.2 DEMANDAS DE REGADÍO

Las Tabla nº 19, Tabla nº 20, Tabla nº 21 y Tabla nº 22 muestran los balances para las unidades de demanda agraria en el SEG.

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados <sup>5</sup>	
Campaña de Jerez	24,13	10,32	3,08	7,42		3,31

<sup>5</sup> La reutilización de recursos regenerados de Jerez en el azud del Portal se ha considerado como superficiales no regulados, ya que es una reutilización indirecta.

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados <sup>5</sup>	Déficit
Costa Noroeste	43,61	32,66	10,95			
Riegos Conil/Chiclana/Puerto Real	6,72			6,72		
Riegos Guadalporcún	3,55		1,73	1,82		
Riegos S. Grazalema	0,84		0,10	0,74		
S. Andrés y Buenavista	1,55	1,55				
Sanlúcar-Chipiona	1,06			1,06		
Z.R. Bajo Guadalete	12,30	10,19	2,11			
Z.R. Bornos Margen Izquierda	8,70	8,70				
Z.R. Coto de Bornos	4,71	4,71				
Z.R. Guadalcazín	63,67	63,67				
Z.R. Monte Algaida	5,18	4,26	0,92			
Z.R. Villamartín	24,69	15,88		8,81		
Z.R. Costa-Noroeste-ARU	6,85				6,85	
<b>Total</b>	<b>207,56</b>	<b>151,94</b>	<b>18,89</b>	<b>26,57</b>	<b>6,85</b>	<b>3,31</b>

**Tabla nº 19. Balance de la demanda de regadío en la situación actual**

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	Déficit
Campaña de Jerez	24,13	10,29	3,11	7,42		3,31
Costa Noroeste	42,13	31,44	10,69			
Riegos Conil/Chiclana/Puerto Real	6,72			6,72		
Riegos Guadalporcún	3,55		1,73	1,82		
Riegos S. Grazalema	0,84		0,10	0,74		
S. Andrés y Buenavista	1,55	1,55				

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Sanlúcar-Chipiona	1,06			1,06		
Z.R. Bajo Guadalete	11,95	9,60	2,35			
Z.R. Bornos Margen Izquierda	8,70	8,70				
Z.R. Coto de Bornos	4,24	4,24				
Z.R. Guadalcaçín	57,53	57,53				
Z.R. Monte Algaida	5,18	4,17	1,01			
Z.R. Villamartín	22,72	14,61		8,11		
Z.R. Costa-Noroeste-ARU	6,85				6,85	
<b>Total</b>	<b>197,15</b>	<b>142,13</b>	<b>18,99</b>	<b>25,87</b>	<b>6,85</b>	<b>3,31</b>

**Tabla nº 20. Balance de la demanda de regadío en el horizonte 2027**

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Campaña de Jerez	24,13	10,24	3,07	7,42		3,40
Costa Noroeste	42,13	31,10	10,96			0,07
Riegos Conil/Chiclana/Puerto Real	6,72			6,72		
Riegos Guadalporcún	3,55		1,72	1,82		0,01
Riegos S. Grazalema	0,84		0,09	0,75		
S. Andrés y Buenavista	1,55	1,54				0,01
Sanlúcar-Chipiona	1,06			1,06		
Z.R. Bajo Guadalete	11,95	9,46	2,47			0,02
Z.R. Bornos Margen Izquierda	8,7	8,66				0,04
Z.R. Coto de Bornos	4,24	4,22				0,02
Z.R. Guadalcaçín	57,53	57,32				0,21
Z.R. Monte Algaida	5,18	4,12	1,05			0,01
Z.R. Villamartín	22,72	14,55		8,11		0,06

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Z.R. Costa-Noroeste-ARU	6,85				6,85	
<b>Total</b>	<b>197,15</b>	<b>141,21</b>	<b>19,36</b>	<b>25,88</b>	<b>6,85</b>	<b>3,85</b>

**Tabla nº 21. Balance de la demanda de regadío en el horizonte 2039. RCP. 4.5**

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Campaña de Jerez	24,13	10,03	2,81	7,42		3,87
Costa Noroeste	42,13	31,35	9,74			1,04
Riegos Conil/Chiclana/Puerto Real	6,72			6,72		
Riegos Guadalporcún	3,55		1,68	1,82		0,05
Riegos S. Grazalema	0,84		0,09	0,75		
S. Andrés y Buenavista	1,55	1,51				0,04
Sanlúcar-Chipiona	1,06			1,06		
Z.R. Bajo Guadalete	11,95	9,44	2,22			0,29
Z.R. Bornos Margen Izquierda	8,70	8,45				0,25
Z.R. Coto de Bornos	4,24	4,12				0,12
Z.R. Guadalcacín	57,53	55,86				1,67
Z.R. Monte Algaida	5,18	4,19	0,86			0,13
Z.R. Villamartín	22,72	14,19		8,11		0,42
Z.R. Costa-Noroeste-ARU	6,85				6,85	
<b>Total</b>	<b>197,15</b>	<b>139,14</b>	<b>17,40</b>	<b>25,88</b>	<b>6,85</b>	<b>7,88</b>

**Tabla nº 22. Balance de la demanda de regadío en el horizonte 2039. RCP. 8. 5**



#### 4.1.6.3 DEMANDAS GANADERAS

Las Tabla nº 23, Tabla nº 24, Tabla nº 25 Y Tabla nº 26 muestran los balances para las unidades de demanda ganadera en el SEG.

UDG	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Cabecera Guad	0,57		0,57		
Campaña Jerez	0,51		0,51		
Costa Noroeste de Cádiz	0,16		0,16		
La Janda Guadalete	0,35		0,35		
<b>Total</b>	<b>1,59</b>		<b>1,59</b>		

**Tabla nº 23. Balance de la demanda ganadera en la situación actual**

UDG	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Cabecera Guad	0,59		0,59		
Campaña Jerez	0,52		0,52		
Costa Noroeste de Cádiz	0,16		0,16		
La Janda Guadalete	0,35		0,35		
<b>Total</b>	<b>1,62</b>		<b>1,62</b>		

**Tabla nº 24. Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2027**

UDG	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Cabecera Guad	0,59		0,59		
Campaña Jerez	0,52		0,52		
Costa Noroeste de Cádiz	0,16		0,16		
La Janda Guadalete	0,35		0,35		

UDG	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Total	<b>1,62</b>		<b>1,62</b>		

**Tabla nº 25. Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2039. RCP 4.5**

UDG	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Cabecera Guad	0,59		0,58		0,01
Campiña Jerez	0,52		0,51		0,01
Costa Noroeste de Cádiz	0,16		0,16		
La Janda Guadalete	0,35		0,35		
Total	<b>1,62</b>		<b>1,60</b>		<b>0,02</b>

**Tabla nº 26. Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2039. RCP 8.5**

#### 4.1.6.4 DEMANDAS DE USO RECREATIVO

Las Tabla nº 27, Tabla nº 28, Tabla nº 29 y Tabla nº 30 muestran los balances para las unidades de demanda recreativa en el SEG. En los escenarios futuros se considera que se regarán con aguas reutilizadas los que ya lo hacen en la situación actual, los que tienen ya un procedimiento de petición abierto y los nuevos campos de golf (desarrollos futuros).

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Golf Costa Ballena	0,59			0,59		
Golf Jerez F. 1	0,39			0,39		0
Golf Puerto Real	0,39			0,39		
Golf Rota	0,39			0,39		

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Golf Sanlúcar	0,39			0,39		
Golf Arcos	0,39				0,39	
Golf Chichlana	0,39				0,39	
Club Lomas de Sancti Petri Golf Garden	0,39				0,39	
Golf Novo Sancti Petri	0,78				0,78	
Golf Santa María 1	0,39				0,39	
Golf Jerez F2	0,39				0,39	
Golf Santa María 2	0,20				0,20	
Golf Meliá Sancti Petri	0,39				0,39	
<b>Total</b>	<b>5,47</b>			<b>2,15</b>	<b>3,32</b>	

**Tabla nº 27. Balance de la demanda recreativa en la situación actual**

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Golf Costa Ballena	0,59				0,59	
Golf Jerez F. 1	0,39			0,39		
Golf Puerto Real	0,39				0,39	
Golf Rota	0,39				0,39	
Golf Sanlúcar	0,39			0,39		
Golf Arcos	0,39				0,39	
Golf Chichlana	0,39				0,39	
Club Lomas de Sancti Petri Golf Garden	0,39				0,39	
Golf Novo Sancti Petri	0,78				0,78	
Golf Santa María 1	0,39				0,39	
Golf Jerez F2	0,39				0,39	
Golf Santa María 2	0,20				0,20	
Golf Meliá Sancti Petri	0,39				0,39	
Desarrollos futuros	1,17				1,17	

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Total	<b>6,64</b>			<b>0,78</b>	<b>5,86</b>	

**Tabla nº 28. Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2027**

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Golf Costa Ballena	0,59				0,59	
Golf Jerez F. 1	0,39			0,39		
Golf Puerto Real	0,39				0,39	
Golf Rota	0,39				0,39	
Golf Sanlúcar	0,39			0,39		
Golf Arcos	0,39				0,39	
Golf Chichlana	0,39				0,39	
Club Lomas de Sancti Petri Golf Garden	0,39				0,39	
Golf Novo Sancti Petri	0,78				0,78	
Golf Santa María 1	0,39				0,39	
Golf Jerez F2	0,39				0,39	
Golf Santa María 2	0,20				0,2	
Golf Meliá Sancti Petri	0,39				0,39	
Desarrollos futuros	1,17				1,17	
Total	<b>6,64</b>			<b>0,78</b>	<b>5,86</b>	

