

Anejo VI. Asignación y reservas de recursos a usos

Demarcación Hidrográfica
de las Cuencas
Mediterráneas Andaluzas

Apéndice VI.2
Modelos de simulación del
sector occidental en
el horizonte 2027



APÉNDICE VI.2.

MODELOS DE SIMULACION DEL SECTOR OCCIDENTAL EN EL HORIZONTE 2027



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



JUNTA DE ANDALUCIA

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA Y MEDIO AMBIENTE

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ELEMENTOS CONSIDERADOS EN EL MODELO	2
2.1. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES NATURALES.....	2
2.1.1. MASAS DE AGUA SUPERFICIAL Y TRAMOS DE RÍO DEL MODELO.....	2
2.1.2. SERIES DE APORTACIONES Y PUNTOS DE INCORPORACIÓN	2
2.2. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS	3
2.2.1. MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA Y ACUÍFEROS INCLUIDOS EN EL MODELO	3
2.3. RECURSOS HÍDRICOS DE OTRAS PROCEDENCIAS.....	4
2.4. UNIDADES DE DEMANDA	4
2.4.1. UNIDADES DE DEMANDA URBANA	4
2.4.2. UNIDADES DE DEMANDA INDUSTRIAL	5
2.4.3. UNIDADES DE DEMANDA AGRARIA	5
2.4.4. DEMANDAS DE USO RECREATIVO (GOLF).....	5
2.5. CAUDALES ECOLÓGICOS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES.....	5
2.6. EMBALSES DE REGULACIÓN	6
2.7. CONDUCCIONES DE TRANSPORTE	8
2.8. ESQUEMA DE SIMULACIÓN RESULTANTE	9
2.9. PRIORIDADES Y REGLAS DE GESTIÓN	9
3. RESULTADOS PARA EL HORIZONTE 2027	11
3.1. ESCENARIOS SIN CAMBIO CLIMÁTICO	12
3.2. ESCENARIO CON CAMBIO CLIMÁTICO.....	16

Índice de tablas

Tabla 1.	Series de aportaciones incluidas en el esquema de simulación.....	3
Tabla 2.	Correspondencia entre acuíferos incluidos en el esquema de simulación y las masas de agua subterránea	3
Tabla 3.	Parámetros descriptivos del tipo conceptual de los acuíferos unicelulares.....	4
Tabla 4.	Características de las unidades de demanda urbana: toma, volumen anual, coeficiente de retorno y distribución mensual de la demanda.	4
Tabla 5.	Características de la unidad de demanda industrial: toma, volumen anual, coeficiente de retorno y distribución mensual de la demanda.	5
Tabla 6.	Características de las unidades de demanda agraria: toma, volumen anual, coeficiente de retorno y distribución mensual de la demanda.	5
Tabla 7.	Características de la demanda de uso recreativo (golf): toma, volumen anual, coeficiente de retorno y distribución mensual de la demanda.....	5
Tabla 8.	Caudales ecológicos (hm^3/mes) incluidos en el esquema de simulación del horizonte 2027 como caudales mínimos.	6
Tabla 9.	Caudales mínimos (hm^3/mes) aguas abajo de la derivación en los ríos Guadaiza, Guadalmina y Guadalmansa.	6
Tabla 10.	Tasa de evaporación (mm/mes) del embalse conjunto Charco Redondo-Guadarranque.	7
Tabla 11.	Tasa de evaporación (mm/mes) del embalse de La Concepción.....	7
Tabla 12.	Curva característica del embalse conjunto Charco redondo-Guadarranque	7



Tabla 13.	Capacidad (hm ³ /mes) de la derivación a Gibrálmédina	8
Tabla 14.	Capacidad (hm ³ /mes) de la conducción Guadalmanza-Guadalmína-Guadaiza	8
Tabla 15.	Regla de gestión del bombeo desde el acuífero de Guadarranque-Palmones	10
Tabla 16.	Reglas de gestión para suministro de la demanda de ACOSOL	10
Tabla 17.	Modelo Conjunto. Resultados obtenidos con la serie larga (1940/41-2005/06)	12
Tabla 18.	Modelo Conjunto. Resultados obtenidos con la serie corta (1980/81-2005/06)	14
Tabla 19.	Modelo Conjunto. Resultados obtenidos con la serie corta (1980/81-2005/06) y un escenario de cambio climático.	16

Índice de Figuras

Figura 1.	Localización de los puntos en los que se han estimado series de aportación y cuencas vertientes a dichos puntos	2
Figura 2.	Esquema de simulación del modelo	9



1. INTRODUCCIÓN

La metodología empleada para la realización de balances y la asignación y reserva de recursos ha sido la recogida en el apartado 4.2 del Anejo VI Sistemas de explotación y Balances. Como se explica en dicho apartado, en algunos casos los balances se han basado en los resultados obtenidos mediante la simulación de la gestión de los recursos con el modelo matemático Simges, integrado en la interfaz AquatoolDMA. El apéndice VI.1 recoge una descripción detallada de los elementos que constituyen los esquemas de simulación de los subsistemas modelizados, así como los resultados obtenidos a partir de estos modelos. Sin embargo, puesto que en el horizonte 2027 está previsto el funcionamiento conjunto de los subsistemas I-1 (Cuencas de los ríos Guadarranque y Palmones), I-2 (Cuenca del río Guadiaro) y I-3 (Cuencas vertientes al mar entre las desembocaduras de los ríos Guadiaro y Guadalhorce), ha sido necesario el desarrollo de un esquema de simulación que integre a todos ellos y que es objeto de descripción en el presente apéndice.



