



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE CAMINOS,
CANALES Y PUERTOS



Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos.

Memoria

Trabajo final de grado

Titulación: Grado en Ingeniería Civil

Curso: 2014/15

Autor: Carla García Juan

Subtítulo diferenciador: Caso 2: Sistema Turia

Autor: Almudena Sánchez Alfaro

Subtítulo diferenciador: Caso 3: Sistema Júcar

Autor: Juan Luis González Canales

Subtítulo diferenciador: Caso 4: Sistema Serpis-Marina Alta-Marina Baja-Vinalopó

Tutor: Teodoro Estrela Monreal

Cotutor: Miguel Ángel Pérez Martín

Valencia, junio de 2015



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos.



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ÁMBITO DE ESTUDIO: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR	6
2.1. Situación geográfica	6
2.2. Marco físico	6
2.2.1. Litología	6
2.2.2. Rasgos geomorfológicos	7
2.2.3. Clima	8
2.2.4. Red de drenaje	9
2.2.5. Usos del suelo	9
2.3. Sistemas de explotación	10
2.4. Características socio-económicas	10
2.5. Masas de agua superficial	11
2.6. Masas de agua subterránea	12
3. ANTECEDENTES	13
3.1. Mapa de masas de agua subterránea	13
3.2. Mapa relación río-acuífero	15
3.3. Mapa de puntos de control de caudales ecológicos	16
3.4. Tabla de datos previos del PHJ	20
4. METODOLOGÍA	23
5. DESCRIPCIÓN CASO 2: SISTEMA TURIA	27
5.1. Descripción del sistema de explotación	27
5.1.1. Sistema de explotación Turia	27
6. APLICACIÓN CASO DE ESTUDIO 2	30
6.1. Análisis de la relación caudal ecológico-salidas a río	30
6.1.1. Sistema de explotación Turia	30
6.2. Comparación de restricciones ambientales	40
6.2.1. Sistema de explotación Turia	40
7. DESCRIPCIÓN CASO 3: SISTEMA JÚCAR	57
7.1. Descripción del sistema de explotación	57



7.1.1. Sistema de explotación Júcar	57
8. APLICACIÓN CASO DE ESTUDIO 3	63
8.1. Análisis de relación caudal ecológico-salidas a río	63
8.1.1. Río Cabriel	64
8.1.2. Río Magro	67
8.1.3. Río Albaida	70
8.1.4. Río Júcar	72
8.2. Comparación de restricciones ambientales	78
8.2.1. Río Cabriel	78
8.2.2. Río Magro	81
8.2.3. Río Albaida	84
8.2.4. Río Júcar	86
9. DESCRIPCIÓN CASO 4: SISTEMA SERPIS-MARINA ALTA-MARINA BAJA-VINALOPÓ	
9.1. Descripción del sistema de explotación	93
9.1.1. Sistema de explotación Serpis	93
9.1.2. Sistema de explotación Marina Alta	94
9.1.3. Sistema de explotación Marina Baja	96
9.1.4. Sistema de explotación Vinalopó-Alacantí	97
10. APLICACIÓN CASO DE ESTUDIO 4	100
10.1. Análisis de relación caudal ecológico-salidas a río	100
10.1.1. Sistema de explotación Serpis	100
10.1.2. Sistema de explotación Marina Alta	104
10.1.3. Sistema de explotación Marina Baja	104
10.1.4. Sistema de explotación Vinalopó-Alacantí	107
10.2. Comparación de restricciones ambientales	112
10.2.1. Río Serpis	112
10.2.2. Río Algar	118
10.2.3. Río Vinalopó	122
10.2.4. Río Monnegre	127
11. CONCLUSIONES	132
12. REFERENCIAS	136



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos.

13. BIBLIOGRAFÍA

137



1. INTRODUCCIÓN

La Directiva Marco del AGUA (DMA) es una norma que tiene como objetivo establecer un marco para la protección de las aguas continentales, las aguas de transición, las aguas costeras y las aguas subterráneas. Su propósito ambiental es el siguiente: para el año 2015 debe de haberse alcanzado el buen estado de los sistemas acuáticos de todos los países de la Unión.

Para alcanzar dicho propósito la DMA se marca los siguientes objetivos

- Prevención del deterioro adicional y protección y mejora de los ecosistemas acuáticos.
- Promoción de los usos sostenibles del agua.
- Protección y mejora del medio acuático
- Reducción de la contaminación de las aguas subterráneas
- Paliación de los efectos de inundaciones y sequías.
- Garantizar el suministro suficiente de agua superficial o subterránea en buen estado.

Este estudio se propone como objetivo el análisis de este último punto, intentando que el suministro de los caudales ecológicos se lleve a cabo a través de las aportaciones que realizan las masas de agua subterráneas a las distintas masas de agua superficial.

2. ÁMBITO DE ESTUDIO: CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

2.1 Situación geográfica

El ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Júcar está situado en el extremo central este de la Península Ibérica, donde se incluyen todas las cuencas hidrográficas que viertan sus aguas al mar Mediterráneo desde la desembocadura del río Segura hasta la del río Cenja, este último también está incluido. La Demarcación Hidrográfica del Júcar limita con las demarcaciones del Ebro, del Segura, del Tajo, del Guadiana y del Guadalquivir. La superficie total del territorio es de 42.735 km² y se extiende dentro de cinco Comunidades Autónomas: Aragón, Castilla-La Mancha, Comunidad Valenciana y Región de Murcia).



Ilustración 1. Localización de la Confederación Hidrográfica del Júcar

2.2 Marco físico

2.2.1 Litología

Las diferentes litologías existentes en la Confederación Hidrográfica del Júcar se han agrupado según el tipo litológicos y su comportamiento hidrodinámico en las siguientes agrupaciones litológicas.

- Alternancia de calizas, areniscas, arcillas, margas y calizas margosas
- Arcillas, margas y limos
- Arenas, gravas y conglomerados
- Arenas y gravas con contenido en arcilla
- Areniscas
- Calizas, dolomías y yesos
- Calizas y dolomías clasificadas
- Esquistos / pizarras
- Metamórficas / ígneas
- Volcánicas

AGRUPACIONES LITOLÓGICAS

	- Sin información litológica
	A - Arcillas, margas y limos
	B - Esquistos / pizarras
	C - Calizas, dolomías y yesos
	D - Areniscas
	E - Alternancia de calizas, areniscas, arcilla, margas y calizas margosas
	F - Arenas y gravas con contenido en arcillas
	G - Metamórficas / ígneas
	H - Arenas, gravas y conglomerados
	I - Volcánicas
	J - Calizas y dolomías carstificadas

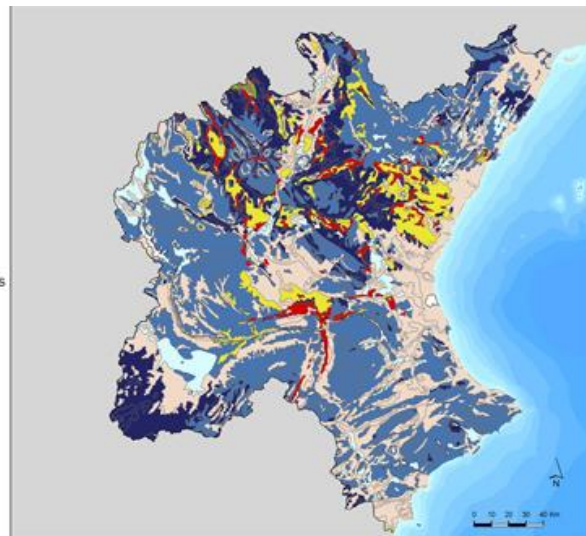


Ilustración 2. Agrupaciones litológicas de la Confederación Hidrográfica del Júcar

2.2.2 Rasgos geomorfológicos

Las principales características que se encuentran en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar pueden agruparse en dos grandes ambientes: una interior montañosa, con altitudes superiores a los 1500 metros, cuyo punto máximo es Peñarroya



con 2028 metros, pero por lo general las altitudes se encuentran por debajo de los 1000 metros, y otra costera, constituidas por las conocidas planas (llanuras litorales).

La principal cadena montañosa es el sistema Ibérico, que se extiende más allá del ámbito de estudio y que actúa como barrera para los frentes marinos, que eleva las nubes cargadas de humedad produciéndose posteriormente la precipitación. En este sistema montañoso nacen ríos importantes como el Júcar, que da nombre a la demarcación, el Turia y el Mijares que proporcionan en conjunto el 65% de la escorrentía media de todo el ámbito.

En la parte Sur y Suroeste de la demarcación se encuentra la parte final del sistema Bético, lugar de nacimiento de los ríos Serpis y Vinalopó.

La llanura costera se extiende a lo largo de la franja costera y está delimitada en la parte noroeste por el sistema Ibérico, en la parte oeste por la llanura continental y por el sur con el sistema Bético.

Por último, la zona de la Mancha es una superficie llana con una altura media de 650 metros, situada entre los sistemas montañosos Ibérico y Bético. En esta llanura se encuentra un acuífero de grandes dimensiones, el acuífero de la Mancha Oriental, que está conectado al río Júcar cuando éste atraviesa la llanura.

2.2.3 Clima

Sobre esta demarcación se desarrolla un clima mediterráneo, con veranos cálidos y secos y con inviernos suaves con una excepción llamada "gota fría". Este fenómeno tiene una mayor probabilidad de ocurrencia en los meses de octubre y noviembre y provoca precipitaciones repentinas y bruscas, causando en ocasiones inundaciones devastadoras.

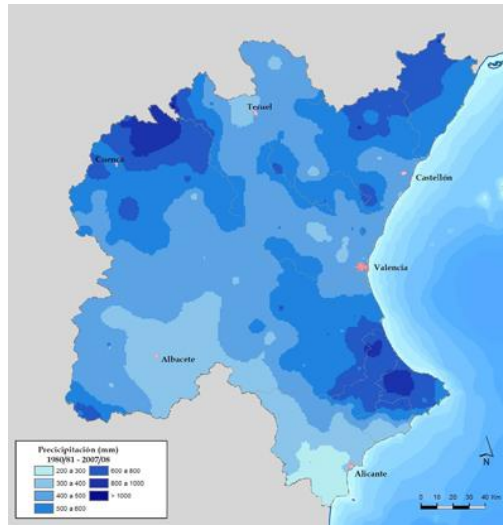


Ilustración 3. Precipitación media anual (mm/año)

2.2.4 Red de drenaje

La red de drenaje está articulada básicamente por los ríos Cenia, Mijares, Palancia, Turia, Júcar, Serpis y Vinalopó, siendo los ríos Júcar y Turia los más importantes.

La aportación total de la red fluvial proviene mayoritariamente de la escorrentía subterránea, de ahí la importancia de las aguas subterráneas.

2.2.5 Usos del suelo

El uso del suelo predominante en la demarcación es el bosque y las zonas semi-naturales, que ocupa el 50% del territorio. El siguiente uso mayoritario es el de zonas agrícolas de secano, que cubren un 36% del territorio, y tras este las zonas agrícolas de regadío con un 10%. Las zonas urbanas e industriales cubren un 3% del territorio y el 1% restante corresponde a humedales y superficies acuáticas.



2.3 Sistemas de explotación

El plan hidrológico divide la Confederación Hidrográfica del Júcar en 9 sistemas de explotación que vienen definidos en la siguiente ilustración.



Ilustración 4. Sistemas de explotación de la CHJ

2.4 Características socio-económicas

La población permanente en la Demarcación Hidrográfica del Júcar es de 5.172.000 habitantes según datos del Instituto Nacional de Estadística en el año 2012, siendo la población total equivalente estimada de 5.697.000. Los sistemas Turia, Júcar y Vinalopó-Alacantí son los que tienen mayor población total, mientras que los sistemas Marina Baja, Marina Alta y Cenia-Maestrazgo destacan por la importancia de la población estacional.

2.5 Masas de agua superficial

Las masas de agua superficial de la Demarcación se clasifican en las categorías de ríos, lagos, aguas de transición y costeras. Para este estudio nos centraremos en los primeros. A su vez estas masas se pueden clasificar según su naturaleza como naturales, artificiales o muy modificadas.

Los ríos principales de la red hidrográfica son el Júcar y el Turia, a los que se suman el Cenia, Mijares, Serpis y Vinalopó. Los principales afluentes del río Júcar son el Cabriel, el Cañoles y el Magro. Sus cauces se caracterizan por fuertes sequías en verano e inundaciones en otoño.

Dentro de la Confederación Hidrográfica del Júcar se han definido 304 masas de agua en la categoría río, de las cuales 257 son ríos naturales, 43 son masas de agua muy modificadas y las 4 restantes son masas de agua artificiales.



Ilustración 5. Clasificación de ríos según su naturaleza



2.6 Masas de agua subterránea

Las 90 masas de agua subterránea cubren una superficie total en el ámbito de la demarcación de 40.250 km² y varían dentro de un rango marcado por la masa de agua de la Mancha Oriental, 7118 km², y por la de Jávea, 10 km².

Ya que los sistemas de explotación están definidos según las cuencas hidrográficas, habrá masas de agua que pertenezcan a la vez a varios sistemas de explotación.

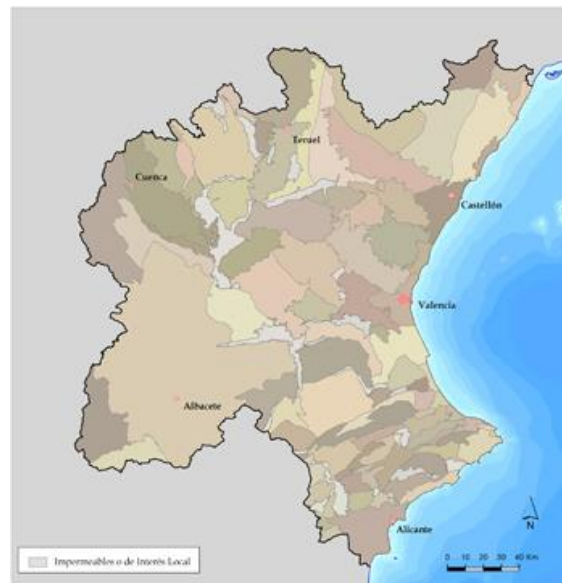


Ilustración 6. Masas de agua subterránea



3. ANTECEDENTES

La relación entre la evaluación del recurso disponible y el estado cuantitativo de las masas de agua tanto subterránea como superficial, con las restricciones ambientales, han sido analizados en los últimos años, debido a su importancia en la mejora del medio ambiente. Del mismo modo, se sigue estudiando en el establecimiento del régimen de caudales ecológicos para mejorar en el mantenimiento sostenible de la funcionalidad y estructura de los ecosistemas acuáticos y aquellos terrestres asociados.

Como paso previo a la realización de este trabajo, se lleva a cabo el análisis de los siguientes documentos previos relacionados para las regiones que comprende la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Título	Fuente
“Mapa de Masas de agua Subterráneas”	IGME
“Mapa relación río-acuífero”	CHJ
“Mapa de puntos de control de caudales ecológicos”	CHJ
Memoria-Anejo5.”Régimenes de caudales ecológicos”	CHJ

Tabla 1.Principales documentos previos.

3.1. “Mapa de Masas de agua Subterráneas”

La definición y división de las masas de agua subterránea se basa en las unidades hidrogeológicas presentes en el Plan Hidrológico aprobado en 1998 y el informe de caracterización de las masas de agua subterráneas comprendidas en la Confederación Hidrográfica del Júcar. El mapa contiene la distribución de las distintas masas subterráneas que comprenden la Confederación Hidrográfica del Júcar diferenciándolas según el tipo de masa ya sea permeable o impermeable.

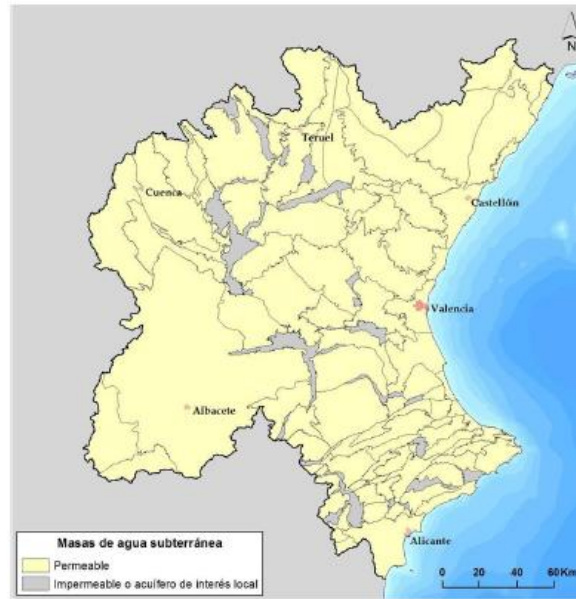


Ilustración 7. Mapa delimitación de masas de agua subterráneas en la DHJ.



Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos.

En la siguiente imagen se añade al mapa anterior el conjunto de ríos que comprenden la Demarcación Hidrográfica de Júcar. Con este mapa se observa la ubicación de los sistemas de explotación en las masas de agua subterráneas, siendo posible que dichas masas cubran un solo sistema de explotación o varios.



Ilustración 8. mapa de agua subterránea y ríos de CHJ

3.2 "Mapa relación río-acuífero"

Este documento muestra la tipología de los distintos ríos en la DHJ en relación a si el río es ganador, variable o perdedor.



Ilustración 9. Mapa de tipología de ríos.



3.3. “Mapa de puntos de control de caudales ecológicos”

El régimen de caudales ecológicos de una masa de agua se determina teniendo en cuenta aquellos aspectos ambientales que afectan a dichas masas para alcanzar sus objetivos de buen estado.

El mapa de a continuación, muestra el conjunto de puntos de control del régimen de caudales ecológicos dispuestos hasta ahora por la CHJ. Los Puntos de control vienen fijados con un valor de caudal estimado previamente para la consecución del buen estado en los ecosistemas presentes en la DHJ

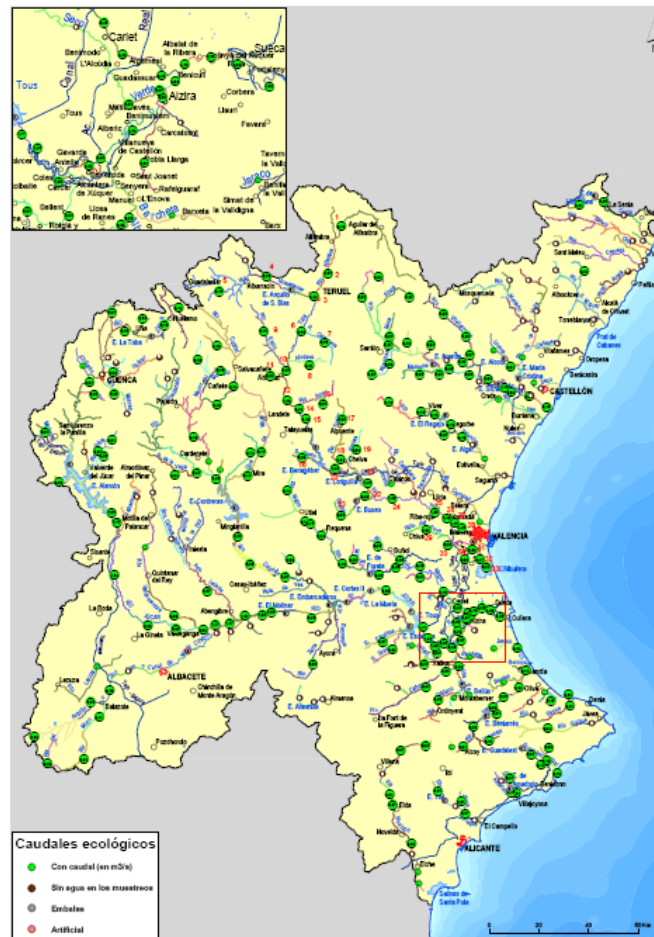


Ilustración 10. Mapa puntos de control de caudales ecológicos



Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos.

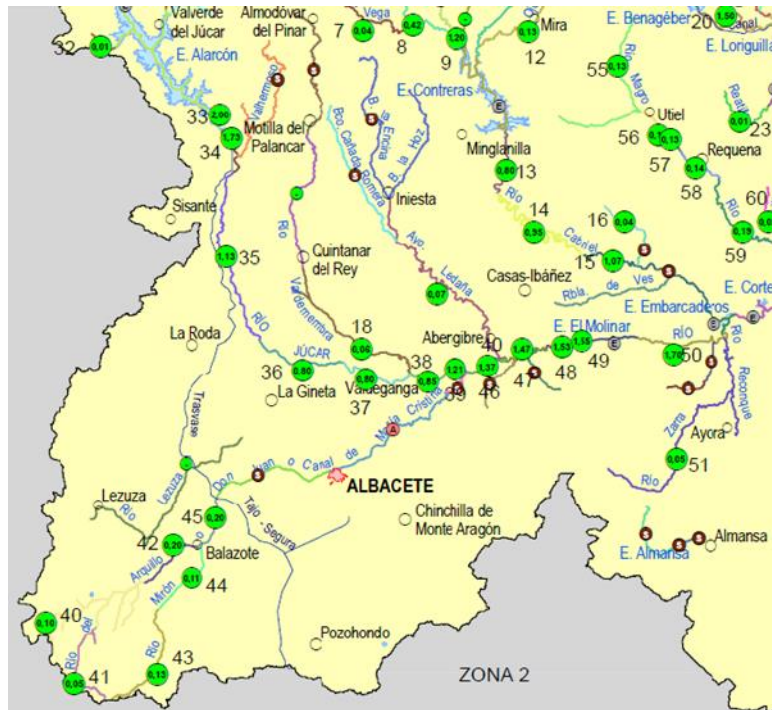


Ilustración 14. Zona 2 Puntos de control caudal ecológico



Ilustración 13. Zona 3 puntos de control caudal ecológico



Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos.



Ilustración 15. Zona ampliada puntos de control caudal ecológico

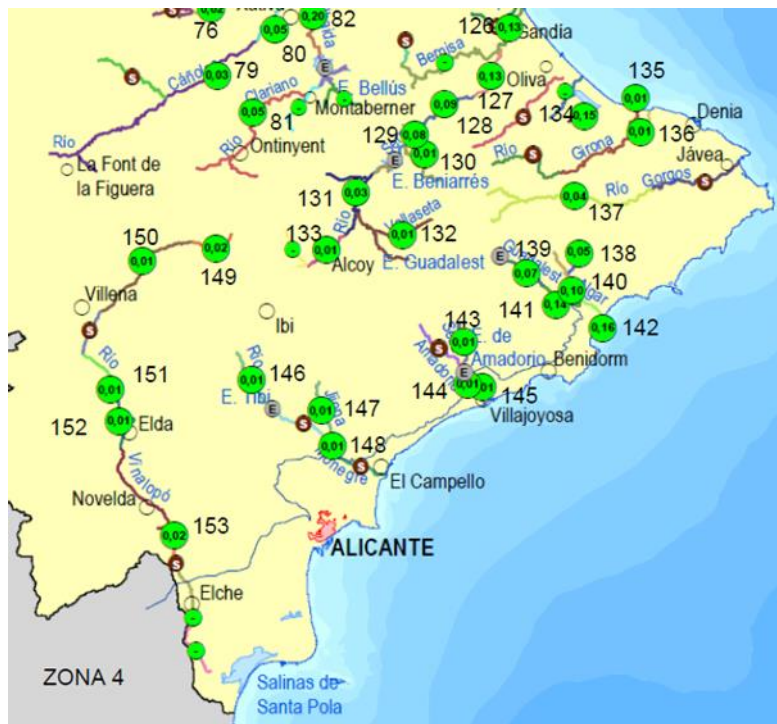


Ilustración 16. Zona 4 Puntos de control caudal ecológico



3.4. “Tabla de datos previos del PHJ”

Esta tabla viene definida con los nombres de cada masa de agua subterránea acompañada de su correspondiente código. Con cada masa se encuentran los valores correspondientes de diferentes componentes que conllevan al estudio y análisis de evaluar el recurso disponible de cada una de ellas.

Masa de agua subterránea	Restricción ambiental			Recurso renovable zonal	Recurso disponible
	Salidas a humedal	Salidas al río	Salidas al mar		
Hoya de Alfambra	0	1.9		12.1	10.2
Javalambre Occidental	0	6.6		30.7	24.1
Javalambre Oriental	0	18.9		75.1	56.2
Mosqueruela	0	17.8		46.8	29
Puertos de Beceite	0	22.8		46.5	23.7
Plana de Cenia	0	0.7		57.3	56.6
Plana de Vinaroz	4.5	0	26.4	63.2	32.3
Maestrazgo Occidental	0	0		79.4	79.4
Maestrazgo Oriental	1	0.9	71.7	172.4	98.8
Plana de Oropesa-Torreblanca	4.8	0	12.5	40.6	23.3
Lucena-Alcora	0	34.1		75.4	41.3
Hoya de Teruel	0	10		33.4	23.4
Arquillo	0	0.9		13.2	12.3
Gea de Albarracín	0	0.3		6.3	6
Montes Universales	0.1	37.9		141.1	103.1
Triásico de Boniches	0	9.1		26.4	17.3
Júrasico de Uña	0.5	30.1		93.8	63.2
Cretácico de Cuenca Norte	0.6	27.2		88.9	61.1
Terciario de Alarcón	0.3	25.8		95.2	69.1
Cretácico de Cuenca Sur	0	6.7		24.5	17.8
Júrasico de Cardenete	0	3.4		13.5	10.1
Vallanca	0	9.4		30.3	20.9
Alpuente	0	13.4		50.4	37
Sierra del Toro	0	1.5		13.6	12.1
Jérica	0	14.5		30.3	15.8
Onda-Epadán	0	24.4		46.9	22.5
Plana de Castellón	0.6	11.6	38.3	131.5	81



Plana de Sagunto	3	0	8.3	30.1	18.8
Mancha Oriental	0	94.4		359.6	265.2
Medio Palancia	12.9	5.4		45.8	27.5
Llíria-Casinos	0	8.9		114.4	105.5
Las Serranías	0	10.9		76.2	65.3
Requena-Utiel	0	14.2		35.2	21
Mira	0	5		18	13
Hocesa de Cabriel	0	24.3		48.6	24.3
Lezuza-El Jardín	0.4	14.2		32.8	18.2
Arco de Alcaráz	0	10		16.6	6.6
Alpera	0	6.3		14.1	7.8
Cabrillas-Malacara	0	4.9		15.2	10.3
Buñol-Cheste	0	2.2		122.4	120.2
Plana de Valencia Norte	15.2	6.7	23.5	126	80.6
Plana de Valencia Sur	30.5	9	27.4	245.8	178.9
La Contienda	0	0.7		6.2	5.5
Sierra del Ave	0	20.7		52.8	32.1
Caroch Norte	0	8.2		46.6	38.4
Almansa	0	1.3		11.8	10.5
Caroch Sur	0	6.8		50.6	43.8
Hoya de Játiva	0	17.8		51.1	33.3
Sierra de las Agujas	0	6.6		58.4	51.8
Bárig	0	0.2		12.3	12.1
Plana de Jaraco	4.7	0	4.7	35.7	26.3
Plana de Gandía	0	0.1	12.2	25.5	13.2
Marchuquera-Falconera	2.5	0.2		22.2	19.5
Sierra de Ador	0	3.7		11.8	8.1
Valle de Albaida	0	19.8		50.8	31
Sierra Grossa	0	5.6		10.2	4.6
Sierra de la Oliva	0	0		2.5	2.5
Cuchillo-Moratilla	0	0		0.5	0.5
Rocín	0	0		2	2
Villena-Benejama	0	1		16	15
Volcadores-Albaida	0	5		8.9	3.9
Almirante Mustalla	3	7.5		28.9	18.4
Oliva-Pego	3.3	0	0.7	20.2	16.2
Ondara-Denia	0	2.2	1.1	23.9	20.6
Montgó	0	0	1.2	2.2	1
Peñón-Bernia	0	9		16.3	7.3
Alfaro-Segaria	1.2	5.8		15.5	8.5
Mediodía	0	3.4		10.3	6.9



Muro de Alcoy	0	2.7		5.2	2.5
Salt San Cristóbal	0	0		6.3	6.3
Sierra Mariola	0	3.3		6.4	3.1
Sierra Lácera	0	0		0.1	0.1
Sierra del Castellar	0	0		3.7	3.7
Peñarrubia	0	0		1.4	1.4
Hoya de Castalla	0	1		6.8	5.8
Barrancones- Carrasqueta	0	11.1		21.3	10.2
Sierra Aitana	0	13.9		24.3	10.4
Serrella-Aixorta-Algar	0	5.3		25.6	20.3
Depresión de Benisa	0	1.1	16.5	35.4	17.8
Jávea	0	0	1.5	3.2	1.7
Sierra de Salinas	0	0		1.5	1.5
Argüeña-Maigmo	0	0		3.2	3.2
Orcheta	0	1.9		8.9	7
San Juan-Benidorm	0	2.6	2.6	13.1	7.9
Agost-Monnegre	0	0		6.8	6.8
Sierra de Cid	0	0		2.8	2.8
Sierra del Reclot	0	0		2.1	2.1
Sierra de Argallet	0	0		0.8	0.8
Sierra de Crevillente	0	0		2.4	2.4
Bajo Vinalopó	3	2.1	10.4	30.7	15.2



4. METODOLOGÍA

En primer lugar, se ha utilizado el mapa de masas de agua subterránea (IGME) para la localización de las mismas. A continuación, y con el fin de realizar una distribución de los recursos hídricos en las diferentes masas de agua superficial, se ha utilizado una capa raster elaborada a través del modelo Patrical. Esta capa muestra las diferentes salidas de agua a superficie de cada una de las masas de agua subterránea definidas en la CHJ. Teniendo en cuenta la posición de estos puntos respecto a las subcuencas hidrográficas de la CHJ se ha realizado un histograma que establece la proporción en la que se distribuye el recurso de cada masa de agua subterránea por subcuencas.

A continuación, se ha elaborado una matriz de paso “Salidas a río-Caudal” que, teniendo en cuenta las aportaciones de cada subcuenca a los tramos de río en los que se localizan los puntos de control de caudales ecológicos, cuantifica el caudal en cada tramo según las salidas a río aplicadas.

Con esta información se ha procedido a calcular las restricciones ambientales óptimas para cada masa de agua subterránea, estableciendo como criterio que en todos los tramos de río el caudal generado por estas aportaciones sea igual o superior al caudal ecológico correspondiente.

Con el objetivo de valorar las restricciones ambientales fijadas por el PHJ actualmente, se ha realizado una comparación entre las restricciones óptimas y las actuales.

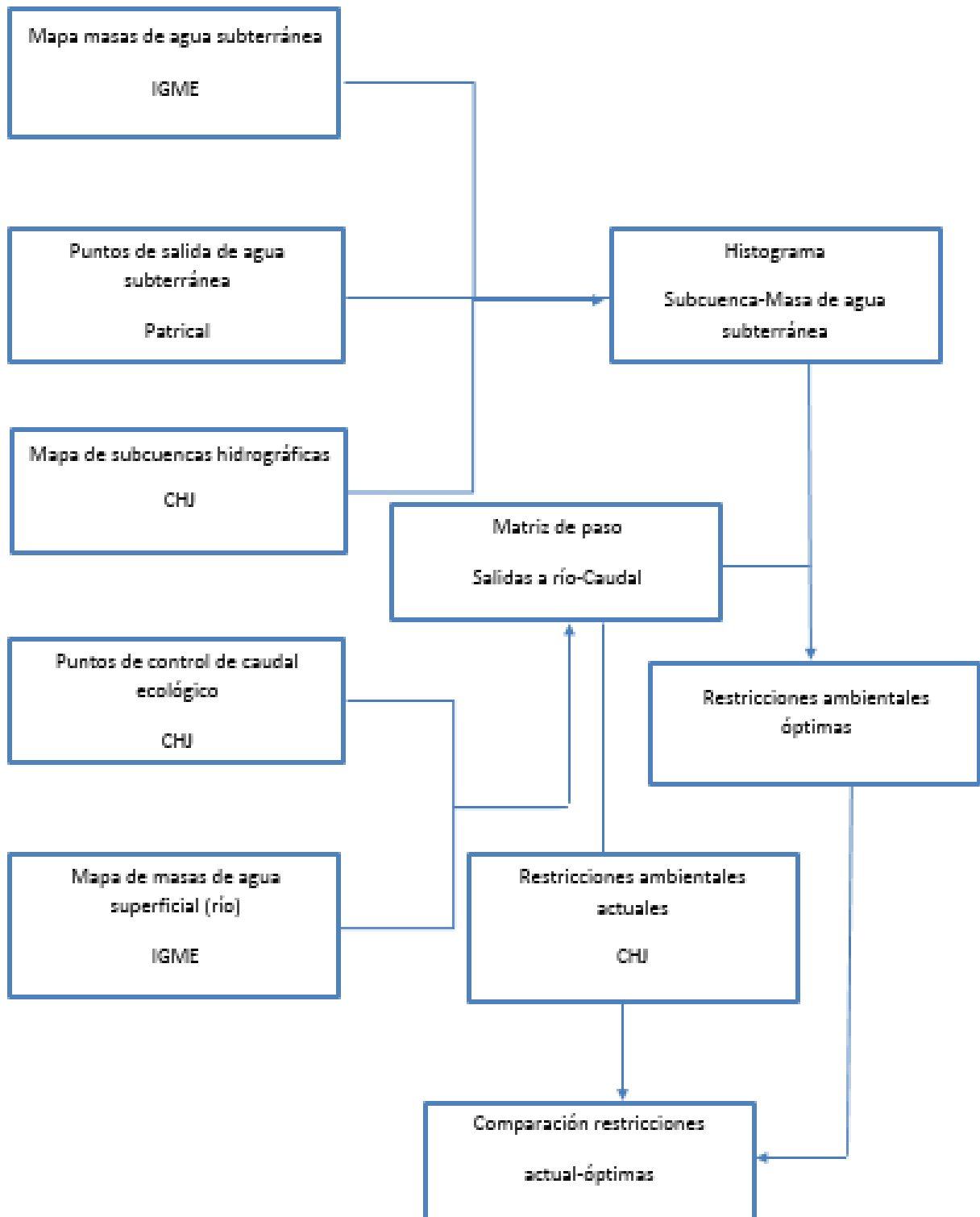


Ilustración 17. Metodología



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos.