**Tabla nº 29. Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2039. RCP 4.5**

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Golf Costa Ballena	0,59				0,59	
Golf Jerez F. 1	0,39			0,39		
Golf Puerto Real	0,39				0,39	
Golf Rota	0,39				0,39	

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Golf Sanlúcar	0,39			0,39		
Golf Arcos	0,39				0,39	
Golf Chichlana	0,39				0,39	
Club Lomas de Sancti Petri Golf Garden	0,39				0,39	
Golf Novo Sancti Petri	0,78				0,78	
Golf Santa María 1	0,39				0,39	
Golf Jerez F2	0,39				0,39	
Golf Santa María 2	0,20				0,2	
Golf Meliá Sancti Petri	0,39				0,39	
Desarrollos futuros	1,17				1,17	
<b>Total</b>	<b>6,64</b>			<b>0,78</b>	<b>5,86</b>	

**Tabla nº 30. Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2039. RCP 8.5**

De acuerdo al Decreto 43/2008 de la Junta de Andalucía, de 12 de febrero, Regulador de las condiciones de implantación y funcionamiento de campos de golf en Andalucía, en los escenarios futuros los campos de golf se deberán regar con agua reutilizada. Este requerimiento estaría sujeto a la existencia de recurso y a la viabilidad técnica de las instalaciones y conexiones necesarias, por lo que será necesario llevar a cabo un análisis riguroso técnico y económico de la viabilidad de aplicación del Decreto en cada campo. Siempre que sea viable prevalecerá el uso de aguas reutilizadas en la atención a estas demandas.

#### 4.1.6.5 DEMANDA ENERGÉTICA

Las Tabla nº 31, Tabla nº 32, Tabla nº 33 y Tabla nº 34 muestran los balances para las unidades de demanda energética en el SEG.

UDE	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Central Térmica Arcos	15,24		15,24		
Cogenerac Jerez	0,36			0,36	
S. José Valle 1,2 y 3	1,60			1,60	
<b>Total</b>	<b>17,20</b>		<b>15,24</b>	<b>1,96</b>	

**Tabla nº 31. Balance de la demanda energética en la situación actual**

UDE	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Central Térmica Arcos	15,24		15,24		
Cogenerac Jerez	0,36			0,36	
S. José Valle 1,2 y 3	2,61			2,61	
<b>Total</b>	<b>18,21</b>		<b>15,24</b>	<b>2,97</b>	

**Tabla nº 32. Balance de la demanda energética en el horizonte 2027**

UDE	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Central Térmica Arcos	15,24		15,18		0,06
Cogenerac Jerez	0,36			0,36	
S. José Valle 1, 2 y 3	2,61			2,61	
<b>Total</b>	<b>18,21</b>		<b>15,18</b>	<b>2,97</b>	<b>0,06</b>

**Tabla nº 33. Balance de la demanda energética en el horizonte 2039. RCP 4.5**

UDE	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Central Térmica Arcos	15,24		14,99		0,25
Cogenerac Jerez	0,36			0,36	

UDE	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
S. José Valle 1,2 y 3	2,61			2,61	
<b>Total</b>	<b>18,21</b>		<b>14,99</b>	<b>2,97</b>	<b>0,25</b>

**Tabla nº 34. Balance de la demanda energética en el horizonte 2039. RCP 8.5**

#### 4.1.6.6 EVOLUCIÓN DEL BALANCE GLOBAL

En general, el SEG está dimensionado para suministrar satisfactoriamente las demandas de la zona.

El déficit crece en el horizonte 2039 con respecto a la situación actual y la descrita en 2027, fundamentalmente debido leve incremento de las demandas urbanas y al descenso en la disponibilidad de recursos netos.

La Tabla nº 35 muestra un resumen de la evolución descrita. Un análisis más detallado se realiza en los apéndices VI.2, VI. 3 y VI. 4 del presente Anejo.

Un elemento importante en el SEG es la transferencia de caudales desde el río Guadiaro al río Majaceite, de la cual se ha producido un volumen medio anual de trasvase desde su inicio en el año 2000 hasta 2018 de 46,6 hm<sup>3</sup> y que no se puede reflejar en la siguiente tabla porque presenta su punto de entrega en la cola del embalse de los Hurones, en el término municipal de Ubrique (Cádiz) y se integra en el sistema de explotación de aguas superficiales reguladas Guadalete desde el embalse de Guadalcaén. Los únicos usos permitidos atender con aguas procedentes de dicha transferencia, recogidos en el artículo 1 de la Ley 17/1995, donde se especifica que se corresponden con el abastecimiento urbano al ámbito definido en el mismo y que es parte

del servido por el Consorcio de Zona Gaditana, así como a las instalaciones militares y estratégicas asentadas en la misma zona.

Escenario	RECURSOS UTILIZADOS SOSTENIBLES																
	RECURSOS PROPIOS					TRASVASES			DEMANDAS								
	Regulado	Fluyente	Subterráneo	Reutilizados	TOTAL	Internos	Externos	RECURSOS NETOS	Urbano	Regadío	Ganadería	Recreativo	Energético	TOTAL	Infradotación	Sobreexplotación	TOTAL
Actual	239,07	35,97	43,86	10,17	329,07	-3,22	0,00	325,85	97,34	207,56	1,59	5,47	17,20	329,16	3,31	0,00	-3,31
2027	235,62	36,11	43,09	12,71	327,53	-6,49	0,00	321,04	100,73	197,15	1,62	6,64	18,21	324,35	3,31	0,00	-3,31
2039 RCP 4.5	237,05	36,42	43,29	12,71	329,47	-6,70	0,00	322,77	103,06	197,15	1,62	6,64	18,21	326,68	3,91	0,00	-3,91
2039 RCP 8.5	234,12	34,24	43,30	12,71	324,37	-6,64	0,00	317,73	103,06	197,15	1,62	6,64	18,21	326,68	8,95	0,00	-8,95

**Tabla nº 35. Evolución del balance de recursos y demandas en el SEG.**

En el año 2039, la hipótesis de cambio climático más pesimista produciría una importante afección a las demandas que se centraría fundamentalmente en el uso agrario y en segundo lugar en determinadas unidades de demanda urbanas de la zona gaditana.

## 4.2 SISTEMA DE EXPLOTACIÓN BARBATE (SEB)

### 4.2.1 BREVE DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN BARBATE

El Sistema de Explotación Barbate (SEB) comprende la cuenca hidrográfica del río Barbate, el cual discurre con dirección norte - sur, recibiendo por su margen izquierda a los ríos Celemín y Almodóvar, estando los tres ríos regulados por sus embalses homónimos, que se construyeron con la finalidad principal de desarrollar el regadío en la zona de la Janda. El río del



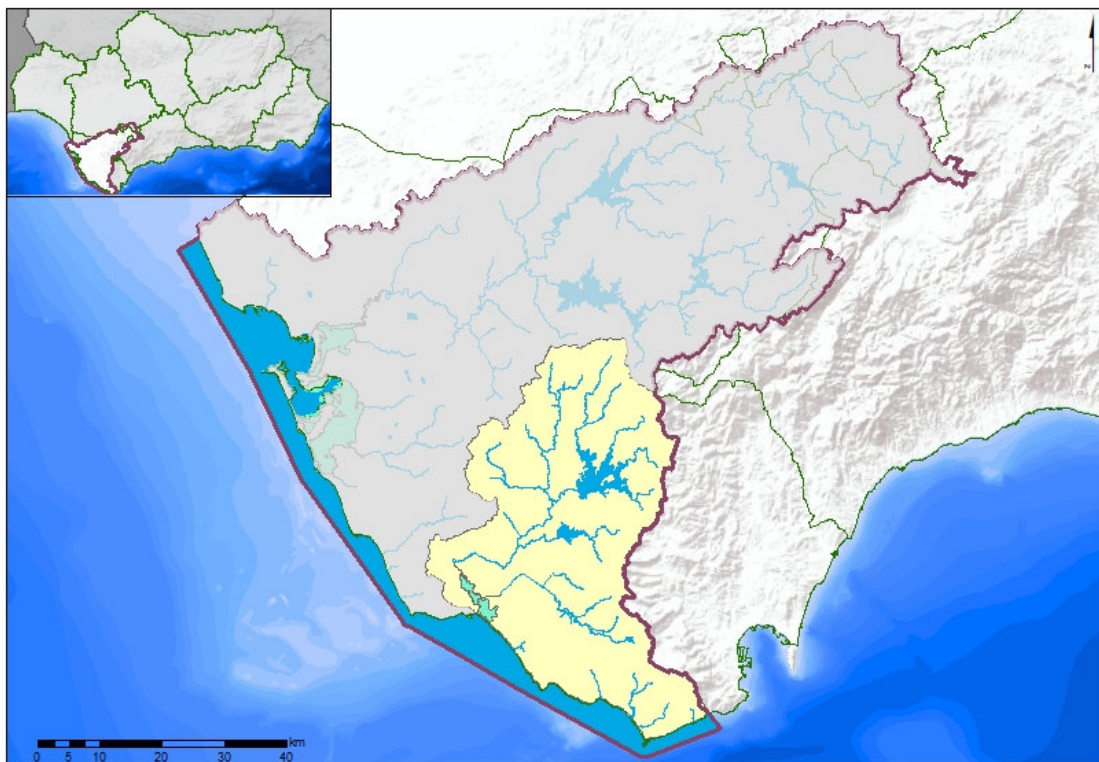
Álamo, afluente del Barbate por su margen derecha, presenta unas notables aportaciones que contribuyen a la recarga de los acuíferos aluvial y costero y al mantenimiento del ecosistema marismero existente en la zona.