2. ELEMENTOS CONSIDERADOS EN EL MODELO

A continuación se realiza una descripción detallada de los elementos que constituyen el esquema de simulación del modelo conjunto de los subsistemas I-1, I-2 y I-3 para el horizonte 2027, complementando así la descripción individualizada de cada uno de los tres subsistemas efectuada en el Apéndice VI.1.

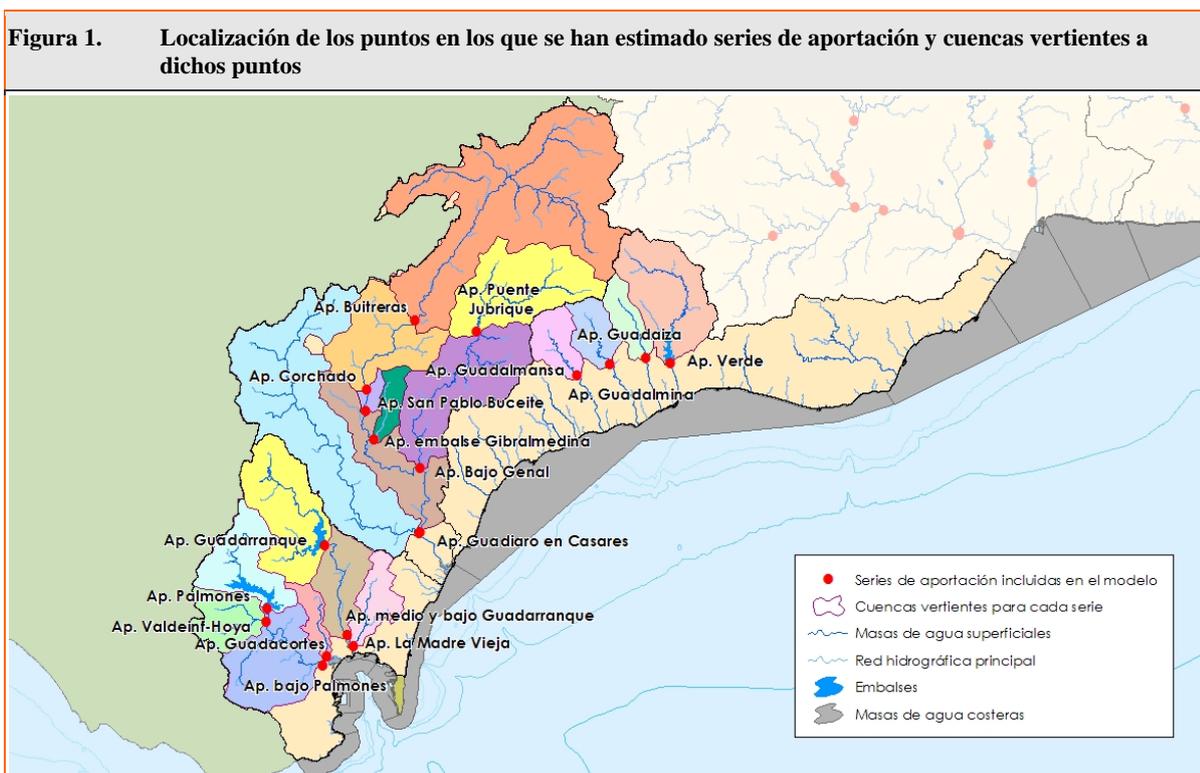
2.1. RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES NATURALES

2.1.1. MASAS DE AGUA SUPERFICIAL Y TRAMOS DE RÍO DEL MODELO

La red hidrográfica y las masas de agua de los tres subsistemas se han esquematizado mediante 27 conducciones tipo 1.

2.1.2. SERIES DE APORTACIONES Y PUNTOS DE INCORPORACIÓN

La siguiente figura muestra los puntos en los que se han estimado series de aportación de origen natural para su incorporación en el modelo.



Además, el esquema de simulación incorpora las series “Recarga acuífero C.Gibraltar”, correspondiente a la recarga estimada para el acuífero de Guadarranque-Palmones (U.H. 6.49), y “Recarga acuífero ss I-3”, que representa los recursos infiltrados a las unidades hidrológicas 6.38, 6.39, 6.40 y 6.47 (Sierra de Sierra de Mijas, Río Fuengirola, Marbella – Estepona y Guadiaro-Genal Hozgarganta). Los recursos constituidos por ambas series de aportación pasan a formar parte de los respectivos acuíferos mediante su filtración a través de conducciones tipo 2.

La Tabla 1 muestra los valores medios de todas estas series para los periodos 1940/41-2005/2006 y 1980/81- 2005/2006.