Caso 2: Sistema Turia

Autor: Carla García Juan

5. DESCRIPCIÓN CASO: TURIA

5.1 Descripción del sistema de explotación

5.1.1 Sistema de explotación Turia

El sistema de explotación del Turia comprende el total de la cuenca del río Turia, incluyendo también las ramblas de Carraixent y el Poyo, además de las subcuencas situadas entre el norte del término municipal de Puzol y la gola de El Saler. Es importante considerar que la rambla del Poyo discurre por el sistema del Turia hasta la desembocadura, pero esta se realiza en la Albufera, considerada como sistema del Júcar. Se trata pues, de un sistema de explotación con una superficie total de 6.913 km².

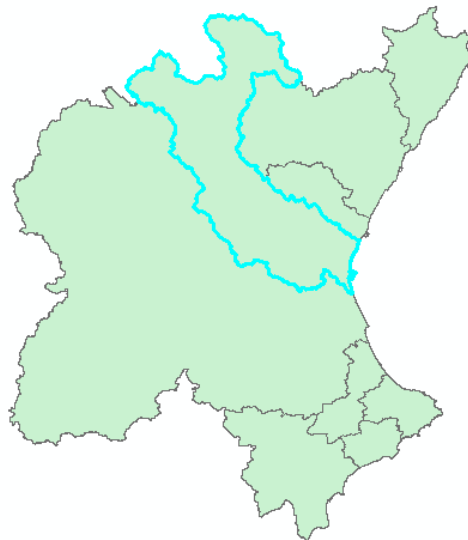


Ilustración 18. Sistema de explotación Turia

El sistema se define con un total de 45 masas de agua superficial con una longitud total de 898 km. En cuanto a las masas subterráneas, el sistema engloba 28 masas de las cuales se encuentran integradas en su totalidad o parcialmente. Entre ellas, se encuentran un número considerable de acuíferos impermeables. Entre las masas que se encuentran en su mayoría incluidas en este sistema se encuentran cercanas a la cabecera: Mosqueruela, Hoya de Alfambra, Javalambre Occidental, Javalambre Oriental, Gea de Albarracín, Arquillo, Hoya de Teruel y Alpuente. Por otro lado, más cercano a la desembocadura, se encuentran: Las Serranías, Liria-Casinos, Requena-Utiel, Buñol- Cheste, Plana de Valencia Norte.

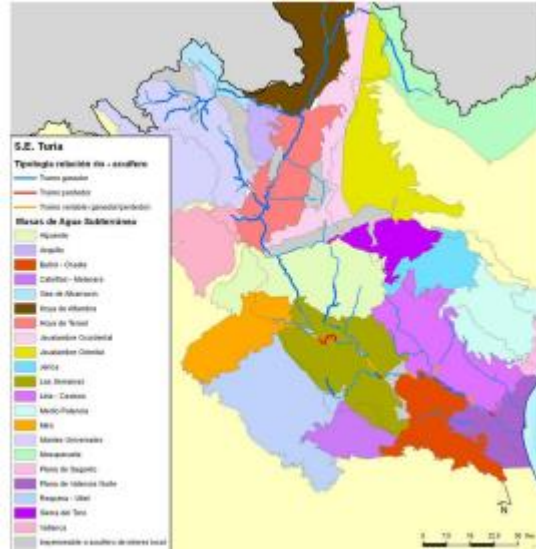


Ilustración 19. Tipología de la relación acuífero-río en sistema de explotación Turia

El sistema incluye entre sus infraestructuras de regulación tres embalses importantes: Arquillo de San Blas, Benagéber y Loriguilla. Por otro lado se encuentra el embalse de Buseo el cual no se tiene tan en consideración por su escaso caudal.



Ilustración 20. Embalse de Arquillo de San Blas.



Ilustración 21. Embalse de Benagéber

- **Río Turia**

El nacimiento del río Turia se encuentra en la Muela de San Blas, perteneciente a la provincia de Teruel, a una altitud de cota 1.842 m.s.n.m. En el tramo hasta la confluencia con el río Alfambra se conoce también como río Guadalaviar, y es en el nacimiento del río Alfambra el que alcanza la mayor altitud de 2.024 m.s.n.m, mientras que la confluencia de ambos ríos se produce a una altitud 875 m.s.n.m.



La forma de la cuenca de este río es larga y estrecha, por lo que a excepción del Río Alfambra, el resto de afluentes laterales no tengan gran longitud. El río cuenta entre sus afluentes junto con el río Alfambra con: río Camarena y Riodeva, los cuales se encuentran en contacto con un mismo acuífero impermeable, el río Ebrón que atraviesa otro acuífero impermeable de menor dimensión, río Arcos, Tuejar, Vallanca y Sot.

Se caracteriza de ser un río de gran irregularidad, de tipo mediterráneo, donde son frecuentes las crecidas. En su cabecera, durante los primeros kilómetros, el río es un curso lateral al sistema aunque resulta ser el más caudaloso. Mientras en su desembocadura en Valencia se encuentra canalizado en el final de su recorrido para evitar posibles inundaciones debido a esas frecuentes crecidas de la zona.



Ilustración 22. Río Turia en la Sierra de Albarracín.



6. APLICACIÓN A CASO DE ESTUDIO

6.1 Análisis de la relación caudal ecológico-salidas a río

Una vez introducidos en el ámbito del caso de estudio del sistema de explotación del Turia, en este capítulo se procede a aplicar la metodología descrita para este estudio.

El sistema de referencia adoptado considera como punto kilométrico (P.K.) cero el nacimiento del río y se considera creciente hacia aguas abajo hasta la desembocadura. De esta manera se han establecido las relaciones caudal-punto kilométrico a lo largo del perfil longitudinal del río.

Para llevar a cabo un estudio más profundo este análisis se realizará considerando tres hipótesis distintas.

- Hipótesis 1: en esta primera hipótesis se supondrá que todos los tramos del río actúan como tramos ganadores y por lo tanto están recibiendo agua de alguna masa subterránea.
- Hipótesis 2: para la segunda hipótesis, no se considerará como receptores de agua los tramos de río que sean perdedores.
- Hipótesis 3: en la última hipótesis, los tramos variables de los ríos se tomarán esta vez como tramos perdedores y por lo tanto el río solo recibirá agua de las masas subterráneas en los tramos ganadores.

6.1.1 Sistema de explotación Turia.

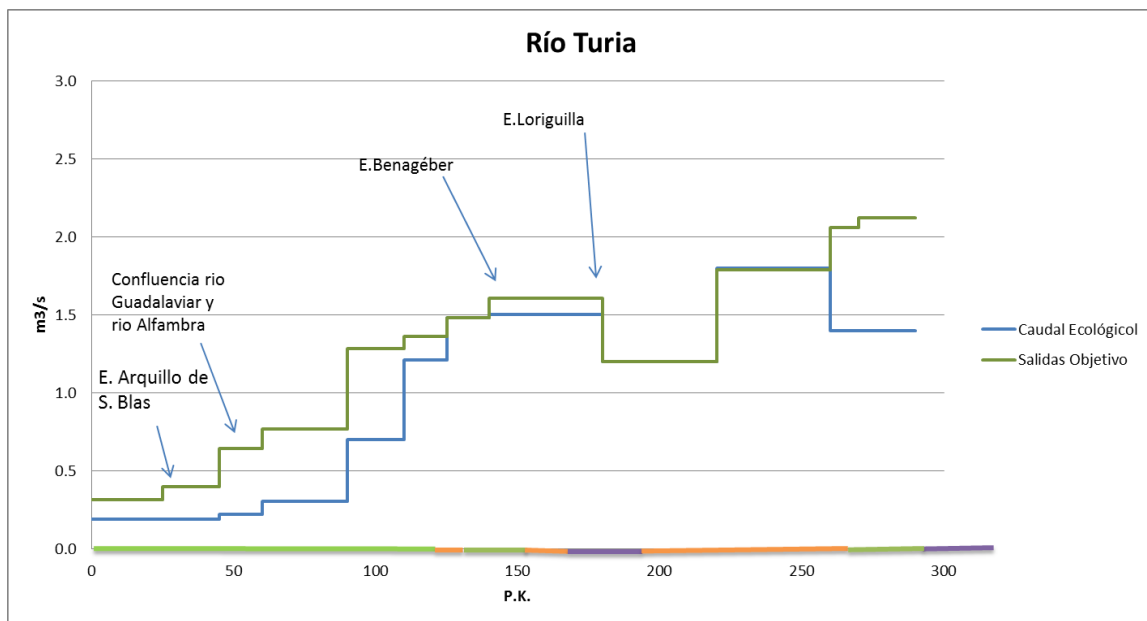
○ Río Turia

Para comenzar, se muestra a continuación la tipología de cada tramo de río en nuestro sistema de explotación según sea ganador, variable y perdedor. También se presenta la localización de los puntos de control de los caudales ecológicos.

Esta solución considera que en el tramo entre los embalses se regula el agua correspondiente proveniente de aguas arriba y que aguas abajo se llegue a un caudal no menor al ecológico establecido en ese tramo. De este modo, a partir del embalse de Loriguilla, teniendo en cuenta el salto ilustrado entre los caudales ecológicos, las salidas al río deben ser proporcionadas por las masas de agua situadas aguas abajo del mismo.

○ Hipótesis 1:

Para esta primera hipótesis en la que se consideran todos los tramos de río como ganadores se obtienen la siguiente gráfica de relación entre los caudales ecológicos y las restricciones que se consideran óptimas.



Gráfica 1. Salidas objetivo. Hipótesis 1 de la primera solución en el río Turia.

Como se observa en la gráfica, para que en algunos tramos las salidas al río no sean menores al régimen de caudales ecológicos establecido y de este modo cumplir con los mismos en todos los tramos del río, se necesita que en las zonas de aguas arriba el caudal aportado al río supere en mayor medida los valores de caudal ecológico. Es decir, tiene que haber un exceso de agua en las zonas altas para llegar a alcanzar las salidas necesarias en los tramos más limitantes. Lo mismo ocurre en los tramos más cercanos a la desembocadura donde se producirá otro exceso para satisfacer los caudales ecológicos aguas abajo del embalse.

A continuación, se presenta la tabla de los valores numéricos de las consideradas salidas objetivos, mostrando las restricciones ambientales que debería haber para cada masa de agua subterránea.



Hipótesis 1		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm ³ /s)	(m ³ /s)
Montes Universales	35.8	1.135
Gea de Albarracín	0	0.000
Arquillo	0.1	0.003
Mosqueruela	11	0.349
Javalambre Occidental	4.9	0.155
Javalambre Oriental	3.5	0.111
Hoya de Alfambra	1.3	0.041
Hoya de Teruel	9.8	0.311
Vallanca	7	0.222
Alpuente	13.2	0.419
Mira	0	0.000
Liria-Casinos	36	1.142
Las Serranías	15	0.476
Requena-Utiel	12	0.381
Buñol-Cheste	11	0.349
Sierra del toro	0	0.000
Plana Valencia Norte	0	0.000

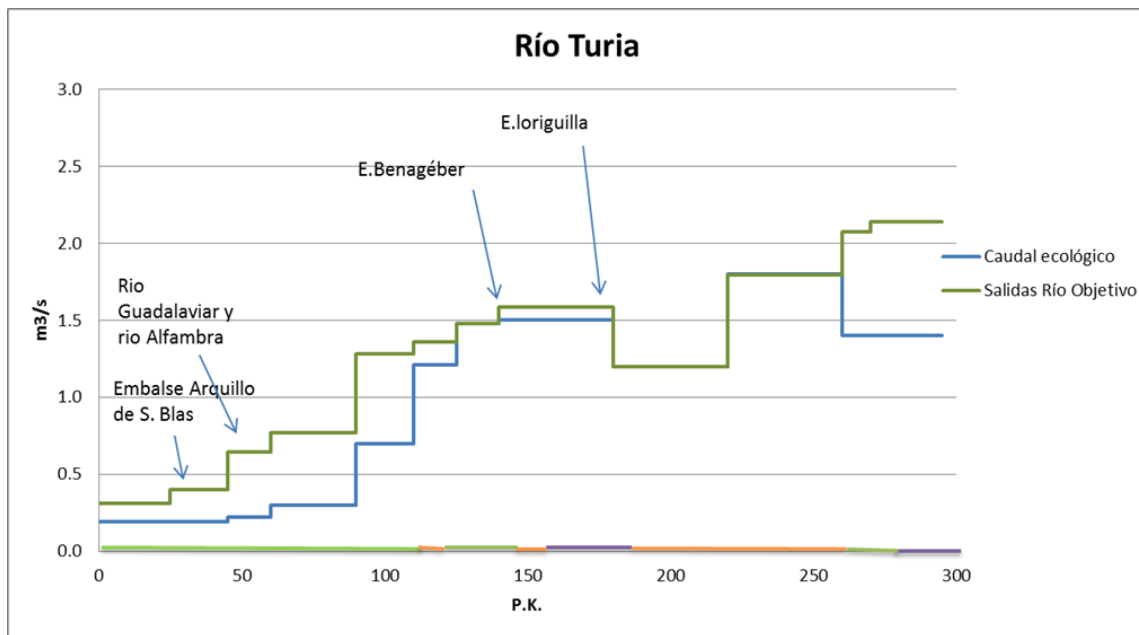
Tabla 2. Salidas objetivo. Hipótesis 1 en la primera solución del río Turia

Estos valores son establecidos según el porcentaje de influencia que tiene cada una de las masas en las aportaciones a lo largo del río. Se puede observar como la influencia que tienen algunas masas como pueden ser Montes Universales, Hoya de Teruel y Alpuente es mayor a otras masas, como por ejemplo Gea de Albarracín, Arquillo o Javalambre Oriental. Por otra parte, después del embalse de Loriguilla, se contempla que masas de aguas situadas aguas abajo tienen mayor influencia para aportar el caudal necesario al río. En este caso, las masa de agua que más afectan aguas abajo serían Liria-Casinos, Las Serranías, Requena utiel y Buñol-Cheste, que ofrezcan de manera proporcional las salidas al río, mientras que Mira y Plana de Valencia Norte no sería necesario que aportasen agua puesto que las anteriores ya aportan un caudal suficiente para cumplir el objetivo establecido.

Esta hipótesis se considera para analizar el comportamiento del sistema en una situación ideal, pero no se consideraría como la real, ya que por las condiciones Hidrogeológicas no se puede considerar la totalidad del río como ganador.

○ Hipótesis 2:

En esta hipótesis puesto que el río presenta pocos tramos perdedores los resultados de las salidas al río no varían mucho con respecto a la hipótesis anterior. Sí que se realiza un leve aumento en algunas de las masas subterráneas y se sigue necesitando proteger más las masas de aguas situadas aguas abajo del embalse de Loriguilla.