## 4.2.2 ELEMENTOS CONSIDERADOS EN LA SIMULACIÓN

### 4.2.2.1 MASAS DE AGUA INCLUIDAS EN EL MODELO DE SIMULACIÓN

#### 4.2.2.1.1 MASAS DE AGUA SUPERFICIAL DE LA CATEGORÍA RÍO

La red fluvial del Sistema Barbate (en adelante SB) puede verse en el mapa de la figura siguiente. Al igual que en el SEG, en el modelo se han considerado todas las masas de aguas superficiales de la categoría río.



**Figura nº 15. Masas de agua incluidas en el modelo del SEB**

El modelo de simulación utilizado permite la consideración de diferentes tipos de conducciones con características específicas que pretenden reflejar el comportamiento real de los diferentes tramos de cauce. Para la realización del modelo del SEB se han utilizado conducciones de Tipo 1 y de Tipo 3, descritas en el epígrafe 3.3.2.1. y que se enumeran a continuación a modo de resumen:

- Conducción Tipo 1: Tramo de río sin conexión con ningún acuífero, en el que se da el principio de continuidad, de modo que el caudal a la entrada de la conducción es el mismo que a la salida.
- Conducción Tipo 3: Aquella conducción cuyo lecho atraviesa un acuífero, existiendo conexión hidráulica entre los dos, y por tanto, la posibilidad tanto de filtraciones del lecho hacia el acuífero como drenaje del acuífero hacia el río, dependiendo de la situación de niveles piezométricos del acuífero.

Las distintas masas de agua superficial tipo río modeladas, tanto las naturales como las muy modificadas se agrupan en diferentes tramos fluviales en el modelo de simulación, representados mediante elementos tipo “Conducción”, tal y como se muestra en la Tabla nº 36.

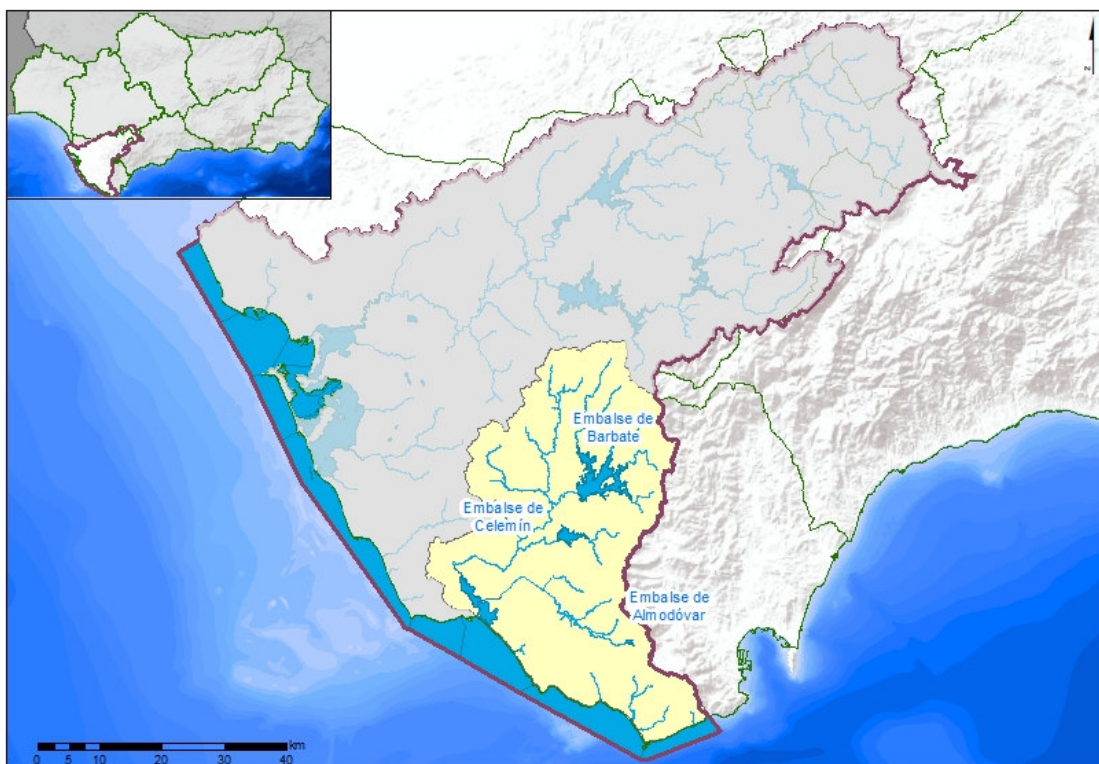
Código	Nombre de la masa de agua superficial tipo río	Tramo fluvial considerado en el modelo de gestión	Tipo de elemento
ES063MSPF000117210	Ríos Barbate - Arroyo de los Ballesteros	11721_1_R. Barbate Ayo Ballesteros	Conducción Tipo 3
		11721_2_R. Barbate Ayo Ballesteros	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000117240	Garganta de la Cierva	11724_Garg. de la Cierva	Conducción Tipo 3

Código	Nombre de la masa de agua superficial tipo río	Tramo fluvial considerado en el modelo de gestión	Tipo de elemento
ES063MSPF000117260	Arroyo de los Charcones	11726_Ayo. Charcones	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000117270	Arroyo de la Culebra	11727_Ayo. Culebra	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000117280	Arroyo del Aciscar	11728_Ayo. del Aciscar	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119070	Río Barbate II	11907_R. Barbate II	Conducción Tipo 3
ES063MSPF000119290	Canal Colector del Este	11929_1_Canal Colector Este	Conducción Tipo 1
		11929_2_Canal Colector Este	Conducción Tipo 1
		11929_3_Canal Colector Este	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119310	Arroyo de la Zarzuela	11931_Ayo. Zarzuela	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119320	Río del Valle	11932_R. Del Valle	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119330	Cañada de la Jara	11933_Cañada de la Jara	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119340	Río de la Vega	11934_R. de la Vega	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119350	Río Guadalmesi	11935_R. Guadalmesí	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119420	Río del Montero	11942_R. del Montero	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119430	Garganta del Aliscar	11943_Garg. del Aliscar	Conducción Tipo 1
ES063MSPF000119440	Garganta del Gavilan	11944_Garg. del Gavilán	Conducción Tipo 1
ES063MSPF005200220	Río Almodóvar	520022_2_R. Almodóvar	Conducción Tipo 1
ES063MSPF005200231	Río del Álamo I	520023_R. del Álamo I	Conducción Tipo 3
ES063MSPF005200232	Río del Álamo I	520023_R. del Álamo II	Conducción Tipo 3
ES063MSPF005200330	Río Celemín	520033_R. Celemín	Conducción Tipo 1
ES063MSPF005200340	Río Barbate I	520034_R. Barbate I	Conducción Tipo 1
ES063MSPF005200360	Arroyo De Los Toriles 2	520036_Ayo. Los Toriles II	Conducción Tipo 1
ES063MSPF005200370	Arroyo Hondo De Tahivilla	520037_Ayo. Hondo de Tahivilla	Conducción Tipo 1

**Tabla nº 36. Correspondencia entre los tramos de río considerados en el modelo de simulación y las masas de agua superficiales definidas en la descripción de la DHGB en el sistema Barbate**

#### 4.2.2.1.2 MASAS DE AGUA SUPERFICIALES MUY MODIFICADAS ASIMILABLES A LAGO. EMBALSES DE REGULACIÓN

Dentro de este tipo de masas de agua se encuentran los principales embalses de regulación, y que son fundamentales a la hora de gestionar el recurso para la satisfacción de las diferentes demandas con los criterios de garantía marcadas en este Plan Hidrológico. En la Figura nº 16 se muestran los embalses considerados en el SEB.



**Figura nº 16. Embalses incluidos en el modelo del SEB**

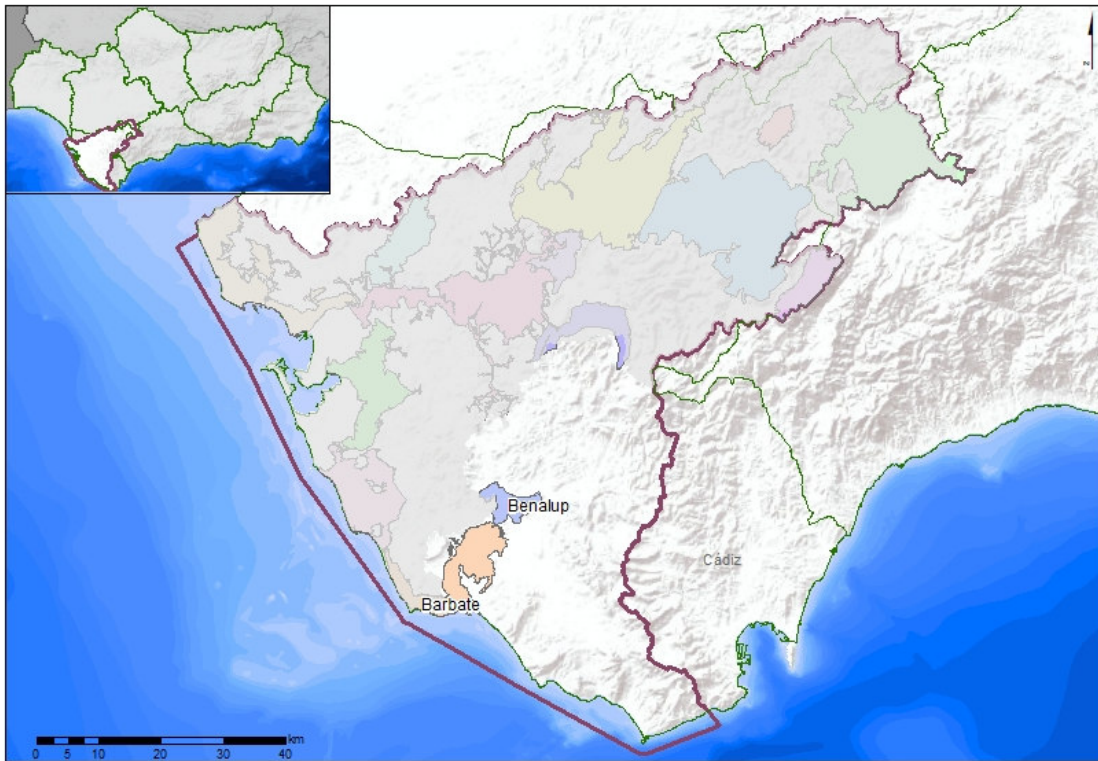
En el Apéndice VI.1 se describen las principales características incluidas en el modelo para cada uno de los embalses, y que son necesarios para poder simular el comportamiento de los mismos.