Nombre de la serie	Superficie cuenca vertiente (km ²)	Aportación media anual serie larga (1940/41-2005/06) (hm ³)	Aportación media anual serie corta (1980/81-2005/06) (hm ³)
Ap. Palmones	95,55	64,49	33,64
Ap. Guadarranque	145,22	58,25	45,58
Rec. Acuífero C.Gibraltar	-	17,00	13,30
Fluy. Algeciras ¹	-	3,87	3,87
Ap.Valdeinfierno-Hoya	60,21	26,46	25,69
Ap. Bajo Palmones	125,08	51,25	49,87
Ap. Guadacortes	25,43	7,35	6,52
Ap. Bajo Guadarranque	71,14	18,51	17,78
Ap. Madre Vieja	47,45	12,23	12,00
Ap Buitreras tras trasvase	464,37	153,48	109,08
Ap. Corchado	126,36	90,57	79,08
Ap. S. Pablo Buceite	11,53	89,16	80,55
Ap. Embalse Gibralthedina	26,54	13,04	11,28
Ap. Hozgarganta	351,85	112,51	102,11
Ap. Puente Jubrique	161,81	73,37	66,84
Ap. Bajo Genal	175,44	60,98	53,05
Ap. Guadiaro en Casares	117,98	36,13	33,51
Ap. Verde	143,00	67,11	61,65
Ap. Guadaiza	38,73	16,75	14,46
Ap. Guadalmina	44,15	22,31	19,34
Ap. Guadalmanza	46,12	19,95	17,32
Recarga acuífero ss I-3	-	25,00	22,97

2.2. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS

2.2.1. MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA Y ACUÍFEROS INCLUIDOS EN EL MODELO

La Tabla 2 recoge las masas de agua subterránea modelizadas como elementos acuíferos.

Código de la masa	Nombre de la masa subterránea	Acuífero del esquema de simulación	Tipo de acuífero
060.049	Guadarranque - Palmones	Guadarranque - Palmones	Unicelular
060.038	Sierra de Mijas	U.H. 6.38, 6.39, 6.40 y 6.47	Unicelular
060.039	Río Fuengirola		
060.040	Marbella-Estepona		
060.047	Guadiaro-Genal-Hozgarganta		

¹ La serie de aportaciones "Fluyentes Algeciras" corresponde a recursos fluyentes del Sistema Bujeo y del propio subsistema I-1 con los que se abastece parte de la población de Algeciras.

El caudal de relación río-acuífero viene determinado por el coeficiente de desagüe (alfa) y el volumen inicial asignado.

Tabla 3. Parámetros descriptivos del tipo conceptual de los acuíferos unicelulares

Acuífero modelo simulación	Parámetro alfa (mes ⁻¹)	Volumen inicial (hm ³)
Acuífero Guadarranque-Palmones	0,02412	17
U.H. 6.38, 6.39, 6.40 y 6.47	0,002	10

2.3. RECURSOS HÍDRICOS DE OTRAS PROCEDENCIAS

El esquema de simulación incluye, como la serie de aportación “Fluyentes Algeciras”, los recursos que recibe la ciudad de Algeciras gracias a una concesión para el aprovechamiento del manantial de El Bujeo, ubicado en la cuenca del Barbate.

Además, parte de la demanda de abastecimiento del subsistema I-3 puede satisfacerse con recursos procedentes de las desaladoras de Marbella, de 30 hm³ de capacidad máxima anual, y de Mijas-Fuengirola, de 40 hm³, que figuran en el modelo como las series de aportaciones “Agua desal. Marbella” y “Agua desal. Mijas”. Los valores anuales de estas series coinciden con la capacidad anual máxima de desalación de la correspondiente desaladora y su nivel de suministro a la demanda de abastecimiento queda condicionado al volumen de agua embalsada en el subsistema, según se recoge en el apartado 2.9.

2.4. UNIDADES DE DEMANDA

2.4.1. UNIDADES DE DEMANDA URBANA

El modelo incorpora 4 UDUs cuyas características figuran a continuación.

Tabla 4. Características de las unidades de demanda urbana: toma, volumen anual, coeficiente de retorno y distribución mensual de la demanda.

UDU	Tomas	V anual (hm ³)	Coef. retorno	Volumen mensual (hm ³)											
				oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Abastecimiento ssI-1	Embalses ss I-1 E. Gibrálmédina E. Concepción Ac. Guadarranque-Palmones Fluyentes Algeciras	30,19	0	2,81	1,71	1,47	1,57	2,28	2,71	3,46	3,54	3,23	2,79	1,97	2,65
Abastecimientos bajo Guadiaro	Embalses ss I-1, E. Gibrálmédina, E. Concepción	3,62	0	0,29	0,26	0,26	0,28	0,30	0,31	0,34	0,33	0,33	0,31	0,29	0,31
Demanda ACOSOL	Embalses ss I-1, E. Gibrálmédina, U.H. 6.38, 6.39, 6.40 y 6.47, D. Marbella y D. Mijas-Fuengirola	111,95	0,65	10,91	7,78	7,58	7,42	5,99	7,03	7,42	8,64	10,80	12,78	13,23	12,37
Demanda ACOSOL Regeneradas	Retornos ACOSOL	14,89	0	1,45	1,04	1,01	0,99	0,80	0,93	0,99	1,15	1,44	1,70	1,76	1,64

2.4.2. UNIDADES DE DEMANDA INDUSTRIAL

La tabla siguiente muestra las características de la UDI incluida en el esquema de simulación.