Gráfica 2. Salidas objetivo. Hipótesis 2 en la primera solución del río Turia

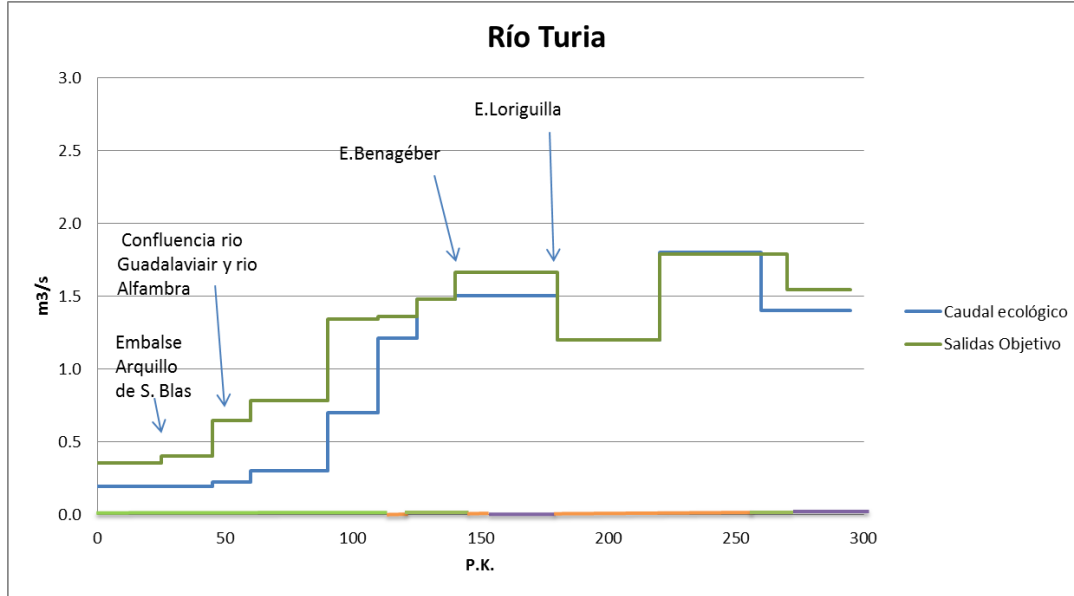
Hipótesis 2		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm³/s)	(m³/s)
Montes Universales	35.8	1.135
Gea de Albarracin	0	0.000
Arquillo	0.1	0.003
Mosqueruela	11	0.349
Javalambre Occidental	4.9	0.155
Javalambre Oriental	4	0.127
Hoya de Alfambra	1.3	0.041
Hoya de Teruel	9.8	0.311
Vallanca	7	0.222
Alpuente	13.2	0.419
Mira	0	0.000
Liria-Casinos	37	1.173
Las Serranias	15	0.476
Requena-Utiel	12	0.381
Buñol-Cheste	12	0.381
Sierra del toro	0	0.000
Plana Valencia Norte	0	0.000

Tabla 3. Salidas objetivo. Hipótesis 2 en la primera solución del río Turia.



○ Hipótesis 3:

En esta hipótesis se aprecia que habría que aumentar mucho el valor de las restricciones ambientales en las masas de aguas abajo anteriores puesto que en este caso los tramos variables son supuestos como perdedores. Se trata de la hipótesis más desfavorable y que menos se ajusta a la realidad.



Gráfica 3. Salidas objetivo. Hipótesis 3 de la primera solución en el río Turia

Hipótesis 3		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm ³ /s)	(m ³ /s)
Montes Universales	39.7	1.259
Gea de Albarracin	0	0.000
Arquillo	0.1	0.003
Mosqueruela	11	0.466
Javalambre Occidental	4.9	0.155
Javalambre Oriental	4	0.000
Hoya de Alfambra	1.3	0.041
Hoya de Teruel	9.8	0.381
Vallanca	7	0.285
Alpuente	13.2	0.425
Mira	0	0.000
Liria-Casinos	37	0.127
Las Serranias	15	1.522
Requena-Utiel	12	0.951
Buñol-Cheste	12	1.903
Sierra del toro	0	0.000
Plana Valencia Norte	0	0.000

Tabla 4. Salidas objetivo .Hipótesis 3 de la primera solución en el río Turia



▪ Solución 2:

Puesto que resultaría complicado que las masas de agua tratadas aguas abajo del embalse realicen las aportaciones anteriores, se establece otra alternativa la cual se rige en que se siga la continuidad del río.

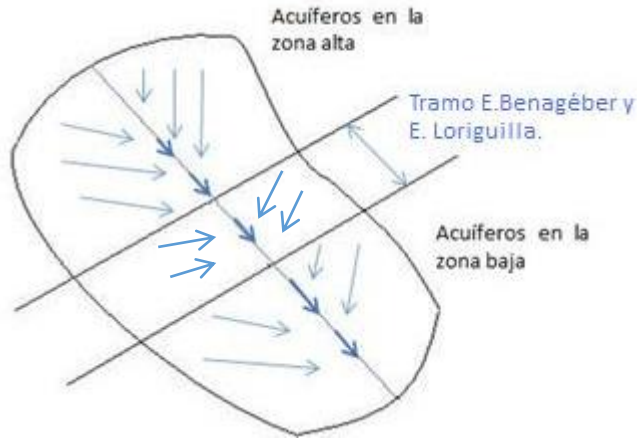
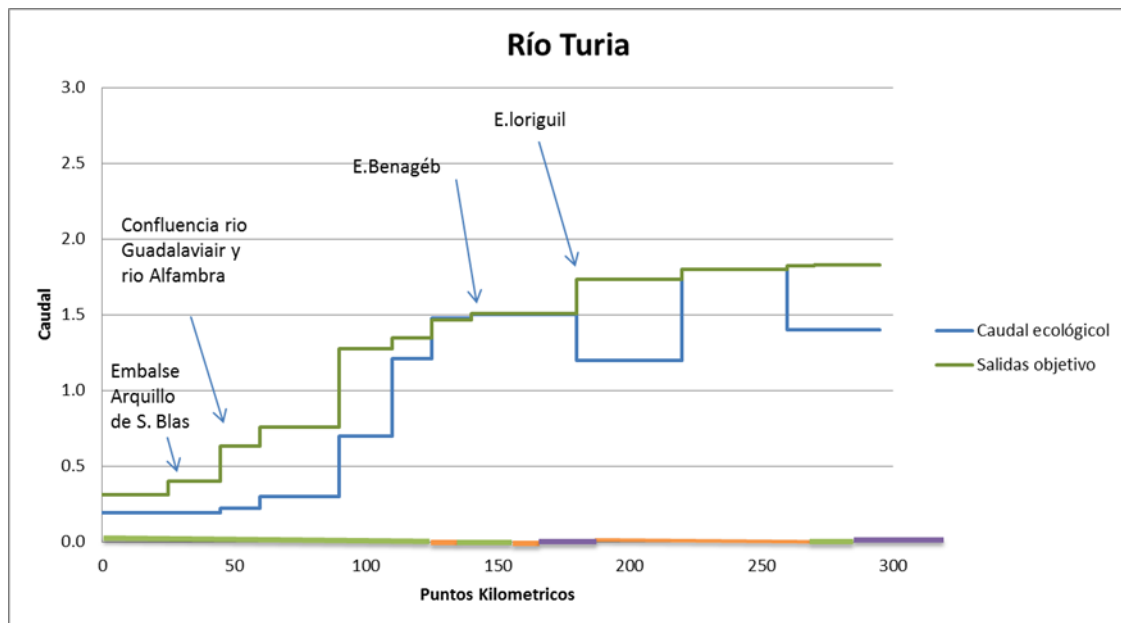


Ilustración 25. Esquema de modelo de simulación de la segunda solución en la cuenca del río Turia.

○ Hipótesis 1:



Gráfica 4. Salidas objetivo. Hipótesis 1 de la segunda solución en el río Turia.



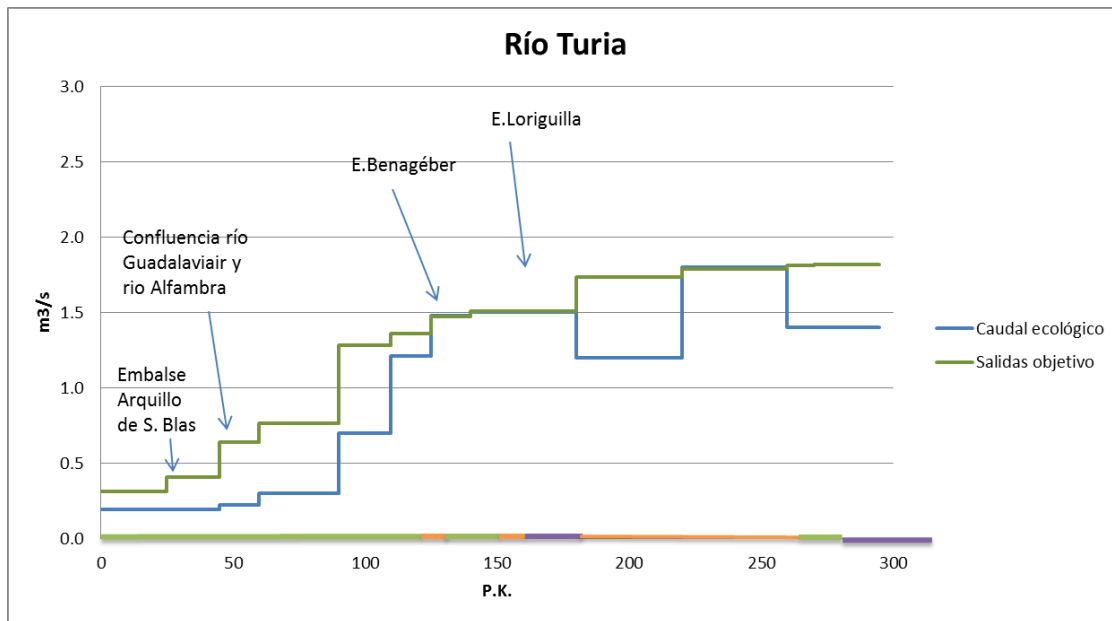
Hipótesis 1		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm ³ /s)	(m ³ /s)
Montes Universales	35.8	1.135
Gea de Albarracín	0	0.000
Arquillo	0.1	0.003
Mosqueruela	10	0.317
Javalambre Occidental	4.9	0.155
Javalambre Oriental	4.5	0.143
Hoya de Alfambra	1.3	0.041
Hoya de Teruel	9.8	0.311
Vallanca	7	0.222
Alpuente	12.8	0.406
Mira	0	0.000
Liria-Casinos	3.4	0.108
Las Serranías	5.3	0.168
Requena-Utiel	0	0.000
Buñol-Cheste	0	0.000
Sierra del toro	0	0.000
Plana Valencia Norte	0	0.000

Tabla 5. Salidas objetivo. Hipótesis 1 de la segunda solución en el río Turia

En esta solución y con la hipótesis en que todos los ríos son ganadores se observa que con las aportaciones proporcionadas en los tramos altos es suficiente para que las salidas al río lleguen a los valores de caudales ecológicos. De esa forma no se tienen que proteger tanto las masas de aguas abajo del embalse.

○ Hipótesis 2:

El caso de esta hipótesis es también muy similar a la hipótesis uno, y al tener algún tramo perdedor hace falta que aumentes las aportaciones en Montes Universales y con este pequeño aumento permite que en Las Serranías se aporte menos que antes.



Gráfica 5. Salidas objetivo. Hipótesis 2 en la segunda solución del río Turia

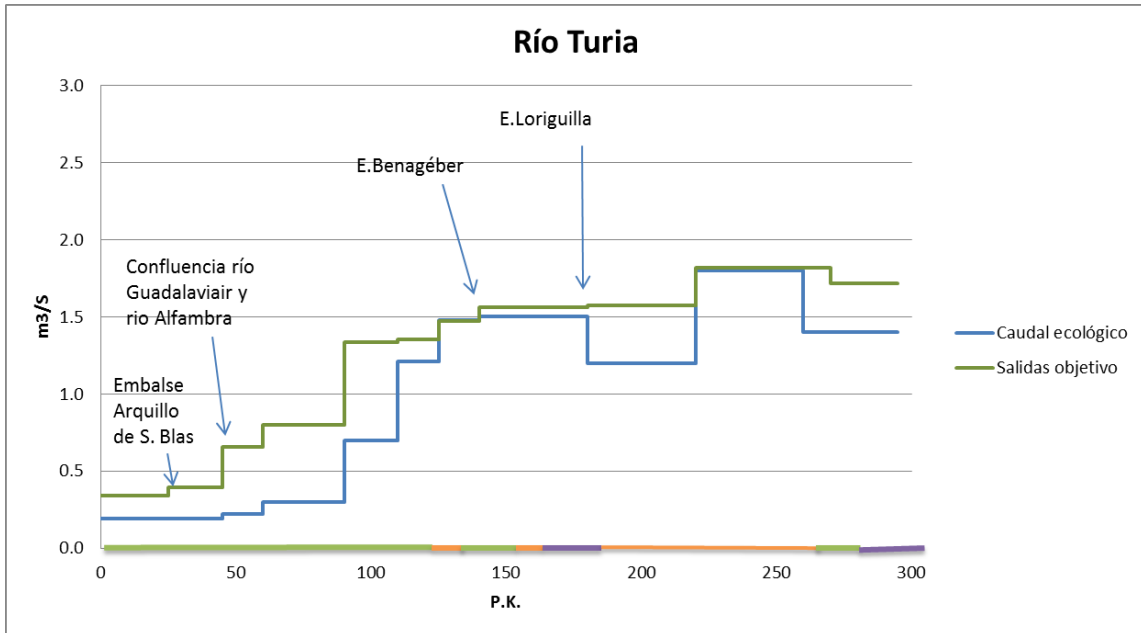
Hipótesis 2		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm ³ /s)	(m ³ /s)
Montes Universales	36.3	1.151
Gea de Albarracín	0	0.000
Arquillo	0.1	0.003
Mosqueruela	10	0.317
Javalambre Occidental	4.9	0.155
Javalambre Oriental	4.5	0.143
Hoya de Alfambra	1.3	0.041
Hoya de Teruel	9.8	0.311
Vallanca	7	0.222
Alpuente	12.8	0.406
Mira	0	0.000
Liria-Casinos	3.4	0.108
Las Serranías	5.1	0.162
Requena-Utiel	0	0.000
Buñol-Cheste	0	0.000
Sierra del toro	0	0.000
Plana Valencia Norte	0	0.000

Tabla 6. Salidas objetivo. Hipótesis 2 en la segunda solución de río Turia



○ Hipótesis 3:

En esta hipótesis que como ya se ha mencionado antes no es el caso que más se ajuste a la realidad, muestra los siguientes resultados aumentando de nuevo en Montes Universales para que con la continuidad del río, se llegue al objetivo de estudio.



Gráfica 6. Salidas Objetivo. Hipótesis 3 de la segunda solución en el río Turia.