#### 4.2.2.1.3 MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA

---

En la DHGB existen 14 masas de agua subterránea, de las que 2 de ellas (Barbate y Benalup) se han considerado en el modelo del sistema Barbate. Parte de la masa de agua subterránea Barbate queda ubicada dentro del ámbito territorial del SEG sin embargo, se ha considerado únicamente dentro del SEB, debido a que sus recursos disponibles se utilizan únicamente para satisfacer las demandas del SEB.

Al igual que en el SEG, estas masas de agua han sido consideradas en el modelo como acuíferos unicelulares, que permiten la conexión con el sistema superficial, de modo que el acuífero puede recibir o aportar recursos al sistema superficial. Una explicación más detallada de este tipo de modelación se encuentra en apartados previos de este anejo. En la Figura nº 17 se localizan dentro del sistema.



**Figura nº 17. Masas de agua subterránea consideradas en el modelo del SEB**

En la Tabla nº 37 se muestra la conexión existente entre los diferentes acuíferos modelados y las conducciones tipo río, así como el coeficiente de reparto existente entre los diferentes tramos de río cuando existe más de un tramo asociado a una masa de agua subterránea. En este proceso de planificación se ha realizado una simplificación de la realidad, de modo que todos los tramos de río que se encuentren sobre una masa de agua subterránea se asume que existe interrelación. Cuando se produzca una mejora del conocimiento de las conexiones reales entre sistema superficial y subterráneo se podrá mejorar este aspecto para que el modelo refleje cada vez mejor la realidad del sistema

Masa de agua subterránea	Tramo de río asociado	Coefficiente de reparto
ES063MSBT000620130	11907_R. Barbate II	0,32

Masa de agua subterránea	Tramo de río asociado	Coefficiente de reparto
Barbate	11721_2_R. Barbate Ayo Ballesteros	0,09
	11930_Ayo San Ambrosio	0,04
ES063MSBT000620140	11721_1_R. Barbate Ayo Ballesteros	0,67
Benalup	520023_R. del Alamo	0,33

**Tabla nº 37. Relación de los acuíferos tipo unicelular con los tramos de río o embalses asociados**

El parámetro que rige el comportamiento de este tipo de acuífero en el modelo es el coeficiente de desagüe  $\alpha$ , de modo que el caudal que el acuífero aporta al río, o viceversa, está en función de este parámetro y del volumen almacenado en el acuífero, o lo que es lo mismo, de los niveles piezométricos del mismo. Estos parámetros se han ajustado siguiendo los siguientes criterios:

- Los valores de infiltración en la masa de agua subterránea en condiciones naturales se correspondan con los establecidos en planes anteriores.
- Se asimila la distribución mensual de aportaciones subterráneas al sistema superficial en condiciones naturales a la distribución que para estos acuíferos tiene la serie de aportaciones subterráneas del modelo SIMPA.

Masa de agua subterránea	Código Masa	$\alpha$ (mes <sup>-1</sup> )
Barbate	ES063MSBT000620130	0,70
Benalup	ES063MSBT000620140	0,65

**Tabla nº 38. Coeficientes de desagüe considerados en los acuíferos tipo unicelular del sistema Barbate**

#### 4.2.2.2 RECURSOS HÍDRICOS

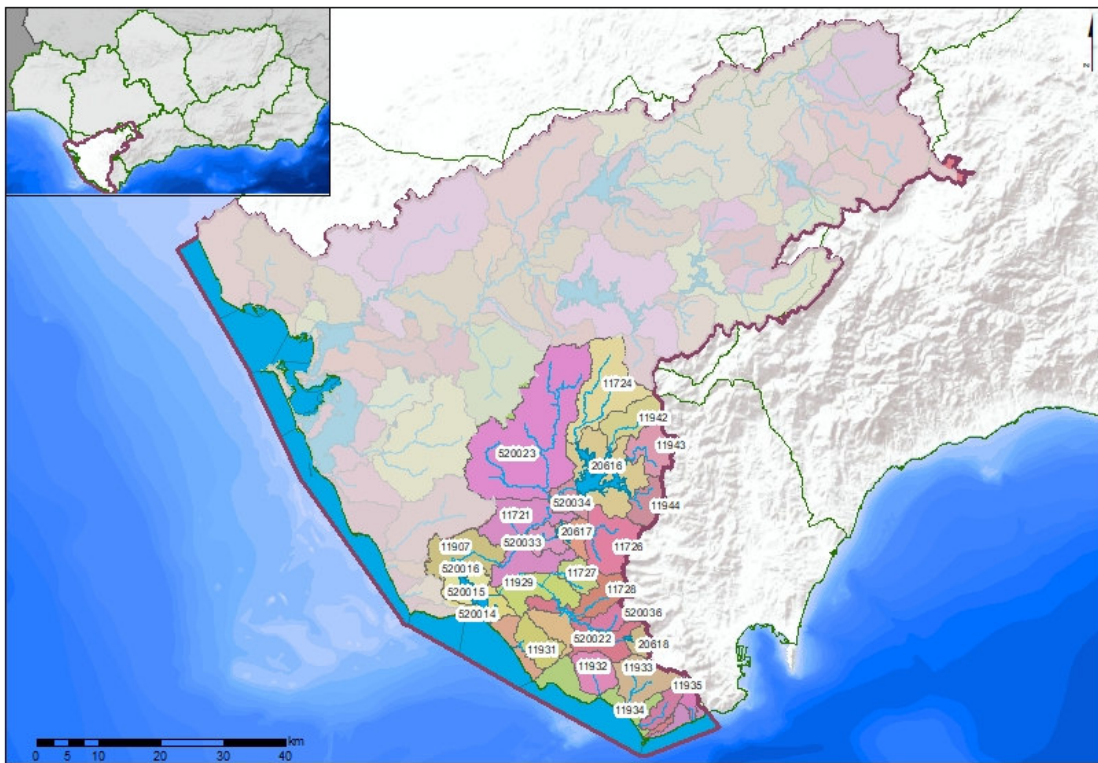
A continuación, se muestran las fuentes de recursos considerados en el modelo de gestión del SEB.

##### 4.2.2.2.1 RECURSOS HÍDRICOS PROPIOS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEOS

Los recursos hídricos superficiales propios de la cuenca se incorporan en el modelo de simulación como series de aportaciones intermedias restituidas al régimen natural, a partir de los resultados obtenidos del modelo SIMPA.

Los puntos de entrada de las aportaciones (en la Figura nº 18 pueden verse las subcuencas correspondientes a las aportaciones superficiales naturales incluidas en el modelo de simulación), han sido seleccionados teniendo en cuenta la configuración de la red fluvial, la situación de los embalses, las relaciones río-acuífero, y la ubicación de las principales unidades de demanda.





**Figura nº 18. Subcuencas correspondientes a las aportaciones superficiales naturales incluidas en el modelo de simulación del SEB<sup>6</sup>**

Se ha llevado a cabo un análisis de la escorrentía total considerada en cada una de las masas de agua superficial, de modo que, cuando procede, se ha dividido dicha aportación en dos componentes, diferenciando entre la aportación directa producida por la escorrentía producida por la precipitación efectiva y la que deriva de la contribución de las masas de agua subterráneas al sistema superficial, ya sea mediante manantiales o conexiones directas con los diferentes tramos de río. Para ello, se ha tomado como referencia los resultados del modelo SIMPA.

<sup>6</sup> Los códigos que aparecen en la figura corresponden con los códigos de aportación de las subcuencas.

Esta separación entre aportación superficial y subterránea se ha realizado de tal modo que, los recursos aportados por las masas de agua subterránea al sistema superficial coincidan con los datos estimados en los diferentes estudios llevados a cabo para la redacción de este Plan Hidrológico.

Con esta discriminación y con los datos de infiltración por masa de agua subterránea ha sido posible establecer una primera aproximación de la relación existente entre el sistema superficial y subterráneo en el Sistema Barbate.

De este modo, se ha evaluado el efecto que una detracción en una masa de agua subterránea tiene en el sistema superficial. Por ejemplo, una extracción en una masa de agua subterránea situada aguas arriba de un embalse provocará un descenso de los caudales de salida en los manantiales, y por lo tanto, una merma en las entradas al citado embalse.

Del mismo modo, se ha obtenido una primera aproximación de la evolución del volumen almacenado en las diferentes masas de agua subterránea en condiciones naturales, es decir, sin alteraciones por actividades humanas.