Tabla 5. Características de la unidad de demanda industrial: toma, volumen anual, coeficiente de retorno y distribución mensual de la demanda.

UDI	Tomas	V anual (hm ³)	Coef. retorno	Volumen mensual (hm ³)											
				oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Industria ssl-1	Embalses ss I-1 y Ac. Guadarranque - Palmones	18,92	0	1,51	1,35	1,36	1,47	1,58	1,61	1,79	1,72	1,72	1,64	1,52	1,63

2.4.3. UNIDADES DE DEMANDA AGRARIA

Las UDAs contempladas en el esquema de simulación son las siguientes.

Tabla 6. Características de las unidades de demanda agraria: toma, volumen anual, coeficiente de retorno y distribución mensual de la demanda.

UDA	Toma	V anual (hm ³)	Coef. retorno	Volumen mensual (hm ³)											
				oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Regadíos ssl-1 (Plan Coordinado)	Embalses ss I-1	7,59	0	0,29	0,21	0,09	0,00	0,00	0,19	0,34	0,52	1,48	1,73	1,57	1,17
Regadíos San Martín del Tesorillo	E. Gibrálmedina	5,74	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,71	1,40	1,55	1,23	0,73
Regadíos San Pablo de Buceite	E. Gibrálmedina y Río Guadiaro	2,70	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,33	0,66	0,73	0,58	0,34
Regadíos Hozgarganta	E. Gibrálmedina y río Hozgarganta	2,22	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,27	0,54	0,60	0,47	0,28
Regadíos Genal-Guadiaro	Río Genal	7,90	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,97	1,93	2,14	1,69	1,01
Regadío (Residuales)	Retornos ACOSOL	4,73	0	0,31	0,16	0,10	0,08	0,16	0,21	0,32	0,36	0,47	0,78	1,06	0,71

2.4.4. DEMANDAS DE USO RECREATIVO (GOLF)

A continuación se muestran las demandas de uso recreativo contempladas en el esquema de simulación.

Tabla 7. Características de la demanda de uso recreativo (golf): toma, volumen anual, coeficiente de retorno y distribución mensual de la demanda.

UDA	Toma	V anual (hm ³)	Coef. retorno	Volumen mensual (hm ³)											
				oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Golf Costa del Sol Occidental (residuales)	Retornos ACOSOL	19,19	0	0,45	0,24	1,19	1,37	2,21	2,90	3,38	3,01	2,08	1,42	0,58	0,36

2.5. CAUDALES ECOLÓGICOS Y REQUERIMIENTOS AMBIENTALES.

Los caudales ecológicos definidos para las masas estratégicas del conjunto de los subsistemas son los recogidos en la tabla siguiente y se han incorporado en el esquema de simulación como caudales mínimos a respetar en los tramos correspondientes. En todos los casos figura únicamente la propuesta final de caudales, ya que es la exigible en el horizonte 2027.

Tabla 8. Caudales ecológicos (hm³/mes) incluidos en el esquema de simulación del horizonte 2027 como caudales mínimos.

Tramo	Caudales ecológicos (hm ³ /mes)											
	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
0611050 Bajo Palmones - Presa	0,11	0,34	0,97	0,72	0,52	0,44	0,29	0,17	0,08	0,09	0,09	0,08
0611050 Bajo Palmones	0,85	1,42	2,36	1,84	1,51	1,24	0,98	0,66	0,21	0,21	0,21	0,21
0611110 Medio Guadarranque	0,12	0,21	0,80	0,62	0,45	0,39	0,21	0,16	0,12	0,12	0,12	0,12
0611030 Valdeinfierno La Hoya	0,29	0,74	1,22	0,75	0,64	0,30	0,23	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
612062 Bajo Guadiaro-Buitreras	1,73	3,73	3,85	3,85	3,48	3,85	3,73	1,73	1,68	1,73	1,73	1,68
612062 Bajo Guadiaro-San Pablo Buceite	1,67	3,88	5,36	5,21	4,28	3,50	3,01	2,41	1,55	1,10	0,82	0,78
0613062 Bajo Guadalmanza	0,34	0,69	0,81	0,77	0,63	0,52	0,46	0,42	0,39	0,25	0,20	0,20
0613072Z Medio y Bajo Guadalmina	0,37	0,77	0,92	0,87	0,72	0,60	0,52	0,48	0,46	0,29	0,24	0,24
0613092Z Medio y Bajo Guadaiza	0,27	0,55	0,69	0,66	0,53	0,44	0,38	0,36	0,36	0,23	0,18	0,18
0613140 Bajo Verde de Marbella	0,40	0,73	1,07	0,96	0,81	0,88	0,67	0,52	0,39	0,40	0,40	0,39

En el caso de los ríos Guadaiza, Guadalmina y Guadalmanza la derivación de recursos hacia el embalse de La Concepción debe respetar no solo el régimen de caudales ecológicos en el tramo inmediatamente aguas abajo sino también una serie de servidumbres para riego. Por ello, los caudales mínimos finalmente aplicables en estos ríos aguas abajo de la derivación son los recogidos en la Tabla 9:

Tabla 9. Caudales mínimos (hm³/mes) aguas abajo de la derivación en los ríos Guadaiza, Guadalmina y Guadalmanza.