Hipótesis 3		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm ³ /s)	(m ³ /s)
Montes Universales	38.4	1.218
Gea de Albarracin	0.3	0.010
Arquillo	0.1	0.003
Mosqueruela	13.5	0.428
Javalambre Occidental	6.8	0.216
Javalambre Oriental	0.0	0.000
Hoya de Alfambra	1.5	0.048
Hoya de Teruel	10.6	0.336
Vallanca	9.4	0.298
Alpuente	13.4	0.425
Mira	0.0	0.000
Liria-Casinos	0.0	0.000
Las Serranias	23.0	0.729
Requena-Utiel	15.0	0.476
Buñol-Cheste	24.0	0.761
Sierra del toro	0.0	0.000
Plana Valencia Norte	0.0	0.000

Tabla 7. Salidas objetivo. Hipótesis 3 de la segunda solución en el río Turia

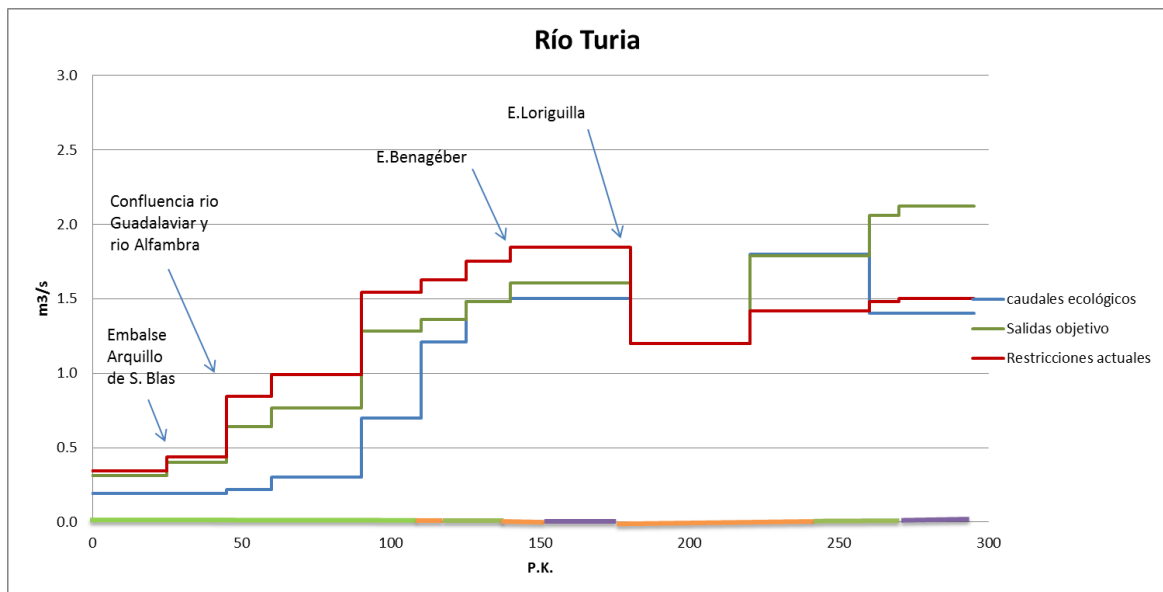
6.2 Comparación de restricciones ambientales

6.2.1 Sistema de explotación Turia

Tras obtener las restricciones ambientales del apartado anterior, se procede ahora a comparar estos resultados con los fijados por la CHJ para las distintas masas de agua subterránea. Las restricciones ambientales actuales se obtuvieron por la CHJ fijando como valor de estas un porcentaje del recurso disponible en cada masa de agua.

A continuación se muestra la representación gráfica y numérica de la comparación mencionada.

- Solución 1:
 - Hipótesis 1:



Gráfica 7. Comparación. Hipótesis 1 en la primera solución en el río Turia.

Como se observa en la gráfica, en los datos de la CHJ se ha optado por proporcionar un valor más elevado al hallado anteriormente con un análisis más detallado aguas arriba del embalse de Loriguilla mientras que aguas abajo no alcanza el régimen de caudales establecidos fijados.



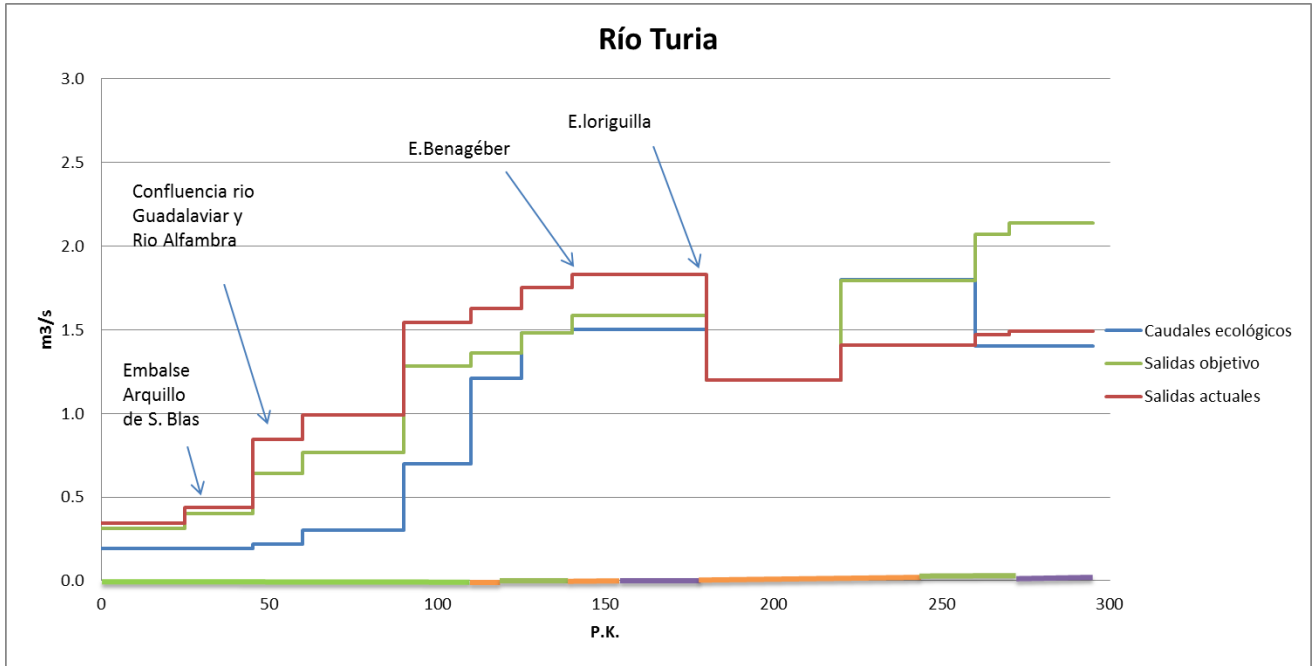
En la tabla de a continuación, se ilustra como en masa como Montes Universales, Hoya de Teruel y Alpuente la diferencia entre las restricciones actuales y las salidas objetivo está más ajustada que en otras masas , como por ejemplo Javalambre Oriental o Mira que no necesitan tanto a prefijado en las restricciones actuales. Así mismo, en las masas de agua de Liria -Casinos, Las Serranías y Requena-Utiel se observa como las restricciones actuales no se ajustan a los caudales ecológicos establecidos así como si pasaría con las salidas objetivo.

Hipótesis 1		
Masa de agua	Restricción actual	Salidas objetivo
	(Hm ³ /s)	(Hm ³ /s)
Montes Universales	37.9	35.8
Gea de Albarracin	0.3	0.0
Arquillo	0.9	0.1
Mosqueruela	17.8	11.0
Javalambre Occidental	6.6	4.9
Javalambre Oriental	18.9	3.5
Hoya de Alfambra	1.9	1.3
Hoya de Teruel	10	9.8
Vallanca	9.4	7.0
Alpuente	13.4	13.2
Mira	5	0.0
Liria-Casinos	8.9	36.0
Las Serranias	10.9	15.0
Requena-Utiel	14.2	12.0
Buñol-Cheste	2.2	11.0
Sierra del toro	1.5	0.0
Plana Valencia Norte	6.7	0.0

Tabla 8. Comparación .Hipótesis 1 en la primera solución del río Turia.

○ Hipótesis 2:

Esta hipótesis muestra una apreciación parecida a la hipótesis anterior. También se refleja cómo se ha considerado en masas cercanas a la desembocadura que aportan para lo establecido en las restricciones actuales, mientras que en el análisis de salidas objetivo no haría falta.



Gráfica 8. Comparación. Hipótesis 2 en la solución del río Turia

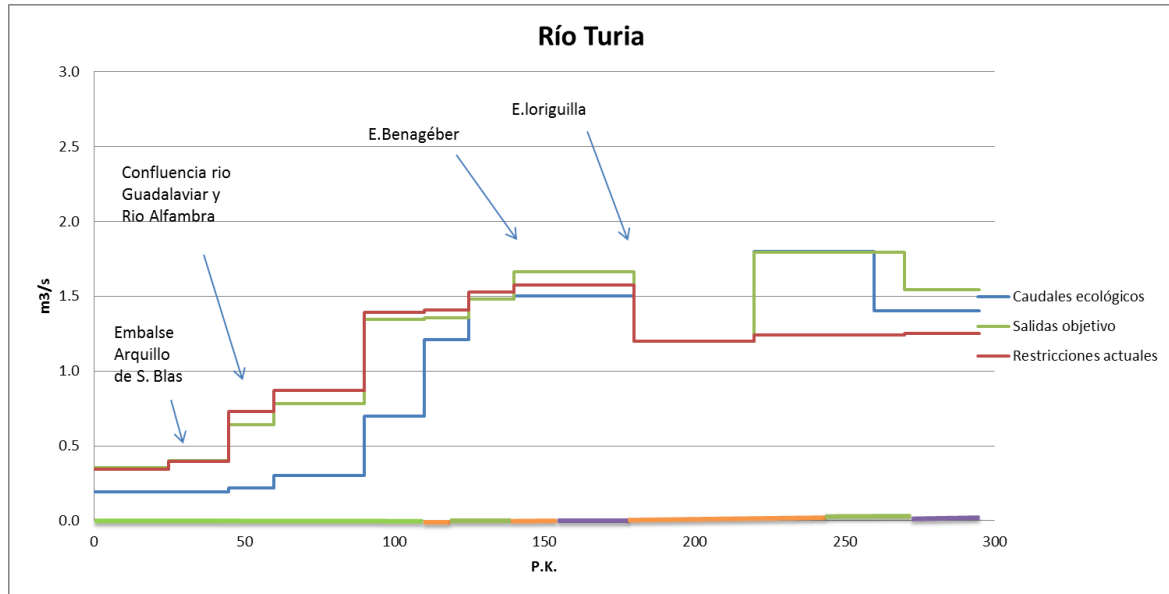
Hipótesis 2		
Masa de agua	Restricción actual	Salidas objetivo
	(Hm^3/s)	(Hm^3/s)
Montes Universales	37.9	35.8
Gea de Albarracín	0.3	0
Arquillo	0.9	0.1
Mosqueruela	17.8	11
Javalambre Occidental	6.6	4.9
Javalambre Oriental	18.9	4
Hoya de Alfambra	1.9	1.3
Hoya de Teruel	10	9.8
Vallanca	9.4	7
Alpuente	13.4	13.2
Mira	5	0
Liria-Casinos	8.9	37
Las Serranías	10.9	15
Requena-Utiel	14.2	12
Buñol-Cheste	2.2	12
Sierra del toro	1.5	0
Plana Valencia Norte	6.7	0

Tabla 9. Comparación. Hipótesis 2 en la primera solución del río Turia.



○ Hipótesis 3:

En esta hipótesis es cuando los valores entre las restricciones actuales y las salidas objetivo se encuentran representados de forma que se ajustan más aguas arriba, pero se ve que una vez pasado en embalse de Loriguilla no se alcanzan los valores de caudal ecológicos.



Gráfica 9. Comparación. Hipótesis 3 en la primera solución del río Turia.

Hipótesis 3		
Masa de agua	Restricción actual	Salidas objetivo
	(Hm ³ /s)	(Hm ³ /s)
Montes Universales	37.9	39.7
Gea de Albarracín	0.3	0
Arquillo	0.9	0.1
Mosqueruela	17.8	11
Javalambre Occidental	6.6	4.9
Javalambre Oriental	18.9	4
Hoya de Alfambra	1.9	1.3
Hoya de Teruel	10	9.8
Vallanca	9.4	7
Alpuente	13.4	13.2
Mira	5	0
Liria-Casinos	8.9	37
Las Serranías	10.9	15
Requena-Utiel	14.2	12
Buñol-Cheste	2.2	12
Sierra del toro	1.5	0
Plana Valencia Norte	6.7	0

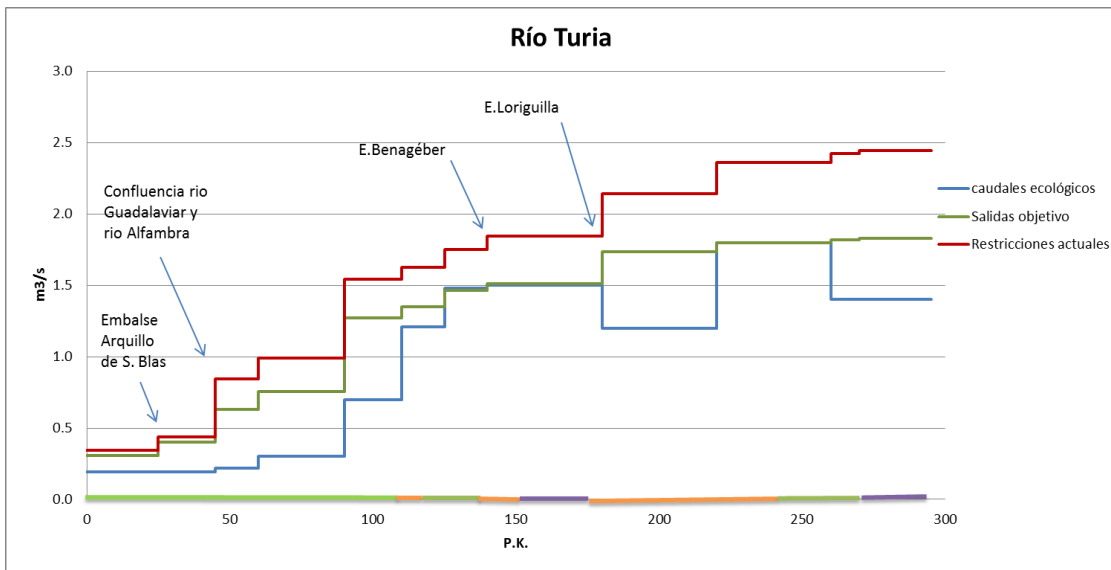
Tabla 10. Comparación. Hipótesis 3 en la primera solución del río Turia



▪ Solución dos:

En esta solución ocurre lo mismo que en la anterior en cada hipótesis aguas arriba, diferenciándose respecto de la primera solución aguas abajo del embalse ya que se sigue con la continuidad del río.

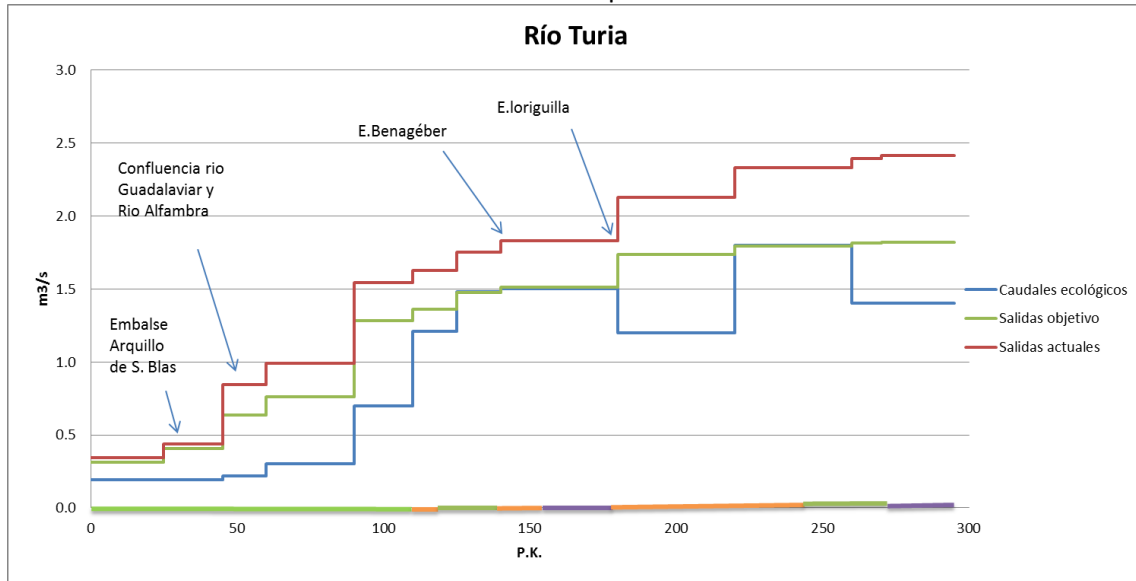
○ Hipótesis 1:



Gráfica 10. Comparación. Hipótesis 1 para la segunda solución del río Turia.