Para el horizonte de estudio del año 2039, la IPHA establece que, debe de tenerse en cuenta el posible efecto del cambio climático sobre los recursos hídricos naturales de la demarcación, para lo que se han adoptado los valores resultantes de la aplicación de los coeficientes de reducción obtenidos en el año 2020 del estudio que la Dirección General del Agua (DGA) encargó al Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (CEH) a las series obtenidas a partir del modelo SIMPA.

El detalle de este proceso aparece recogido en el Anejo II del presente Plan.

#### 4.2.2.3 UNIDADES DE DEMANDA

A efectos de la modelación de los sistemas de explotación, las demandas se han caracterizado por su volumen anual, su distribución mensual, el nivel de prioridad respecto a otras demandas, el coeficiente de retorno, la garantía del suministro y los niveles de atención de la demanda, que persiguen una distribución equitativa de los recursos en situaciones de escasez. Un análisis más detallado de las diferentes demandas de la DHGB se encuentra en el Anejo III de este Plan Hidrológico.

##### 4.2.2.3.1 UNIDADES DE DEMANDA URBANA

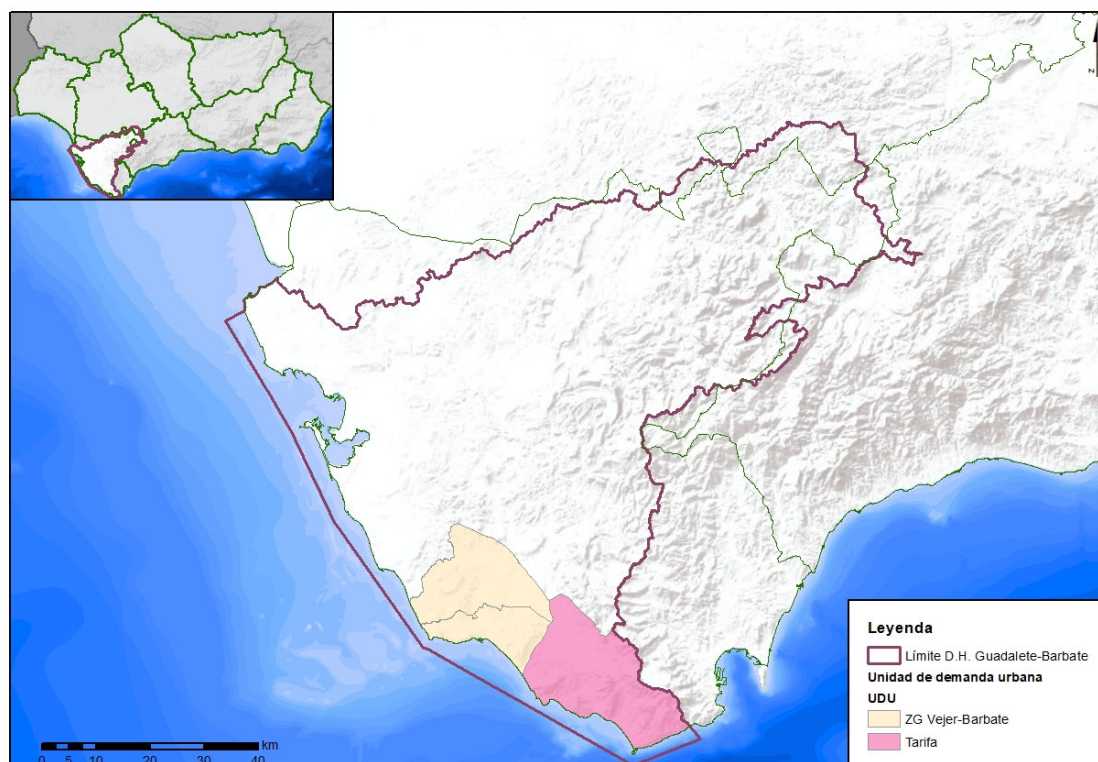
En este sistema existen dos unidades de demanda urbana. Una de ellas se corresponde con el abastecimiento al municipio de Tarifa (UDU Tarifa), que se realiza en el escenario actual desde el embalse de Almodóvar y también de diferentes pozos y manantiales. La demanda anual para este escenario se estima en 3,15 hm<sup>3</sup>/año; en el modelo solamente se ha considerado la parte suministrada desde el embalse de Almodóvar, que es en promedio 1,92 hm<sup>3</sup>/año (tal y como muestra el Apéndice VI.1). En los escenarios futuros, esta demanda pasa a servirse mayoritariamente con recursos regulados de la zona gaditana (SEG) y algunos recursos superficiales fluyentes.

La otra demanda es la UDU Vejer-Barbate, que se suministra también mayoritariamente en todos los escenarios de recursos regulados de la zona gaditana (SEG) completados con recursos subterráneos locales.

En el modelo de gestión, las demandas urbanas se han considerado agrupadas en Unidades de Demanda Urbana (UDU) de acuerdo a la IPHA. Las UDU definidas según estos criterios se detallan en el Anejo III, mostrando a continuación una tabla con los datos más relevantes para el horizonte actual, 2027 y 2039. La Tabla nº 39 y la Figura nº 19 muestran dichas UDU.

Código	UDU	Actual (hm <sup>3</sup> /año)	2027 (hm <sup>3</sup> /año)	2039 (hm <sup>3</sup> /año)
3	ZG Vejer-Barbate	3,37	3,45	3,51
8	Tarifa	3,15	3,29	3,44
<b>Total</b>		<b>6,52</b>	<b>6,74</b>	<b>6,95</b>

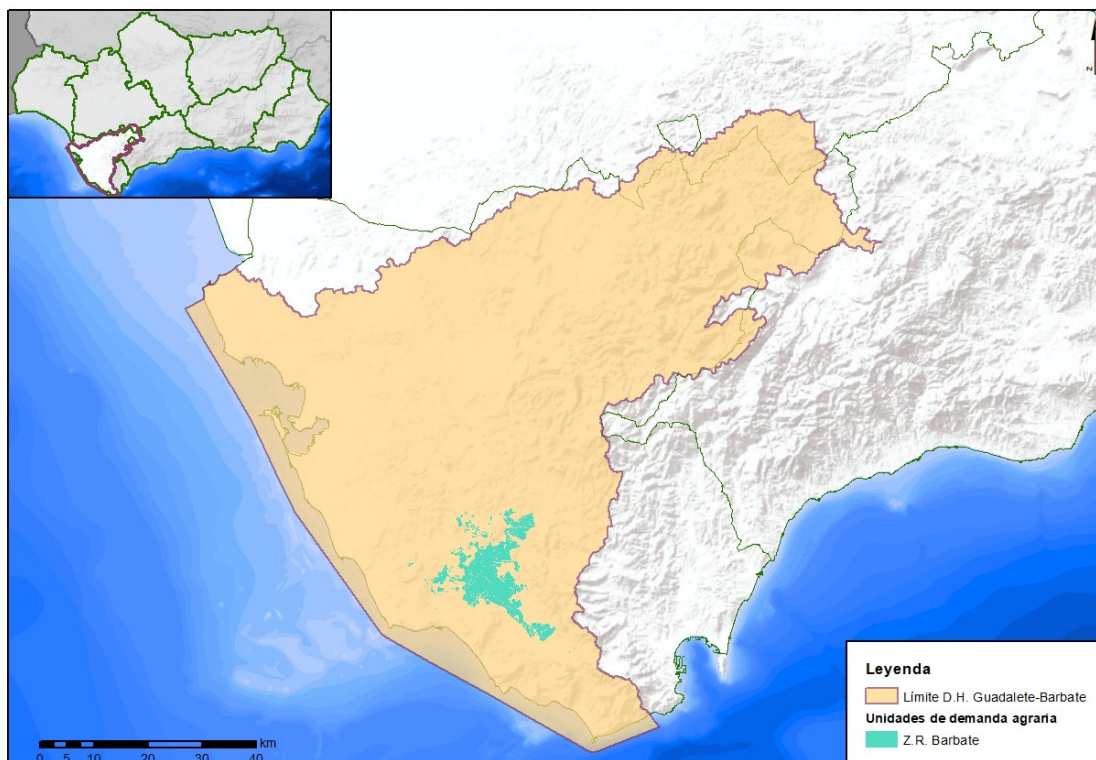
**Tabla nº 39. Demanda urbana para el horizonte actual, 2027 y 2039**



**Figura nº 19. Unidades de Demanda Urbana consideradas en el modelo de simulación del SEB.**

#### 4.2.2.3.2 UNIDADES DE DEMANDA AGRARIA

En el sistema Barbate se ha considerado una única unidad de demanda, denominada UDA Barbate, representada en la Figura nº 20 y que comprende una superficie regada de 14.063 ha para los tres escenarios considerados. En el modelo esta demanda se ha separado en dos, en función del origen del recurso, ya que existen parcelas que se abastecen de agua superficial, procedente de los tres embalses existentes en el sistema, mientras que otras lo hacen utilizando recursos procedentes de las masb de Barbate y Benalup. En la siguiente figura se muestra la localización de las superficies regadas consideradas



**Figura nº 20. UDA consideradas en el SEB**

En cuanto a los retornos de estas demandas, se ha considerado que parte se produce directamente en los cauces, mientras que otra parte, mediante

percolación, se infiltra en la masb de Barbate. Para realizar este reparto, por un lado se ha estimado el volumen de retorno, en función de las dotaciones estimadas, y por otro, el volumen de recarga a la masb de Barbate estimado en los estudios de mejora del conocimiento de la Demarcación del Guadalete y Barbate.

La Tabla nº 40 y Tabla nº 41 presentan la caracterización de las UDA y su evolución en horizontes futuros.