Tramo	Caudales mínimos (hm ³ /mes)											
	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Servidumbres y ecológicos del Guadaiza	0,31	0,56	0,65	0,68	0,56	0,48	0,42	0,40	0,41	0,31	0,28	0,25
Servidumbres y ecológicos del Guadalmina	0,42	0,79	0,96	0,91	0,69	0,64	0,55	0,54	0,51	0,40	0,38	0,33
Servidumbres y ecológicos del Guadalmanza	0,39	0,71	0,85	0,80	0,61	0,56	0,51	0,48	0,46	0,36	0,36	0,30
Servidumbres y ecológicos del Guadaiza	0,31	0,56	0,65	0,68	0,56	0,48	0,42	0,40	0,41	0,31	0,28	0,25

2.6. EMBALSES DE REGULACIÓN

Las principales infraestructuras de regulación del modelo son:

- Los embalses de Charco Redondo y Guadarranque: se ha considerado el recrecimiento del embalse de Guadarranque hasta los 130 hm³ y se ha simulado conjuntamente con Charco Redondo como un único embalse (Embalses ssl-1), cuyo volumen máximo de almacenamiento es de 201 hm³ una vez descontado el 5 % para resguardo ante avenidas.
- El embalse de Gibrálmedina, el cual cuenta con un volumen máximo de almacenamiento de 50 hm³, una vez descontado el resguardo para avenidas.
- Embalse de La Concepción, recrecido mediante una obra incluida en el programa de inversiones del Plan Hidrológico Nacional aprobado por la Ley 11/2005, de 22 de junio, que modifica la Ley 10/2001 del PHN por la que fue declarada de Interés General, y que fue encomendada a Acusur. La solución que actualmente se contempla como la más idónea para dicho recrecimiento, al no requerir el vaciado del embalse, consiste en la construcción de una presa complementaria entre la actual y el viaducto de la autovía. Esto supone que la capacidad global del embalse será de 100 hm³ y su volumen de almacenamiento, una vez descontado el resguardo para avenidas, de 95 hm³.

Las tablas siguientes muestran las tasas de evaporación (mm/mes) y las curvas características de los embalses del modelo. Cabe señalar que al embalse conjunto Charco Redondo-Guadarranque se le ha asignado la tasa de evaporación del primero, por ser éste el que mayor superficie tiene de los dos.

Tabla 10. Tasa de evaporación (mm/mes) del embalse conjunto Charco Redondo-Guadarranque.

Mes	Embalse de Guadarranque			
	Evaporación	Precipitación	Diferencia	Evaporación modelo
Oct	61.1	88.3	-27.2	0,0
Nov	41.3	142.4	-101.1	0,0
Dic	33.5	157.1	-123.6	0,0
Ene	43.2	167.7	-124.5	0,0
Feb	40.2	129.3	-89.1	0,0
Mar	46.5	133.4	-86.9	0,0
Abr	63	77.4	-14.4	0,0
May	62.1	52.1	10,0	10,0
Jun	97	12.2	84.8	84.8
Jul	107.4	0.4	107,0	107,0
Ago	117.7	3.9	113.8	113.8
Sep	87.5	21.1	66.4	66.4
Total	800.5	985.3	-184.8	382

Tabla 11. Tasa de evaporación (mm/mes) del embalse de La Concepción.

Mes	La Concepción			
	Evaporación	Precipitación	Diferencia	Evaporación modelo
Oct	61,1	86,3	-25,2	0,0
Nov	41,3	153,3	-112,0	0,0
Dic	33,5	146,6	-113,1	0,0
Ene	43,2	123,2	-80,0	0,0
Feb	40,2	108,0	-67,8	0,0
Mar	46,5	109,1	-62,6	0,0
Abr	63,0	64,6	-1,6	0,0
May	62,1	41,9	20,2	20,2
Jun	97,0	13,2	83,8	83,8
Jul	107,4	1,5	105,9	105,9
Ago	117,7	6,1	111,6	111,6
Sep	87,5	26,8	60,7	60,7
Total	800,5	880,6	-80,1	382,2

Tabla 12. Curva característica del embalse conjunto Charco redondo-Guadarranque

Cota (m.s.n.m.)	Superficie (ha)	Volumen (hm ³)
30,01	13,37	0,45
40,00	101,48	5,78
50,00	238,40	22,79
60,00	407,87	54,70
65,00	501,16	77,78
70,00	650,17	106,66
75,00	767,06	134,85

2.7. CONDUCCIONES DE TRANSPORTE

Las conducciones de transporte representadas, mediante conducciones tipo 1, en el esquema de simulación son las siguientes:

- Túneles de derivación de agua desde los arroyos de Valdeinfierno y La Hoya de Alhojíz hasta el embalse de Charco Redondo. La capacidad máxima asignada a esta conducción es de 1,5 hm³/mes de octubre a abril, no utilizándose en los meses de mayo a septiembre.
- Derivación desde el río Guadiaro hasta el embalse de Gibrálmedina, cuya capacidad figura en la siguiente tabla.

Tabla 13. Capacidad (hm³/mes) de la derivación a Gibrálmedina

	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Capacidad conducción	10,67	10,33	10,67	10,67	9,64	10,67	10,33	10,67	10,33	10,67	10,67	10,33

- Túneles de trasvase desde los azudes en los ríos Guadaiza, Guadalmina y Guadalmanza hasta el embalse de La Concepción. La capacidad mensual de las conducciones, recogida en la Tabla 14, se ha estimado a partir de las series de caudales diarios registrados y los caudales de servidumbre.