Hipótesis 1		
Masa de agua	Restricción actual (Hm ³ /s)	Salidas objetivo (Hm ³ /s)
Montes Universales	37.9	35.8
Gea de Albarracín	0.3	0.0
Arquillo	0.9	0.1
Mosqueruela	17.8	10.0
Javalambre Occidental	6.6	4.9
Javalambre Oriental	18.9	4.5
Hoya de Alfambra	1.9	1.3
Hoya de Teruel	10	9.8
Vallanca	9.4	7.0
Alpuente	13.4	12.8
Mira	5	0.0
Liria-Casinos	8.9	3.4
Las Serranías	10.9	5.3
Requena-Utiel	14.2	0.0
Buñol-Cheste	2.2	0.0
Sierra del toro	1.5	0.0
Plana Valencia Norte	6.7	0.0

Tabla 11. Comparación. Hipótesis 1 en la segunda solución del río Turia



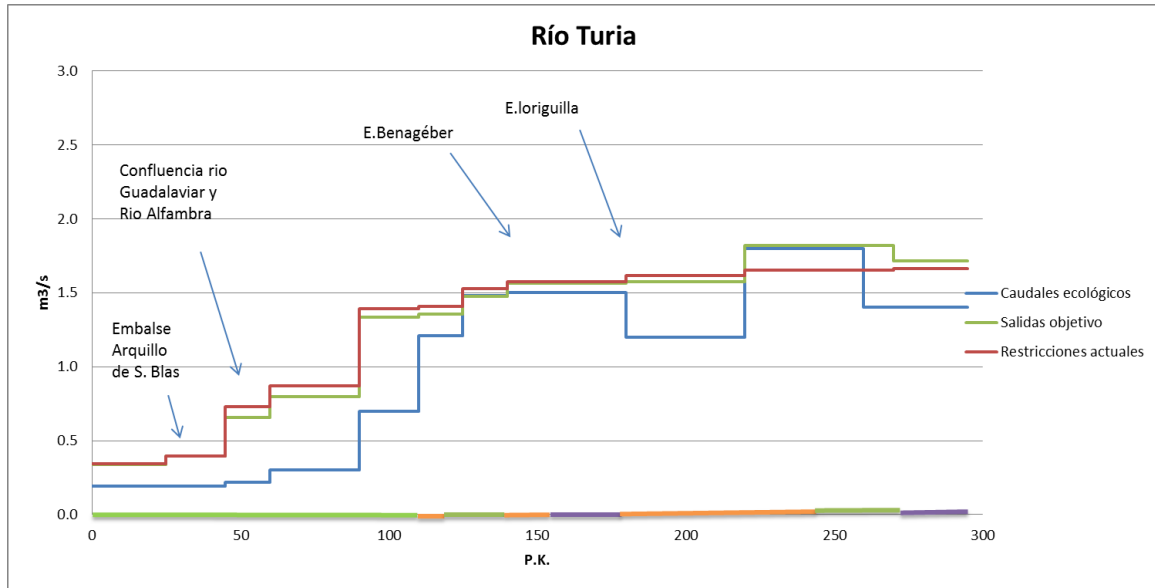
Gráfica 11. Comparación. Hipótesis 2 en la segunda solución del río Turia.

Hipótesis 2		
Masa de agua	Restricción actual	Salidas objetivo
	(Hm ³ /s)	(Hm ³ /s)
Montes Universales	37.9	36.3
Gea de Albarracín	0.3	0.0
Arquillo	0.9	0.1
Mosqueruela	17.8	10.0
Javalambre Occidental	6.6	4.9
Javalambre Oriental	18.9	4.5
Hoya de Alfambra	1.9	1.3
Hoya de Teruel	10	9.8
Vallanca	9.4	7.0
Alpuente	13.4	12.8
Mira	5	0.0
Liria-Casinos	8.9	3.4
Las Serranías	10.9	5.0
Requena-Utiel	14.2	0.0
Buñol-Cheste	2.2	0.0
Sierra del toro	1.5	0.0
Plana Valencia Norte	6.7	0.0

Tabla 12. Comparación. Hipótesis 2 de la segunda solución del río Turia.



○ Hipótesis 3:



Gráfica 12. Comparación. Hipótesis 3 de la segunda solución en el río Turia.

Hipótesis 3		
Masa de agua	Restricción actual	Salidas objetivo
	(Hm ³ /s)	(Hm ³ /s)
Montes Universales	37.9	38.4
Gea de Albarracin	0.3	0.3
Arquillo	0.9	0.1
Mosqueruela	17.8	13.5
Javalambre Occidental	6.6	6.8
Javalambre Oriental	18.9	0.0
Hoya de Alfambra	1.9	1.5
Hoya de Teruel	10	10.6
Vallanca	9.4	9.4
Alpuente	13.4	13.4
Mira	5	0.0
Liria-Casinos	8.9	0.0
Las Serranias	10.9	23.0
Requena-Utiel	14.2	15.0
Buñol-Cheste	2.2	24.0
Sierra del toro	1.5	0.0
Plana Valencia Norte	6.7	0.0

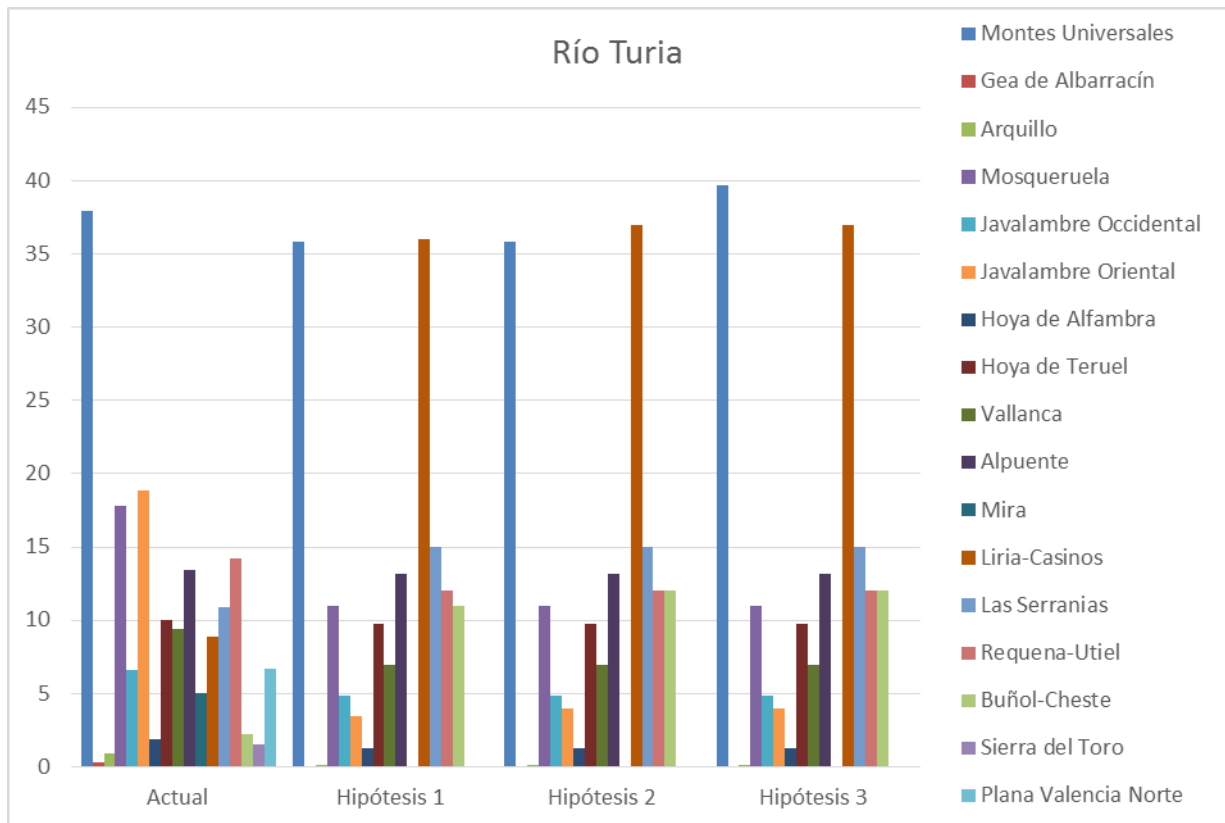
Gráfica 13. Comparación. Hipótesis 3 en la segunda solución del río Turia.



A continuación, con el fin de mostrar de una forma más clara la relación entre las restricciones fijadas por la CHJ y las consideradas como restricciones objetivo se muestra una gráfica en la que se establecen la comparación de cada masa de agua subterránea mediante un diagrama de barras.

▪ Solución 1:

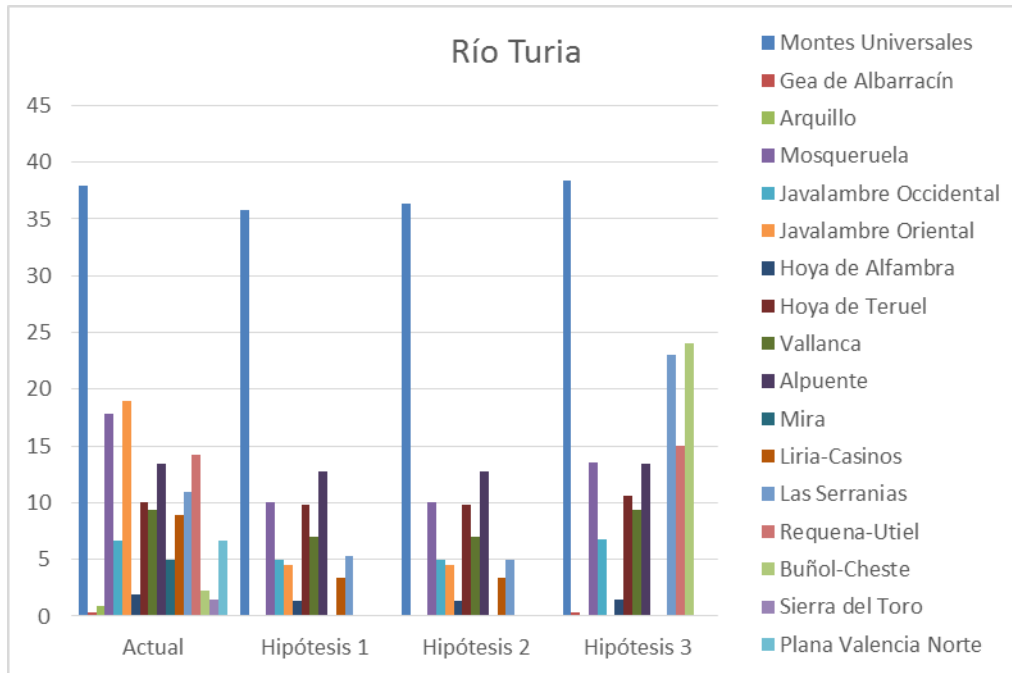
Se muestra claramente como a lo largo del río a partir de Liria-Casinos las restricciones objetivo van aumentando en cada hipótesis con respecto a las restricciones actuales de la CHJ.



Gráfica 14. Gráfica comparativa de la primera solución en el río Turia



- Solución 2:



Gráfica 15. Gráfica comparativa de la solución 2 en el río Turia

Finalmente en esta alternativa, la cual sigue la continuidad del río muestra como en la hipótesis tres sí que habría aumentar más en las masas de agua de la zona baja, ya que hay varios tramos variables. Mientras en las otras dos hipótesis se disminuye en estas zonas el caudal puesto que ya se proporciona por las masas de aguas arriba.

- La rambla del Poyo.

Puesto que la rambla del Poyo también fue estudiada con anterioridad para la estimación del régimen de caudales ecológicos, se ha llevado a cabo el mismo análisis de la misma que el llevado a cabo para el río Turia.

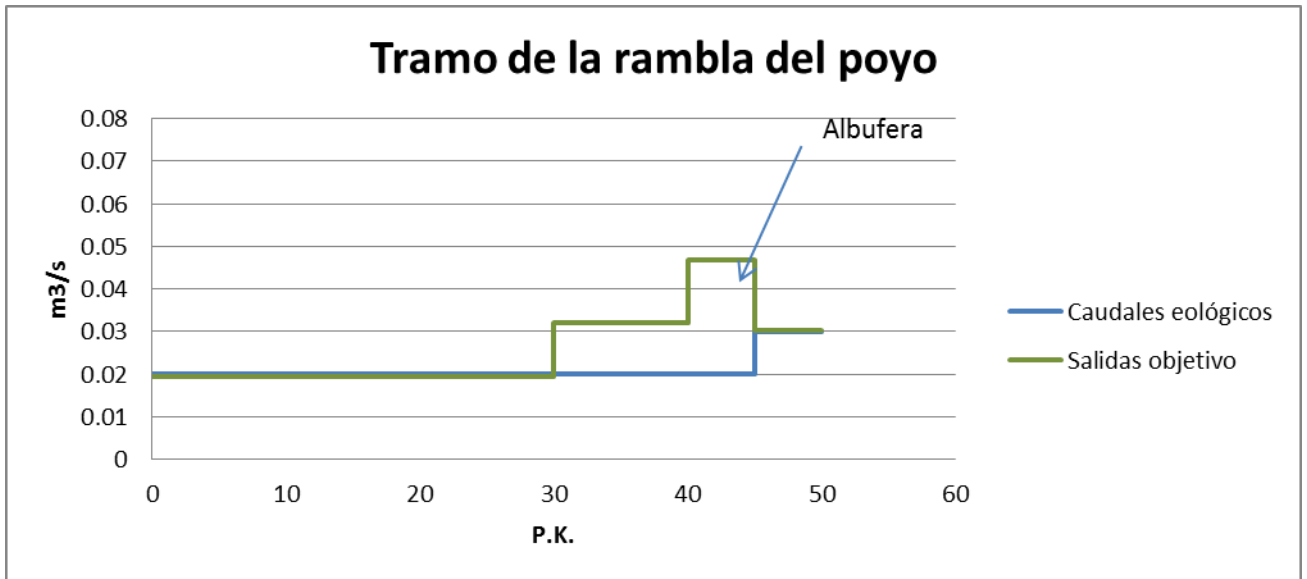


Ilustración 26. Tipología de la relación río-acuífero en la Rambla del Poyo

Este tramo de interés se caracteriza básicamente como un tramo prácticamente perdedor.



- Hipótesis 1:



Gráfica 16. Hipótesis 1 en la Rambla del Poyo.

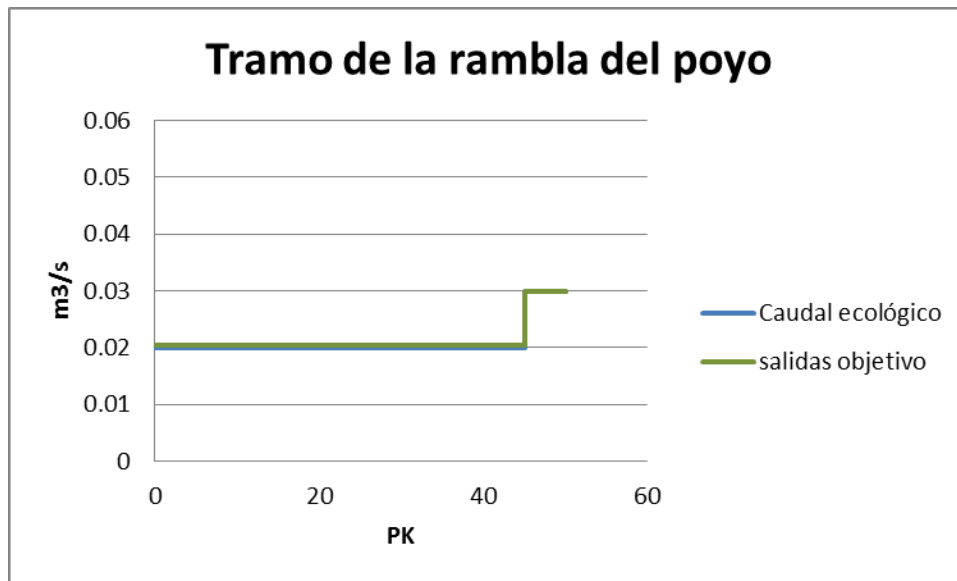
Hipótesis 1		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm ³ /s)	(m ³ /s)
Las Serranias	8.5	0.270
Buñol-Cheste	1.8	0.057
Plana Valencia Norte	3.2	0.101

Tabla 13. Hipótesis 1 en la Rambla del Poyo.

Para este tramo se observa que sólo le afectan tres masas de agua subterránea principalmente de las cuales en esta hipótesis hace falta un valor menor de las aportaciones en Buñol-Cheste y Plana de Valencia Norte.

○ Hipótesis 2:

Con los valores que se muestran a continuación se observa un claro ajuste entre los valores de caudales ecológicos y las salidas objetivo que proporcionan las masas de agua.