Código	UDA	Superficie regada (ha)	Dotación neta (m <sup>3</sup> /ha/año)	Eficiencia %	Dotación bruta m <sup>3</sup> /ha/año	Demanda bruta superficie regable (hm <sup>3</sup> /año)
13	ZR Barbate	14.063	4.316	80,00	5.395	75,87
Total		<b>14.063</b>	<b>4.316</b>	<b>80,00</b>	<b>5.395</b>	<b>75,87</b>

**Tabla nº 40. Características de las unidades de demanda de regadío para el horizonte actual**

Código	UDA	Superficie regada (ha)	Dotación neta (m <sup>3</sup> /ha/año)	Eficiencia %	Dotación bruta m <sup>3</sup> /ha/año	Demanda bruta superficie regable (hm <sup>3</sup> /año)
13	ZR Barbate	14.063	4.316	80,00	5.395	75,87
Total		<b>14.063</b>	<b>4.316</b>	<b>80,00</b>	<b>5.395</b>	<b>75,87</b>

**Tabla nº 41. Características de las unidades de demanda de regadío para el horizonte 2027 y 2039**

Destacar que tanto para el horizonte 2027 como para el de 2039 no se supone un incremento de la superficie regada y se mantienen las mismas dotaciones en ambos escenarios, ya que se supone que las mejoras en la eficiencia de riego estarán culminadas para el escenario 2027, por lo que el volumen anual estimado para cada unidad de demanda agrícola es el mismo en ambos escenarios.

La demanda de agua para el sector ganadero en el sistema Barbate representa una parte muy poco importante del total de la demanda, y no ha sido considerada en el modelo

#### 4.2.2.3.3 UNIDADES DE DEMANDA GANADERA

Las demandas ganaderas no son relevantes en el SEB, corresponden a tomas dispersas que no se incluyen en el modelo, y totalizan 0,51 hm<sup>3</sup> anuales, en la situación actual. En los horizontes 2027 y 2039 se ha considerado un ligero crecimiento, hasta los 0,52 hm<sup>3</sup>/año.

A continuación, en la Tabla nº 42 se detalla la demanda ganadera y su evolución:

UDG	Especie	Demanda ganadera (hm <sup>3</sup> /año)		
		2019	2027	2039
Campo de Gibraltar	Bovinos	0,15	0,15	0,15
	Porcinos	0,00	0,01	0,01
	Ovinos-Caprinos	0,01	0,01	0,01
	Equinos	0,00	0,00	0,00
	Aves	0,00	0,00	0,00
	Total	0,16	0,17	0,17
De la Janda	Bovinos	0,33	0,33	0,33
	Porcinos	0,01	0,01	0,01
	Ovinos-Caprinos	0,02	0,02	0,02
	Equinos	0,00	0,00	0,00
	Aves	0,00	0,00	0,00
	Total	0,35	0,35	0,35

UDG	Especie	Demanda ganadera (hm <sup>3</sup> /año)		
		2019	2027	2039
TOTAL SEB	Bovinos	0,48	0,48	0,48
	Porcinos	0,01	0,02	0,02
	Ovinos- Caprinos	0,03	0,03	0,03
	Equinos	0,00	0,00	0,00
	Aves	0,00	0,00	0,00
	<b>Total</b>	<b>0,51</b>	<b>0,52</b>	<b>0,52</b>

**Tabla nº 42. Distribución de la demanda ganadera por tipo de ganado y comarca agraria en el SEB**

#### 4.2.2.3.4 UNIDADES DE DEMANDA RECREATIVAS

En el sistema Barbate se han considerado, para el escenario actual, la existencia de dos unidades de demanda recreativa (en adelante UDR), que se corresponden con los campos de Golf localizados en los municipios de Benalup y Barbate, tomando como origen del recurso el agua subterránea de la masa de Barbate y agua reutilizada, respectivamente. Sus principales características se detallan en la Tabla nº 43.

Nombre	Origen del recurso	Nº hoyos	Demanda anual (hm <sup>3</sup> /año)
Benalup Hotel Golf & Country Club	Masb Barbate	18	0,39
Dehesa Montenmedio Golf & Country Club	Reutilizada	18	0,39
Total		<b>36</b>	<b>0,78</b>

**Tabla nº 43. Unidades demanda recreativas existentes en el SEB**

En virtud del Artículo 8 del Decreto 43/2008 de la Junta de Andalucía, *Regulador de las condiciones de implantación y función de campos de golf*



*en Andalucía*, se especifica que los campos de golf deberán ser regadas, siempre que sea posible, con aguas regeneradas de conformidad con los condicionantes y requisitos establecidos en la normativa vigente sobre la reutilización de aguas depuradas. Este requerimiento estaría sujeto a la existencia de recurso y a la viabilidad técnica de las instalaciones y conexiones necesarias, por lo que será necesario llevar a cabo un análisis riguroso técnico y económico de la viabilidad de aplicación del Decreto en cada campo. Siempre que sea viable prevalecerá el uso de aguas reutilizadas en la atención a estas demandas.

#### 4.2.2.3.5 SÍNTESIS DE LAS DEMANDAS

A continuación, se resumen las demandas del SEB incluidas en el modelo para cada uno de los horizontes de estudio.

Recordar que en el modelo no se consideran aquellas demandas que se abastecen con recursos procedentes de la reutilización de aguas residuales urbanas, las demandas ganaderas dispersas y tampoco las procedentes de tomas no asociadas a masas de agua superficiales o subterráneas.

	Horizonte Actual (hm <sup>3</sup> /año)	Horizonte 2027 (hm <sup>3</sup> /año)	Horizonte 2039 (hm <sup>3</sup> /año)
Demanda Urbana	5,29	6,49	6,70
Demanda Agrícola	75,87	75,87	75,87
Demanda Recreativa	0,39	0,39	0,39
<b>Total</b>	<b>81,55</b>	<b>82,75</b>	<b>82,96</b>

**Tabla nº 44. Demandas incluidas en el modelo para los diferentes horizontes de estudio en el SEB**

#### 4.2.2.4 CAUDALES ECOLÓGICOS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES

Los caudales ecológicos de las masas superficiales se exponen en el Anejo V. En el modelo se ha considerado el régimen de caudales mínimos a cumplir en la parte final del río Barbate, es decir, el mínimo caudal que el río tiene que aportar a las masas de agua de transición (Tabla nº 13). El régimen de caudales mínimos considerado en este punto se muestra en Tabla nº 45:

Arco Modelo simulación	Año tipo	Total Anual (hm <sup>3</sup> /año)	Caudales ecológicos (hm <sup>3</sup> /mes)											
			oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Parte final del río Barbate	Sequía prolongada	27,277	1,011	1,407	5,146	2,979	3,079	3,579	3,080	1,747	1,506	1,484	1,230	1,028
	Situación ordinaria	41,568	1,482	4,849	6,833	4,076	4,608	5,919	5,215	2,656	1,734	1,588	1,430	1,178

**Tabla nº 45. Características de los caudales mínimos representativos de caudales ecológicos incluidos en el modelo de simulación en el Azud del Portal, en hm<sup>3</sup>/mes.**

Del mismo modo, también se ha considerado el cumplimiento de las restricciones impuestas en las masas de agua subterráneas, de modo en ningún caso las extracciones subterráneas superen el recurso disponible en ninguna de las masas de agua subterránea, tal y como queda reflejado en la Tabla nº 46 Tabla nº 14. Para obtener mayor información sobre la estimación de estos recursos puede consultarse el Anejo II de este Plan Hidrológico.

Código Masa	Masa de agua subterránea	Recurso Disponible (hm <sup>3</sup> /año)
ES063MSBT000620130	Barbate	14,2
ES063MSBT000620140	Benalup	3,9

**Tabla nº 46. Recursos disponibles en las masas de agua subterránea consideradas en el modelo del SEB.**

#### 4.2.2.5 INFRAESTRUCTURAS PLANIFICADAS

No se han planificado nuevas infraestructuras para los horizontes 2027 y 2039.

#### 4.2.3 ESQUEMA DEL MODELO DE SIMULACIÓN

Tal y como se ha comentado para el SEG, mediante el grafo del sistema se pretende representar todos los elementos importantes que contribuyen a la satisfacción de las demandas (aportaciones, elementos de regulación, acuíferos, etc.). En la Figura nº 21 se muestra el esquema del modelo para el sistema Barbate, en el que se ha pretendido, en la medida de lo posible, localizar los diferentes elementos de acuerdo con su posición geográfica.

Destacar que, en el modelo, por simplicidad, se ha decidido conectar el Arroyo de los Toriles al río Barbate, aunque las masas de agua no se encuentran conectadas. El motivo es contemplar las posibles infiltraciones del arroyo de los Toriles a la masa de agua subterránea de Barbate.



Figura nº 21. Topología del modelo de simulación del SEB para el escenario actual

#### 4.2.3.1 MODIFICACIONES EN LA TOPOLOGÍA DEL MODELO PARA ESCENARIOS FUTUROS

En los escenarios 2027 y 2039, la UDU Tarifa pasa a servirse desde el sistema de la Zona Gaditana.

#### 4.2.4 USO CONJUNTO DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS

En el SEB no se realiza un uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.

#### 4.2.5 PRIORIDADES Y REGLAS DE GESTIÓN

En general, en el esquema del modelo de simulación del SEB se ha establecido las mismas prioridades y reglas de gestión que en el SEG y que ya se encuentran recogidas en el epígrafe 4.1.5, con algunas particularidades, que aparecen recogidas a continuación:

- a) Embalse de Almodóvar: Se ha definido en el modelo una regla de operación según la cual, cuando el volumen embalsado alcanza el valor de 3 hm<sup>3</sup> desde el embalse de Almodóvar ya no puede abastecer ninguna otra demanda que no sea la UDU de Tarifa.
- b) Unidad de demanda agraria de Barbate superficial: se tiene como prioridad la toma de los embalses de Celemín y Barbate, utilizando los recursos del embalse de Almodóvar para situaciones de déficit.