Tabla 14. Capacidad (hm³/mes) de la conducción Guadalmanza-Guadalmina-Guadaiza

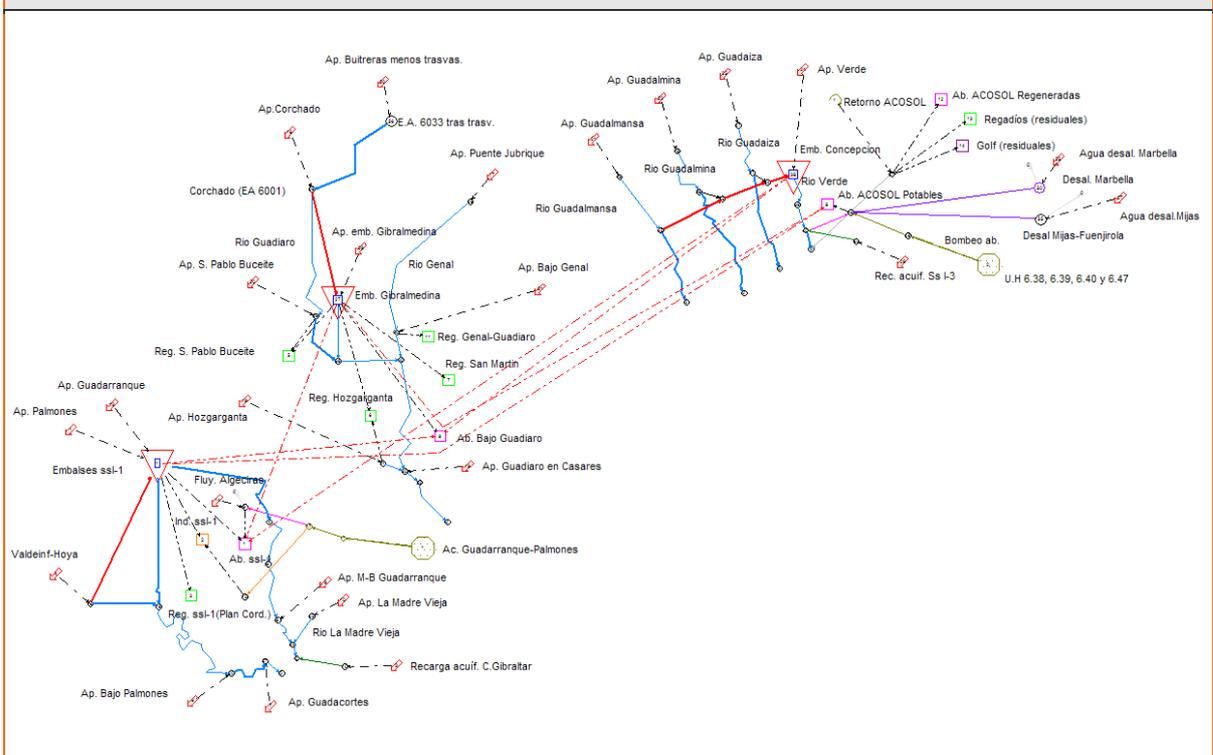
	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep
Capacidad conducción	16,54	16,01	16,54	16,54	14,94	16,54	16,01	16,54	16,01	16,54	16,54	16,01

Por otra parte, las demandas de abastecimiento de cada subsistema pueden ser atendidas en caso de emergencia con los recursos regulados en los otros dos subsistemas. Estos recursos se suministrarán a través de conducciones reversibles que los interconectarán. En el esquema de simulación, esta interconexión se ha logrado dotando las demandas de abastecimiento de tomas en los embalses de los restantes subsistemas que, gracias a una regla de operación (ver apartado 2.9), únicamente están operativas en la fase de emergencia.

2.8. ESQUEMA DE SIMULACIÓN RESULTANTE

En la Figura 2 se presenta el esquema de simulación resultante.

Figura 2. Esquema de simulación del modelo



2.9. PRIORIDADES Y REGLAS DE GESTIÓN

Se han establecido diferentes reglas de gestión con el objetivo de regular tanto los bombeos de recursos subterráneos, como el envío de agua desde las desaladoras y otros subsistemas.

La demanda de abastecimiento del subsistema I-1 se sirve desde el embalse conjunto Charco Redondo-Guadarranque aunque, durante la fase de emergencia (Fase 4) puede recibir recursos desde los embalses de Gibralfmedina y La Concepción gracias a las conducciones reversibles que los conectan. Para ello, el nudo de demanda cuenta con tomas en los embalses que se activan cuando el volumen embalsado desciende de los 24,2 hm³.

Además, tanto la demanda de abastecimiento como la demanda industrial del subsistema I-1 tienen acceso a recursos subterráneos, extraídos mediante bombeo del acuífero Guadarranque-Palmones. El volumen bombeado se regula mediante la regla de operación recogida en la siguiente tabla y que actúa en función de los recursos embalsados. No obstante, estos recursos subterráneos son únicamente de apoyo y emergencia y se da preferencia a la satisfacción de las demandas con aguas superficiales.