Gráfica 17. Hipótesis 2 en la Rambla del Poyo

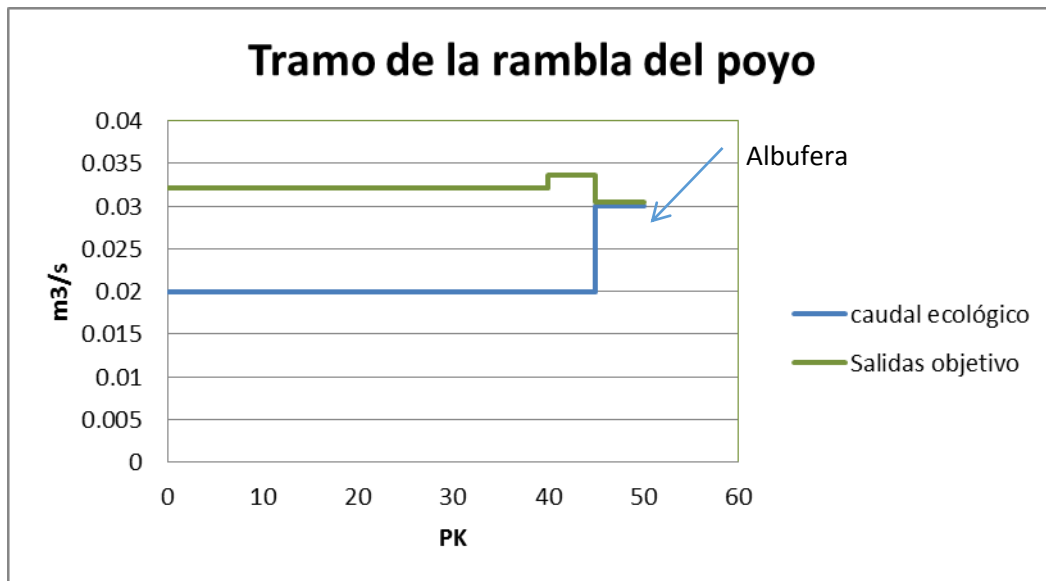
Hipótesis 2		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm ³ /s)	(m ³ /s)
Las Serranias	11.9	0.377
Buñol-Cheste	2.2	0.070
Plana Valencia Norte	6.7	0.212

Tabla 14. Hipótesis 2 en la Rambla del Poyo.



○ Hipótesis 3:

En esta hipótesis puesto que es un tramo prácticamente perdedor, se ajustaría más a la situación real.



Gráfica 18. Hipótesis 3 en la Rambla del Poyo.

Hipótesis 3		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm ³ /s)	(m ³ /s)
Las Serranías	27	0.856
Buñol-Cheste	4.5	0.070
Plana Valencia Norte	0	0.212

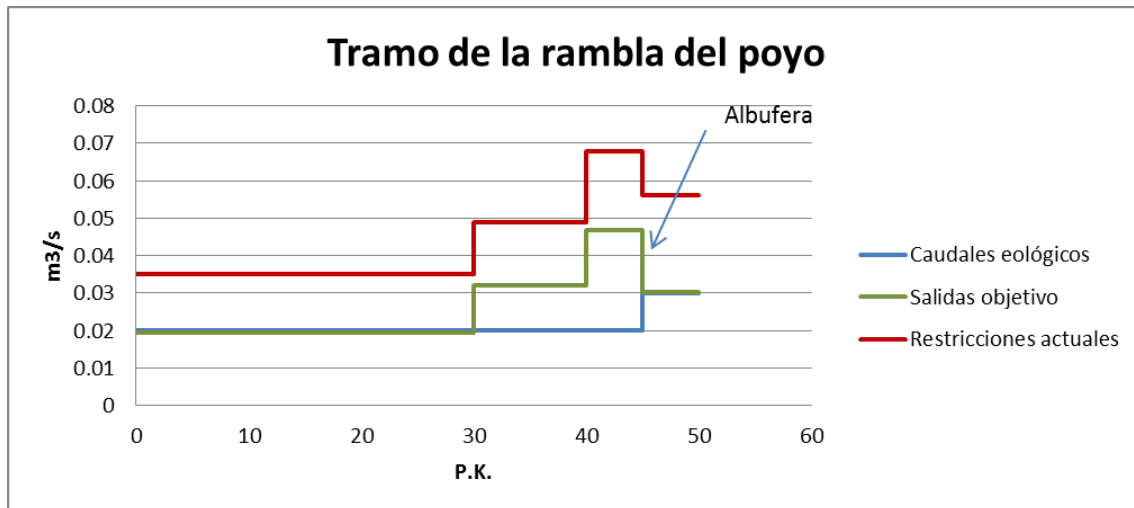
Tabla 15. Hipótesis 3 en la rambla del Poyo.

En esta hipótesis se observa como es necesario más aportaciones por parte de las Serranías mientras que en la Plana de Valencia Norte puesto que cubre todo el tramo perdedor no influye. A continuación se muestra el mismo análisis comparativo con las restricciones actuales de la CHJ para la misma.



○ Hipótesis1:

Se muestra que las restricciones actuales son mayores a las restricciones objetivo.



Gráfica 19. Comparación en la Rambla del Poyo hipótesis 1

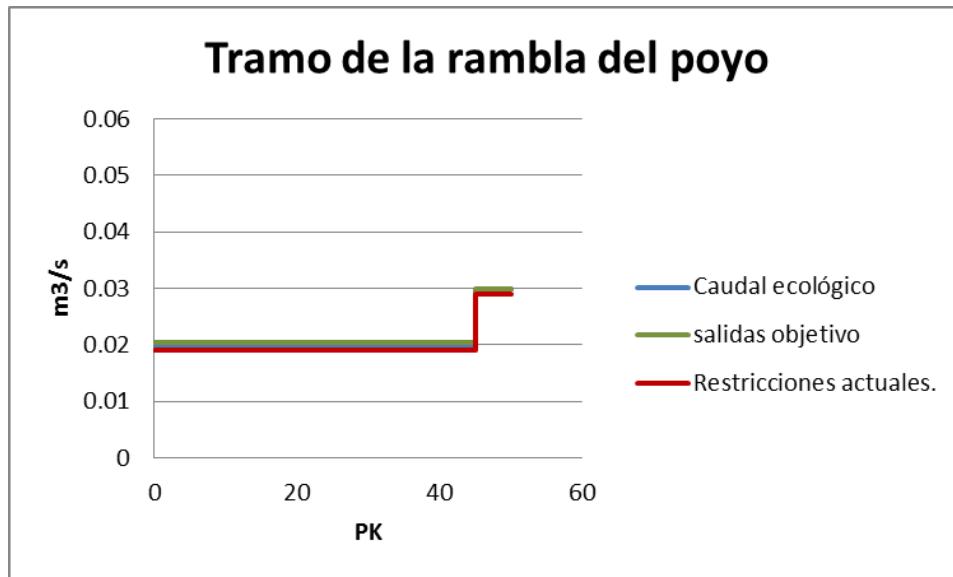
Hipótesis 1		
Masa de agua	Restricción actual (Hm ³ /s)	Salidas objetivo (Hm ³ /s)
Las Serranías	10.9	8.500
Buñol-Cheste	2.2	1.800
Plana Valencia Norte	6.7	3.200

Tabla 17. Comparación en la Rambla del Poyo. Hipótesis 1

Se observa como las aportaciones que más se ajustan a las restricciones ambientales es en Las Serranías. En las otras dos no hace falta llegar a sus restricciones actuales.



- Hipótesis 2:



Gráfica 20. Comparación en la Rambla del Poyo. Hipótesis 2.

Se observa que con las restricciones actuales ya no se alcanzaría los valores de caudales ecológicos.

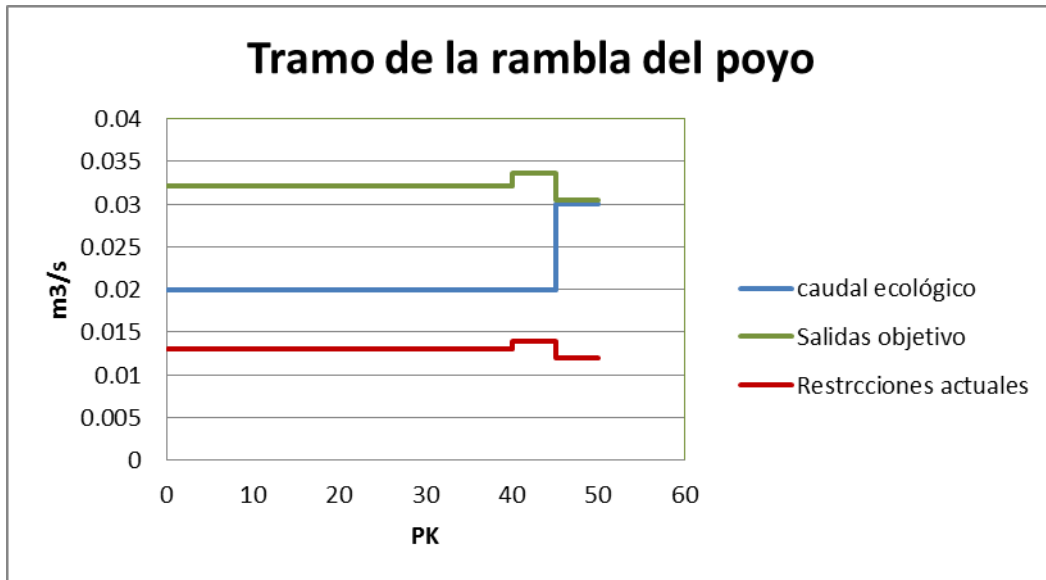
Hipótesis 2		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm ³ /s)	(m ³ /s)
Las Serranias	10.9	11.9
Buñol-Cheste	2.2	2.2
Plana Valencia Norte	6.7	6.7

Tabla 18. Comparación en la Rambla del Poyo. Hipótesis 2 2

Las restricciones objetivo son más elevadas, puesto que así alcanzan los caudales ecológicos. Sí que se muestra una coincidencia entre ambas restricciones en la Plana Valenciana y Buñol-Cheste, ya que con aumentar un poco en las serranías se alcanza el objetivo.



- Hipótesis 3:



Gráfica 21. Comparación en la Rambla del Poyo. Hipótesis 3

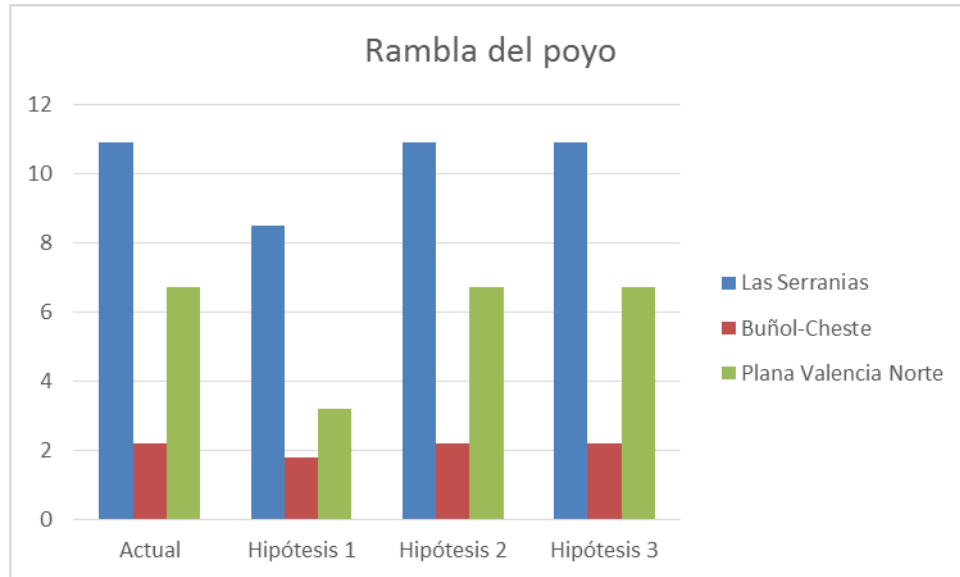
En esta hipótesis se observa como las restricciones actuales aún alcanzarían menos los valores de caudales ecológicos de la CHJ que en la hipótesis anterior. Mientras con las aportaciones establecidas con las restricciones objetivo si los alcanza.

Hipótesis 3		
Masa de agua	Salidas Objetivo	
	(Hm ³ /s)	(m ³ /s)
Las Serranias	10.9	27.0
Buñol-Cheste	2.2	4.5
Plana Valencia Norte	6.7	0.0

Tabla 19. Comparación en la Rambla del Poyo. Hipótesis 3



Se pasa ahora pues a introducir la gráfica en la que se muestra las restricciones reales junto con las tres hipótesis.



Gráfica 22. Comparación Rambla del poyo



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos.

Caso 3: Sistema Júcar

Autor: Almudena Sánchez Alfaro

7. DESCRIPCIÓN CASO 3: SISTEMA JÚCAR

7.1 Descripción de los sistemas de explotación

7.1.1 Sistema de explotación Júcar

“Un sistema de explotación está constituido por 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” (art.19 RPH).

El sistema de explotación Júcar comprende la cuenca propia del río Júcar y todas las demandas que se atienden desde ella. Nace en la Cordillera Ibérica, a 1.585 m de altitud, junto al cerro de San Felipe, en la provincia de Cuenca y desemboca en las cercanías de Cullera, en la provincia de Valencia. Sus principales afluentes son los ríos Cabriel y Magro por la margen izquierda y los ríos Sellent y Albaida por la margen derecha. La superficie del sistema de explotación es de 22.261 km².

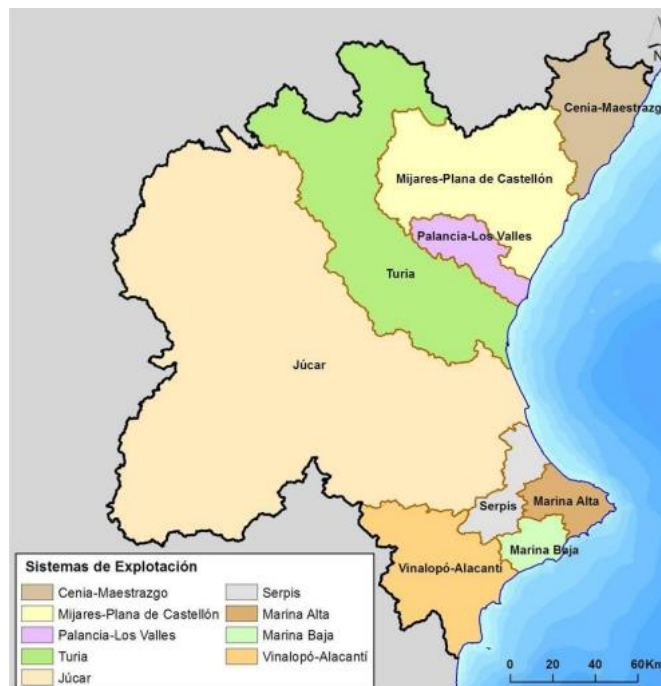


Ilustración 27. Sistemas de explotación

El sistema presenta 143 masas de agua superficial con una longitud de 2900 km aproximadamente.

Existen 41 masas de agua subterránea integradas total o parcialmente en el sistema de explotación. De éstas, las siguientes tienen la totalidad o buena parte de su superficie dentro del sistema Júcar: las masas impermeables o acuíferos, Montes Universales, Vallanca, Triásico de Boniches, Jurásico de Uña, Cretácico de Cuenca Norte, Cretácico de Cuenca Sur, Terciario de Alarcón, Mancha Oriental, Mira, Requena-Utiel, Hoces del Cabriel, Cabrillas-Malacara, Alpera (Carcelén), Buñol-Cheste, Almansa, Caroch Norte, Caroch Sur, Valle de Albaida, Sierra Grossa, Hoya de Játiva, Volcadores-Albaida, Sierra de las Agujas, Sierra del Ave, Sierra de la Oliva, Plana de Valencia Norte, Plana de Valencia Sur y La Contienda.

Aunque el sistema cuenta con un gran número de embalses que se muestran en la siguiente ilustración. No todos tienen relevancia en la regulación y gestión de los principales aprovechamientos hídricos. A continuación puede verse su localización.