Por otra parte, también hay que destacar que los modelos de simulación del sistema Guadalete-Barbate no integran las medidas de restricción en la demanda que pudiesen llegar a activarse durante situaciones de escasez (alerta o emergencia) según el Plan Especial de Sequías (PES), las cuales, en

principio, ayudarían a mitigarlas posibles consecuencias de una situación de escasez coyuntural en el sistema.

En principio no se prevén actuaciones para los escenarios futuros que modifiquen la topología del modelo de gestión y, por lo tanto, las reglas de gestión para estos horizontes futuros son muy similares a las del actual.

#### 4.2.6 BALANCES

Como resultado de la evolución de las demandas y las actuaciones programadas resultan los siguientes balances para el período 1980/81-2017/18.

##### 4.2.6.1 DEMANDAS DE ABASTECIMIENTO

Las Tabla nº 47, Tabla nº 48, Tabla nº 49 y Tabla nº 50, muestran los balances para las unidades de demanda de abastecimiento en el SEB.

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Tarifa	3,15	1,92		1,23	
Vejer-Barbate	3,37	3,22		0,15	
<b>Total</b>	<b>6,52</b>	<b>5,14</b>		<b>1,38</b>	

**Tabla nº 47. Balance del abastecimiento en la situación actual**

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Tarifa	3,29	3,19	0,10		
Vejer-Barbate	3,45	3,30		0,15	

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Total	<b>6,74</b>	<b>6,49</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	

**Tabla nº 48. Balance del abastecimiento en el horizonte 2027**

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Tarifa	3,44	3,34	0,10		
Vejer-Barbate	3,51	3,36		0,15	
Total	<b>6,95</b>	<b>6,70</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	

**Tabla nº 49. Balance del abastecimiento en el horizonte 2039.**

**RCP 4.5**

UDU	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Tarifa	3,44	3,31	0,10		0,03
Vejer-Barbate	3,51	3,33		0,15	0,03
Total	<b>6,95</b>	<b>6,64</b>	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,06</b>

**Tabla nº 50. Balance del abastecimiento en el horizonte 2039.**

**RCP 8.5**

#### 4.2.6.2 DEMANDAS DE REGADÍO

Las Tabla nº 51, Tabla nº 52, Tabla nº 53 y Tabla nº 54 muestran los balances para las unidades de demanda agraria en el SEB. Puede observarse que, pese

a cumplirse los criterios de garantía impuestos en este plan hidrológico, existe un ligero déficit en la satisfacción de esta demanda.

En el horizonte 2027 se ha considerado una sustitución de recursos subterráneos por superficiales por un volumen de 0,5 hm<sup>3</sup> anuales que será necesaria para eliminar la sobreexplotación de la masa de agua subterránea Benalup.

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Z.R. Barbate	75,87	58,97		14,48	2,42
<b>Total</b>	<b>75,87</b>	<b>58,97</b>		<b>14,48</b>	<b>2,42</b>

**Tabla nº 51. Balance de la demanda agraria en la situación actual**

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Z.R. Barbate	75,87	59,78		13,98	2,11
<b>Total</b>	<b>75,87</b>	<b>59,78</b>		<b>13,98</b>	<b>2,11</b>

**Tabla nº 52. Balance de la demanda agraria en el horizonte 2027**

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Z.R. Barbate	75,87	58,87		14,48	2,52
<b>Total</b>	<b>75,87</b>	<b>58,87</b>		<b>14,48</b>	<b>2,52</b>

**Tabla nº 53. Balance de la demanda agraria en el horizonte 2039. RCP 4.5**

UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Z.R. Barbate	75,87	58,13		14,48	3,26



UDA	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Total	<b>75,87</b>	<b>58,13</b>		<b>14,48</b>	<b>3,26</b>

**Tabla nº 54. Balance de la demanda agraria en el horizonte 2039. RCP 8.5**

#### 4.2.6.3 DEMANDAS GANADERAS

Las Tabla nº 55, Tabla nº 56, Tabla nº 57 y Tabla nº 58 muestran los balances para las unidades de demanda ganaderas en el SEB.

UDG	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Campo de Gibraltar	0,16		0,16		
La Janda Barbate	0,35		0,35		
Total	<b>0,51</b>		<b>0,51</b>		

**Tabla nº 55. Balance de la demanda ganadera en la situación actual**

UDG	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Campo de Gibraltar	0,17		0,17		
La Janda Barbate	0,35		0,35		
Total	<b>0,52</b>		<b>0,52</b>		

**Tabla nº 56. Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2027**

UDG	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Campo de Gibraltar	0,17		0,17		
La Janda Barbate	0,35		0,35		
Total	<b>0,52</b>		<b>0,52</b>		

**Tabla nº 57. Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2039. RCP 4.5**

UDG	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )				Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	
Campo de Gibraltar	0,17		0,17		
La Janda Barbate	0,35		0,35		
<b>Total</b>	<b>0,52</b>		<b>0,52</b>		

**Tabla nº 58. Balance de la demanda ganadera en el horizonte 2039. RCP 8.5**

#### 4.2.6.4 DEMANDAS DE USO RECREATIVO

Las Tabla nº 59, Tabla nº 60, Tabla nº 61 y Tabla nº 62 muestran los balances para las unidades de demanda recreativa en el SEB.

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Golf Vejer-Barbate	0,39			0,39		
Dehesa Montenmedio Golf & Country Club	0,39				0,39	
<b>Total</b>	<b>0,78</b>			<b>0,39</b>	<b>0,39</b>	

**Tabla nº 59. Balance de la demanda recreativa en la situación actual**

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Golf Vejer-Barbate	0,39			0,39		
Dehesa Montenmedio Golf & Country Club	0,39				0,39	
<b>Total</b>	<b>0,78</b>			<b>0,39</b>	<b>0,39</b>	

**Tabla nº 60. Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2027**

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Golf Vejer-Barbate	0,39			0,39		
Dehesa Montenmedio Golf & Country Club	0,39				0,39	
<b>Total</b>	<b>0,78</b>			<b>0,39</b>	<b>0,39</b>	

**Tabla nº 61. Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2039. RCP 4.5**

UDR	Volumen anual de recursos (hm <sup>3</sup> )					Déficit
	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Reutilizados	
Golf Vejer-Barbate	0,39			0,39		
Dehesa Montenmedio Golf & Country Club	0,39				0,39	
<b>Total</b>	<b>0,78</b>			<b>0,39</b>	<b>0,39</b>	

**Tabla nº 62. Balance de la demanda recreativa en el horizonte 2039. RCP 8.5**

#### 4.2.6.5 EVOLUCIÓN DEL BALANCE GLOBAL

En general, el sistema Barbate está dimensionado para suministrar satisfactoriamente las demandas de la zona.

La Tabla nº 63 muestra un resumen de la evolución descrita, recogiendo, además, el trasvase de 1,5 hm<sup>3</sup> de agua desde el manantial de Bujeo a la Cuenca Mediterránea Andaluza, para el abastecimiento de Algeciras. Un análisis más detallado se realiza en los apéndices VI.2, VI. 3 y VI. 4 del presente Anejo.

Escenario	RECURSOS UTILIZADOS SOSTENIBLES								DEMANDAS									
	RECURSOS PROPIOS				TRASVASES				RECURSOS NETOS	DEMANDAS					TOTAL	Infradotación	Sobreexplotación	TOTAL
	Regulado	Fluyente	Subterráneo	Reutilizados	TOTAL	Internos	Externos	Urbano		Regadío	Ganadería	Recreativo	Energético					
Actual	60,89	2,06	16,25	0,39	79,59	3,22	-1,55	81,26	6,52	75,87	0,51	0,78	0,00	83,68	2,42	0,44	-2,86	
2027	59,78	1,80	14,52	0,39	76,49	6,49	-1,18	81,80	6,74	75,87	0,52	0,78	0,00	83,91	2,11	0,00	-2,11	
2039 RCP 4.5	58,87	1,80	15,02	0,39	76,08	6,70	-1,18	81,60	6,95	75,87	0,52	0,78	0,00	84,12	2,52	0,39	-2,91	
2039 RCP 8.5	58,13	1,80	15,02	0,39	75,34	6,64	-1,18	80,80	6,95	75,87	0,52	0,78	0,00	84,12	3,32	0,31	-3,63	

**Tabla nº 63. Evolución del balance de recursos y demandas en el sistema Barbate**

El crecimiento del déficit se produce en el escenario 2039 afectando fundamentalmente a los usos agrarios, debido al descenso de la disponibilidad de recursos como consecuencia del cambio climático en su hipótesis más pesimista.

## 5 SISTEMA DE EXPLOTACIÓN ÚNICO

Sin perjuicio de los sistemas de explotación parciales que se han definido en los apartados anteriores, y siguiendo las indicaciones de la IPHA (3.5.1), a continuación, se define un sistema de explotación único en el que quedan incluidos los dos sistemas parciales. El sistema único de explotación consiste en la yuxtaposición de los sistemas de explotación Guadalete y Barbate, obteniéndose los mismos resultados al tratar los sistemas por separado o de forma conjunta. De esta manera se posibilita el análisis global de comportamiento en la DHGB.

.

Para una mejor comprensión del documento en el apartado anterior se ha realizado una caracterización de los dos sistemas de explotación en cuanto a sus principales elementos y el funcionamiento del modelo. Ahora se presentan los resultados de los dos modelos yuxtapuestos, mostrando los balances obtenidos en cada uno de los escenarios planteados para los horizontes propuestos.