Tabla 15. Regla de gestión del bombeo desde el acuífero de Guadarranque-Palmones

Fases de gestión	Vol. embalse (hm ³)	Bombeo (hm ³ /mes)	Capacidad bombeo (hm ³ /mes)	% de la capacidad	Coef. restric.
Fase 1	91,20	0,48	1,62	29,32	0,71
Fase 2	75,20	0,88	1,62	54,53	0,45
Fase 3	49,20	1,20	1,62	74,07	0,26
Fase 4	24,20	1,62	1,62	99,79	0,00

La UDU propia del subsistema I-2 (abastecimientos del Bajo Guadiaro) se sirve desde el embalse de Gibrálmedina pero, como ocurría en el subsistema I-1, durante la fase de emergencia (fase 4), puede recibir recursos desde el resto de embalses gracias a las conducciones reversibles que los conectan. Para ello, el nudo de demanda cuenta con tomas en los embalses Charco Redondo-Guadarranque y La Concepción, que están operativas sólo cuando el volumen del embalse de Gibrálmedina se encuentra por debajo de los 13 hm³. Además, a partir de ese momento, los regadíos del subsistema dejan de ser servidos.

En el caso de la UDU ACOSOL potables, las tomas en los embalses de Gibrálmedina y Charco Redondo-Guadarranque, que representan las conducciones reversibles que interconectan los subsistemas, se activan cuando el volumen embalsado en La Concepción desciende por debajo de los 35 hm³. Asimismo, la UDU puede acceder también a recursos subterráneos obtenidos por bombeo así como a los desalados en las instalaciones de Marbella y Mijas-Fuengirola. Tanto en el caso de los recursos bombeados como en el de los desalados, la cuantía de los mismos servida a la demanda está regulada mediante las reglas de operación que se presentan en la Tabla 16 y que son función del volumen de agua almacenada en La Concepción.

Tabla 16. Reglas de gestión para suministro de la demanda de ACOSOL

Fases de gestión	Bombeo abastecimientos					Desalación abastecimientos				
	V embalse (hm ³)	Bombeo (hm ³ /mes)	Capacidad bombeo (hm ³ /mes)	% de la capacidad	Coef. restricción	V embalse (hm ³)	Desalación (hm ³ /mes)	Capacidad desalación (hm ³ /mes)	% de la capacidad	Coef. restricción
Fase 0	95,00	0,00	2,36	0%	1,00	95,00	0,60	5,04	12%	0,88
Fase 1	87,87	0,12	2,36	5%	0,95	85,00	1,25	5,04	25%	0,75
Fase 2	77,33	0,59	2,36	25%	0,75	75,00	2,50	5,04	50%	0,50
Fase 3	65,03	1,18	2,36	50%	0,50	65,00	3,75	5,04	75%	0,25
Fase 4	43,94	2,36	2,36	100%	0,00	50,00	5,04	5,04	100%	0,00

3. RESULTADOS PARA EL HORIZONTE 2027

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las simulaciones de los escenarios correspondientes a la serie larga (1940/41-2005/06) y a la serie corta (1980/81-2005/06).

Con el objetivo de conocer el posible efecto del cambio climático sobre el servicio y garantía de las demandas de éste modelo conjunto, se ha realizado de manera adicional una simulación con la serie corta de las aportaciones afectada con el porcentaje de reducción global previsto en el Anejo II Inventario de Recursos Hídricos del presente Plan Hidrológico (8%).

Para cada escenario se muestran las demandas totales y las garantías (mensuales y anuales), así como el cumplimiento o no de los criterios establecidos en la IPH.



3.1. ESCENARIOS SIN CAMBIO CLIMÁTICO

Tabla 17. Modelo Conjunto. Resultados obtenidos con la serie larga (1940/41-2005/06).													
Demanda	Demanda Total (hm ³ /año)	Garantía volumétrica (%)	Demanda servida (hm ³ /año)	Déficit (hm ³ /año)	Garantía (%)		Fallo (% demanda anual)				Criterio IPH 2008 para demandas urbanas		
					Mensual	Anual	En un año	En dos años	En diez años	Cumple Criterio tipo "Utah DWR"	Mensual	Anual	Cumple Criterio
Ab. ssl-1	30,2	100,0	30,2	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ab. ACOSOL Potables	112,0	100,0	112,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ab. ACOSOL Regeneradas	14,9	100,0	14,9	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ab. Bajo Guadiaro	3,6	100,0	3,6	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ind. ssl-1 ²	18,9	100,0	18,9	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Reg. ssl-1 (Plan Cord.)	7,6	100,0	7,6	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. S. Pablo Buceite	2,7	100,0	2,7	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. Hozgarganta	2,2	100,0	2,2	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. San Martin	5,7	100,0	5,7	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. Genal-Guadiaro	7,9	93,4	7,4	0,5	94,9	77,3	50,4	88,0	252,8	no cumple			
Regadíos Residuales	4,7	100,0	4,7	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Golf (residuales) ³	19,2	100,0	19,2	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Total	229,6		229,1	0,5									

² A la demanda industrial del subsistema I-1 se le ha aplicado el mismo criterio de garantía que a las demandas de abastecimiento

³ A la demanda de uso recreativo (golf residuales) se le ha aplicado el mismo criterio de garantía que a las demandas de abastecimiento

Otros usos y restricciones ambientales (masas de agua)	Caudal mínimo (hm ³ /año)	Garantía (%)
0611050 Bajo Palmones-Presa	3,88	100,0
0611030 Valdeinferno-La Hoya	4,24	100,0
0611050 Bajo Palmones	11,70	100,0
0611110 Medio Guadarranque	3,43	100,0
0612062 Bajo Guadiaro-Buitreras	32,80	100,0
0612062 Bajo Guadiaro-San Pablo Buceite	35,56	100,0
Caudal ecológico Río Verde de Marbella	7,62	100,0
Servidumbre Guadalmanza	5,69	56,1
Servidumbre Guadalmina	6,49	58,0
Servidumbre Guadaiza	4,85	100,0

Tabla 18. Modelo Conjunto. Resultados obtenidos con la serie corta (1980/81-2005/06).

Demanda	Demanda Total (hm ³ /año)	Garantía volumétrica (%)	Demanda servida (hm ³ /año)	Déficit (hm ³ /año)	Garantía (%)		Fallo (% demanda anual)				Criterio IPH 2008 para demandas urbanas		
					Mensual	Anual	En un año	En dos años	En diez años	Cumple Criterio tipo "Utah DWR"	Mensual	Anual	Cumple Criterio
Ab. ssl-1	30,2	100,0	30,2	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ab. ACOSOL Potables	112,0	100,0	112,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ab. ACOSOL Regeneradas	14,9	100,0	14,9	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ab. Bajo Guadiaro	3,6	100,0	3,6	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ind. ssl-1	18,9	100,0	18,9	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Reg. ssl-1 (Plan Cord.)	7,6	100,0	7,6	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. S. Pablo Buceite	2,7	100,0	2,7	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. Hozgarganta	2,2	100,0	2,2	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. San Martin	5,7	100,0	5,7	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. Genal-Guadiaro	7,9	86,1	6,8	1,1	89,7	53,8	50,4	88,0	252,8	no cumple			
Regadíos Residuales	4,7	100,0	4,7	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Golf (residuales)	19,2	100,0	19,2	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Total	229,6		228,5	1,1									

Otros usos y restricciones ambientales (masas de agua)	Caudal mínimo (hm ³ /año)	Garantía (%)
0611050 Bajo Palmones-Presa	3,88	100,0
0611030 Valdeinferno-La Hoya	4,24	100,0
0611050 Bajo Palmones	11,70	100,0
0611110 Medio Guadarranque	3,43	100,0
0612062 Bajo Guadiaro-Buitreras	32,80	100,0
0612062 Bajo Guadiaro-San Pablo Buceite	35,56	100,0
Caudal ecológico Río Verde de Marbella	7,62	100,0
Servidumbre Guadalmanza	5,69	52,2
Servidumbre Guadalmina	6,49	53,2
Servidumbre Guadaiza	4,85	53,5

3.2. ESCENARIO CON CAMBIO CLIMÁTICO

Tabla 19. Modelo Conjunto. Resultados obtenidos con la serie corta (1980/81-2005/06) y un escenario de cambio climático.

Demanda	Demanda Total (hm ³ /año)	Garantía volumétrica (%)	Demanda servida (hm ³ /año)	Déficit (hm ³ /año)	Garantía (%)		Fallo (% demanda anual)				Criterio IPH 2008 para demandas urbanas		
					Mensual	Anual	En un año	En dos años	En diez años	Cumple Criterio tipo "Utah DWR"	Mensual	Anual	Cumple Criterio
Ab. ssl-1	30,2	100,0	30,2	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ab. ACOSOL Potables	112,0	100,0	112,0	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ab. ACOSOL Regeneradas	14,9	100,0	14,9	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ab. Bajo Guadiaro	3,6	100,0	3,6	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Ind. Ssl-1	18,9	100,0	18,9	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Reg. ssl-1 (Plan Cord.)	7,6	100,0	7,6	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. S. Pablo Buceite	2,7	100,0	2,7	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. Hozgarganta	2,2	100,0	2,2	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. San Martin	5,7	100,0	5,7	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Reg. Genal-Guadiaro	7,9	83,4	6,6	1,3	87,5	46,2	53,4	94,6	285,4	no cumple			
Regadíos Residuales	4,7	100,0	4,7	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple			
Golf (residuales)	19,2	100,0	19,2	0,0	100,0	100,0	0,0	0,0	0,0	cumple	0	0	cumple
Total	229,6		228,3	1,3									

Otros usos y restricciones ambientales (masas de agua)	Caudal mínimo (hm ³ /año)	Garantía (%)
0611050 Bajo Palmones-Presa	3,88	100,0
0611030 Valdeinferno-La Hoya	4,24	100,0
0611050 Bajo Palmones	11,70	100,0
0611110 Medio Guadarranque	3,43	100,0
0612062 Bajo Guadiaro-Buitreras	32,80	100,0
0612062 Bajo Guadiaro-San Pablo Buceite	35,56	100,0
Caudal ecológico Río Verde de Marbella	7,62	100,0
Servidumbre Guadalmanza	5,69	47,7
Servidumbre Guadalmina	6,49	50,0
Servidumbre Guadaiza	4,85	51,0