Los balances en el sistema único de la DHGB para la situación actual se presentan en la Tabla nº 64:

Escenario	RECURSOS UTILIZADOS SOSTENIBLES								DEMANDAS								
	RECURSOS PROPIOS				TRASVASES				RECURSOS NETOS				DEMANDAS				
	Regulado	Fluyente	Subterráneo	Reutilizados	TOTAL	Internos	Externos	RECURSOS NETOS	Urbano	Regadío	Ganadería	Recreativo	Energético	TOTAL	Infradotación	Sobreexplotación	TOTAL
Actual	299,96	38,03	60,11	10,56	408,66	0,00	-1,55	407,11	103,86	283,43	2,10	6,25	17,20	412,84	5,73	0,44	-6,17
2027	295,40	37,91	57,61	13,10	404,02	0,00	-1,18	402,84	107,47	273,02	2,14	7,42	18,21	408,26	5,42	0,00	-5,42
2039 RCP 4.5	295,92	38,22	58,31	13,10	405,55	0,00	-1,18	404,37	110,01	273,02	2,14	7,42	18,21	410,80	6,43	0,39	-6,82
2039 RCP 8.5	292,25	36,04	58,32	13,10	399,71	0,00	-1,18	398,53	110,01	273,02	2,14	7,42	18,21	410,80	12,27	0,31	-12,58

**Tabla nº 64. Evolución del balance de recursos y demandas en el sistema único de explotación único Guadalete-Barbate**

En general, no existen déficits importantes en ninguno de los sistemas, y solo en algunas unidades de demanda del SEG que carecen de poder de regulación existen incumplimientos, ya que en ocasiones la aportación circulante por el río es inferior a la demanda exigida.

## 6 ASIGNACIÓN Y RESERVA DE RECURSOS

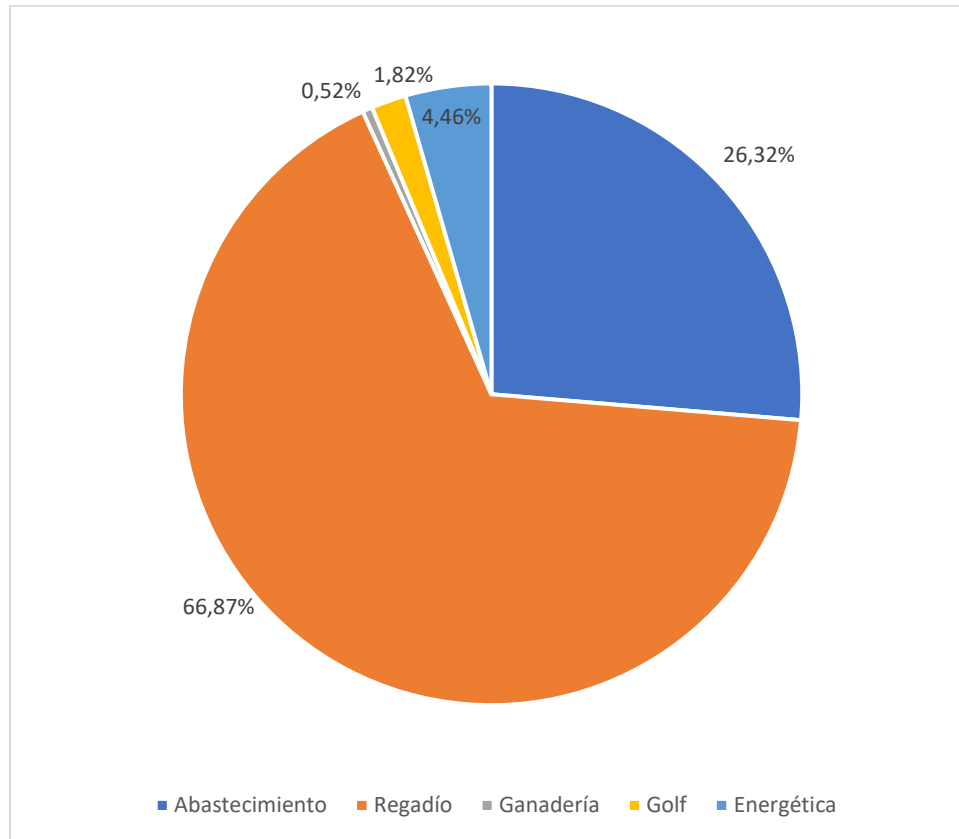
El análisis de los balances realizados en los apartados anteriores permite establecer las asignaciones y las reservas del Plan Hidrológico. Así, a partir de los resultados de los balances para el año 2027, con las series de recursos hídricos correspondientes al periodo 1980/81-2017/18, se establece la asignación de los recursos disponibles para las demandas previsibles en dicho horizonte temporal.

La asignación de recursos, formulada de acuerdo con los resultados del balance para el año 2027, se resume, por tipo de demanda, en la Tabla nº 65, y el detalle por unidad de demanda se recoge en el Apéndice VI.3.

Zona	Abastecimiento	Regadío	Ganadería	Golf	Energética	Total
Guadalete	100,73	197,15	1,62	6,64	18,21	324,35
Barbate	6,74	75,87	0,52	0,78	0,00	83,91
DHGB	107,47	273,02	2,14	7,42	18,21	408,26

**Tabla nº 65. Volumen (hm<sup>3</sup>) asignado por sistema de explotación y tipo de demanda**

En el total de la demarcación, la asignación asciende a un volumen total anual de 408,26 hm<sup>3</sup>, de los cuales un 67% son para regadío, un 26% para abastecimiento, un 4% para demandas energéticas el 1,8% riego de campos de golf y 0,5% para ganadería (Figura nº 22).



**Figura nº 22. Volumen asignado por tipo de demanda**

En la Tabla nº 66 se da el detalle por subsistema de explotación, tipo de demanda y origen del recurso.

Zona	Uso	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Regenerados
SEG	Abastecimiento	100,73	87,00	0,26	13,47	0,00
	Regadío	193,84	142,13	18,99	25,87	6,85
	Energética	18,21	0,00	15,24	2,97	0,00
	Golf	6,64	0,00	0,00	0,78	5,86
	Ganadería	1,62	0,00	1,62	0,00	0,00
	TOTAL		321,04	229,13	36,11	43,09



Zona	Uso	Total	Superficiales regulados	Superficiales fluyentes	Subterráneos	Regenerados
SEB	Abastecimiento	6,74	6,49	0,10	0,15	0,00
	Regadío	73,76	59,78	0,00	13,98	0,00
	Energética	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Golf	0,78	0,00	0,00	0,39	0,39
	Ganadería	0,52	0,00	0,52	0,00	0,00
	TOTAL	81,80	66,27	0,62	14,52	0,39

**Tabla nº 66. Volumen (hm<sup>3</sup>) asignado por sistema de explotación y tipo de demanda**

La diferencia entre el volumen asignado y la suma de recursos por orígenes se deben al déficit coyuntural que, aun produciendo un déficit puntual, no impiden el cumplimiento de los criterios de garantía establecidos en este plan hidrológico.

Este déficit es el que se producirá en periodos de escasez, donde el PES aplicará las restricciones oportunas, pero que en ningún caso provocan un incumplimiento de los criterios de garantía.

La asignación de recursos se encuentra condicionada en algunos casos por el cumplimiento de las expectativas de mejora de la eficiencia del regadío contempladas, como consecuencia de la ejecución de nuevas medidas de mejora y modernización propuestas en este Plan Hidrológico, por lo que, si algunas o todas las medidas no pueden llevarse a cabo por falta de financiación u otras causas, algunas de estas demandas, según los criterios de prioridad que se impongan, podrían tener una garantía insuficiente, especialmente con las esperables reducciones de recursos producidos por los efectos del cambio climático.

## 7 GLOSARIO DE ABREVIATURAS

CAGPDS	Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CEH	Centro de Estudios Hidrográficos
DGA	Dirección General del Agua
DHCMA	Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas
DHGB	Demarcación Hidrográfica del Guadalete - Barbate
DMA	Directiva Marco del Agua
EDAR	Estación Depuradora de Aguas Residuales
IPHA	Instrucción de Planificación Hidrológica para las Demarcaciones Intracomunitarias de Andalucía
LAA	Ley de Aguas de Andalucía
LPHN	Ley de Plan Hidrológico Nacional
PES	Plan Especial de Sequía
PH	Plan Hidrológico
RD	Real Decreto
RPH	Reglamento de Planificación Hidrológica

RDPH	Reglamento del Dominio Público Hidráulico
SEB	Sistema de Explotación Barbate
SEG	Sistema de Explotación Guadalete
SIMGES	Simulación de la Gestión de Recursos Hídricos
SIMPA	Sistema Integrado para la Modelación del proceso Precipitación Aportación
SSD	Sistema de Soporte a la Decisión
TRLA	Texto Refundido de la Ley de Aguas
UDA	Unidad de Demanda Agraria
UDG	Unidad de Demanda Ganadera
UDI	Unidad de Demanda Industrial
UDR	Unidad de Demanda Recreativa
UDU	Unidad de Demanda Urbana
ZR	Zona regable

## 8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Universidad Politécnica de Valencia. Modelo SIMGES de Simulación de la Gestión de Recursos Hídricos, incluyendo Utilización Conjunta. Versión 3.03.01. Manual del Usuario: Disponible en:

<https://aquatool.webs.upv.es/files/manuales/aquatool/ManualSimGesEsp.pdf>

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



**Unión Europea**  
Fondo Europeo  
de Desarrollo Regional



**Junta de Andalucía**