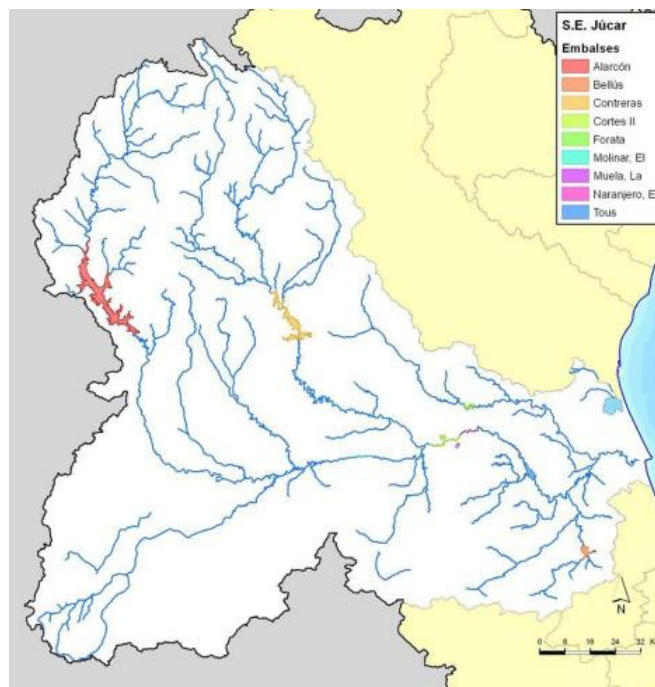


Ilustración 28. Embalses sistema de explotación Júcar

La siguiente figura permite observar la relación entre las masas de agua superficial del río Júcar y las masas de agua subterránea del sistema de explotación. En el entorno del acuífero de la Mancha Oriental se concentran varios tramos perdedores, localizados aguas abajo del embalse de Alarcón y en el río Valdemembra desde Motilla del Palancar hasta el río Júcar. Existen otros tramos perdedores, como son el tramo final del río Magro, el río Lezuza y el tramo entre el Azud de Antella y el río Sellent. También se tienen varios tramos cuya relación río-acuífero se considera variable y se ubican en el río Júcar entre la confluencia con el río Valdemembra y Alcalá del Júcar, entre la confluencia con el río Sellent y la Rambla Casella, inmediatamente aguas abajo del Embalse de Forata, así como aguas abajo del azud de Sueca (IGME – DGA, 2010).

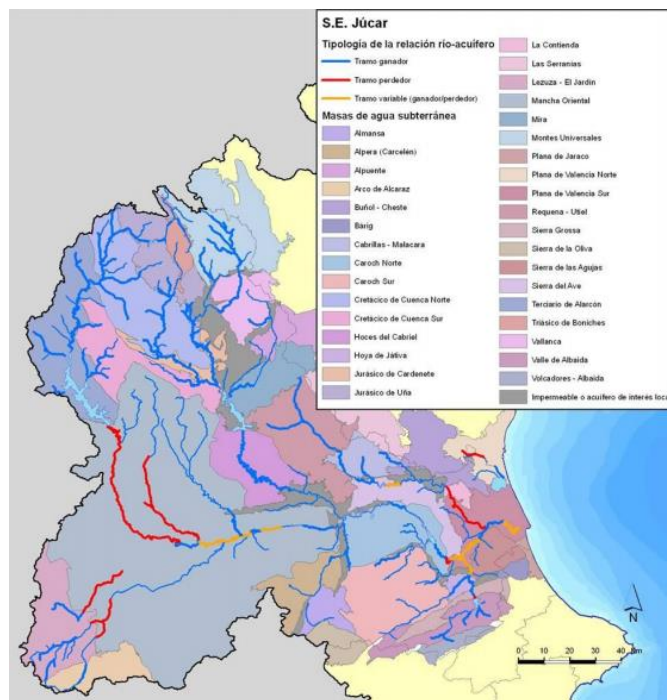


Ilustración 29. Relación río acuífero

Río Júcar:

El Júcar es un río de la Península Ibérica, situado en el este de España. Tiene una longitud de 498 km, atraviesa las provincias de Cuenca, Albacete y Valencia, y desemboca en el mar Mediterráneo. Nace a 1.700 msnm, en la vertiente meridional del cerro de San Felipe (Montes Universales).



En su curso alto, el río Júcar recorre las tierras montañosas de Cuenca con una dirección norte-sur en una zona de precipitaciones medias superiores a los 800 mm anuales.

La cuenca media del Júcar no es completamente uniforme, presenta tramos donde forma meandros divagantes y otras zonas de mayores pendientes, en los que se encaja profundamente, como es el área de meandros encajados donde se encuentra la localidad de Alarcón. El embalse de Alarcón represa las aguas del Júcar a lo largo de más de 40 km de longitud, lo cual da idea de la escasa pendiente en este tramo. A partir de este punto se produce el inicio de una zona de mayor pendiente en el punto donde se desvía de nuevo hacia el sur, donde comienza la gran curva hacia el este para salir de la región de La Mancha. Antes, por medio de un cauce artificial desde Albacete, el Canal de la Reina María Cristina, y a la altura de la localidad de Valdeganga, se transportan los excedentes hídricos que manan por los rebosaderos del acuífero de Los Llanos, nutrido este a su vez por la cuenca endorreica del Río Jardín/Balazote que viene desde la alta Sierra de Alcaraz. Aguas abajo se encuentra el embalse de El Molinar, y la confluencia con el río Cabriel y el río Zarra, que aumentan considerablemente su caudal a la altura del embalse de Embarcaderos. Atravesando el embalse de Cortés y el embalse de La Muela llega al embalse de Tous. Atravesando la zona montañosa del Caroché y saliendo del embalse de Tous, alcanza su máximo caudal en Sumacárcel, con 49,22 m³/s. Tras un recorrido de 497,5 km desemboca en Cullera (Valencia).

Río Cabriel:

El río Cabriel es el principal afluente del río Júcar. Tiene una longitud de 270 km, una cuenca de 4.754,2 km² y un caudal anual medio de 220,82 hm³.

Nace en el valle Cabriel en la Comarca de Albarracín, provincia de Teruel. Nace en el valle Cabriel (Sistema Ibérico) en la Comarca de Albarracín, en la provincia de Teruel.



Continúa por los municipios de Salvacañete, Alcalá de la Vega, Boniches, Campillos-Paravientos, Pajaroncillo, Villar del Humo, Cardenete, Villora, Enguídanos, Mira y Minglanilla. A partir de este punto, el cauce del río es una frontera natural entre la provincia de Cuenca y la provincia de Valencia, hasta llegar al paraje de Los Cárceles y La Terrera Casas Ibáñez, entre la provincia de Albacete y Valencia, adentrándose en Valencia por Casas del Río (Requena), y se uniéndose al Júcar en la localidad de Cofrentes. El río Cabriel atraviesa el embalse de Contreras, situado entre los municipios de Villargordo del Cabriel en la provincia de Valencia y La Pesquera, Mira, Enguídanos y Minglanilla. Se construyó en el año 1972 en la confluencia de los ríos Cabriel y Guadazaón. Tiene una superficie de 2710 ha, y una capacidad máxima de 943 hm³. Se usa para la producción de energía y para abastecer de agua al Canal Júcar-Turia, que suministra agua potable a la ciudad de Valencia.

Río Magro:

El río Magro, de unos 130 km de longitud, es un afluente del río Júcar, y su curso discurre enteramente por la provincia de Valencia. Su cuenca drena 1.543,7 km². Nace en la sierra de Mira a unos 1.100 msnm, con el nombre de Rambla de la Torre, en la divisoria de aguas con la cuenca del río Cabriel. A pocos km de su nacimiento forma una especie de valle amplio y de escasa pendiente relativa. La cuenca media del río Magro se caracteriza por un fuerte desnivel, aunque escalonado, con tramos en los que los meandros encajados se alternan con breves llanuras aluviales ampliamente utilizadas en la agricultura de riego en sus orillas.

En la cuenca inferior, se abre en un amplio valle con cauce ancho y anteriormente lleno de grava, lo que indica el carácter torrencial de su cuenca. La anchura de su cauce alcanza 289 m en el punto donde el transvase Júcar - Turia atraviesa el río Magro. El embalse de Forata y las acequias que alimenta han modificado el carácter torrencial del río, por lo que el cauce se ha suavizado al irse rellenando con sedimentos más finos.



Río Albaida:

El río Albaida es un río de la provincia de Valencia (España), en la Comunidad Valenciana, y es afluente del río Júcar por su parte derecha. Nace en las laderas de la Sierra de Benicadell, en el paraje conocido como Fuente de Fontanares, aguas arriba de la ciudad de Albaida, en el puerto del mismo nombre, hacia el Sur de la provincia de Valencia.

Cruza de Sur a Norte la comarca del Valle de Albaida, comarca que, a su vez, le debe su nombre a este río.

Tiene una longitud de 52,3 km y sus principales afluentes son el Clariano y el río Cãñoles.



8. APLICACIÓN A CASO DE ESTUDIO

8.1 Análisis de la relación caudal ecológico-salidas a río

Una vez introducidos en el ámbito del caso de estudio que engloba los cuatro sistemas recientemente nombrados, en este capítulo se procede a aplicar el análisis descrito en el capítulo de metodología.

Para llevar a cabo un estudio más profundo este análisis se realizará teniendo en cuenta tres hipótesis distintas.

- Hipótesis 1: en esta primera hipótesis se supondrá que todos los tramos del río actúan como tramos ganadores y por lo tanto están recibiendo agua de alguna masa subterránea.
- Hipótesis 2: para la segunda hipótesis, no se considerará como receptores de agua los tramos de río que sean perdedores.
- Hipótesis 3: en la última hipótesis, los tramos variables de los ríos se tomarán esta vez como tramos perdedores y por lo tanto el río solo recibirá agua de las masas subterráneas en los tramos ganadores.

En la aplicación del caso de estudio del sistema de explotación Júcar se han analizado, en primer lugar, sus afluentes Cabriel, Magro y Albaida. A continuación, y teniendo en cuenta los anteriores, se ha realizado el análisis del río Júcar desde su nacimiento en Huélamo, hasta su desembocadura en Cullera.

El sistema de referencia adoptado considera el punto kilométrico (P.K.) cero en el nacimiento del río, y se considera creciente hacia aguas abajo hasta la desembocadura. De esta manera se han establecido las relaciones caudal-punto kilométrico a lo largo del perfil longitudinal del río.

Además, las masas de agua subterránea han sido ordenadas en las tablas desde aguas arriba hacia aguas abajo, con el fin de observar las exigencias en los tramos inicial, medio y final de cada río.

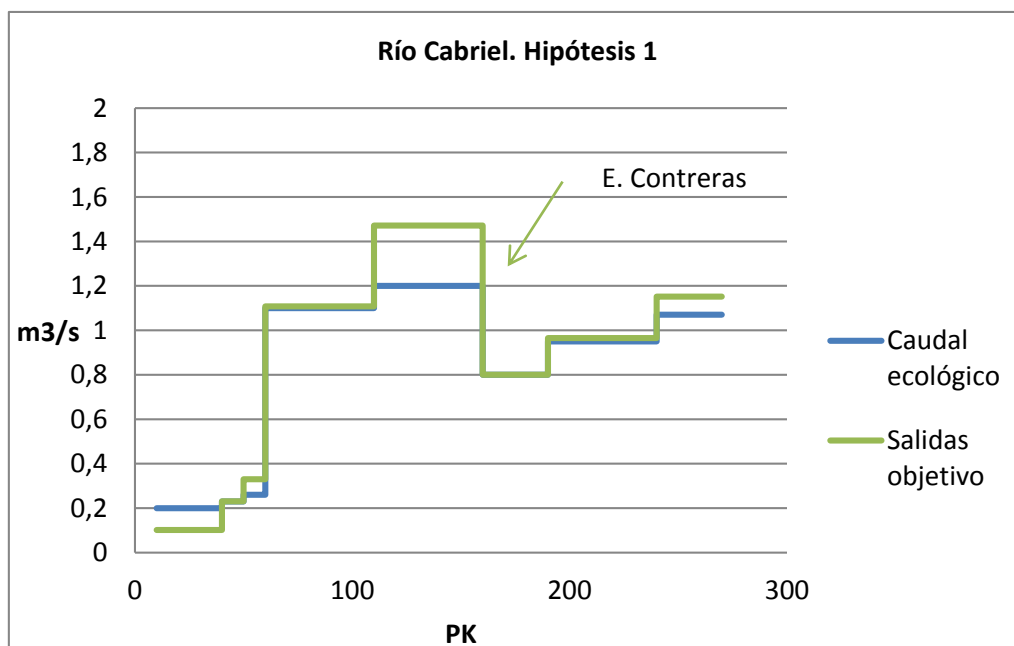
8.1.1 Río Cabriel

Hipótesis 1:

Considerando esta hipótesis se observa que el valor del caudal ecológico se alcanza en casi todos los tramos analizados, a excepción de los primeros kilómetros desde su nacimiento (P.K. 0), donde se destaca que se produce un error en la distribución zonal de las salidas de agua en la capa raster de descarga. Considerando estos datos, sería necesario aplicar una salida a río a la masa de agua subterránea Montes Universales muy elevada, lo que resulta incoherente con su aportación total a las masas de agua superficial. Por ello se ha ignorado el cumplimiento de este tramo, aplicando a líneas futuras el estudio de este caso aislado.

Se han considerado pérdidas en la zona del embalse de Contreras, tomando como referencia las consideradas en la elaboración de los caudales ecológicos aprobados en la PHJ.

Por ello los resultados obtenidos exigen aportaciones elevadas en los tramos de cabecera para alcanzar el caudal ecológico del punto número 6, a partir del P.K. 60. En el tramo medio, sin embargo, las salidas necesarias son nulas para la mayoría de las masas de agua subterránea, siendo exigible únicamente una aportación de Hoces de Cabriel para el tramo final hasta su confluencia con el río Júcar en el embalse de Embarcaderos.



Gráfica 23. Hipótesis 1. Río Cabriel



A continuación se presenta una tabla resumen de las salidas objetivo correspondientes a cada masa de agua.

Hipótesis 1		
Masa de agua	Salidas objetivo	
	hm ³ /año	m ³ /s
Montes Universales	50	1,585
Vallanca	25	0,793
Jurásico de Uña	30,1	0,954
Cretácico de Cuenca Norte	25	0,793
Triásico de Boniches	0	0
Cretácico de Cuenca Sur	6,7	0,212
Jurásico de Cardenete	2	0,063
Mancha Oriental	0	0
Mira	0	0
Hoya de Teruel	0	0
Alpuente	0	0
Hoces de Cabriel	12	0,381
Requena-Utiel	0	0

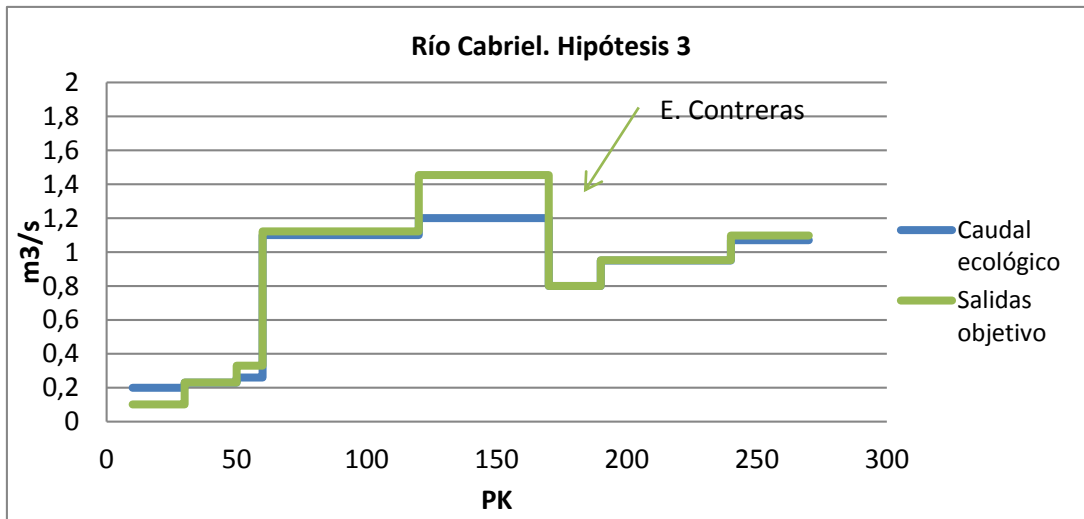
Tabla 21. Salidas objetivo. Hipótesis 1

Hipótesis 2:

Al no presentar el río Cabriel tramos cuya relación río-acuífero los considere perdedores, se ha procedido directamente a la hipótesis 3.

Hipótesis 3:

En la consideración de esta hipótesis se exige una mayor aportación de las masas de agua subterránea que alimentan las masas de agua superficial de los tramos de cabecera.



Gráfica 24. Salidas objetivo. Hipótesis 3

A continuación se presenta una tabla resumen de la hipótesis 3:

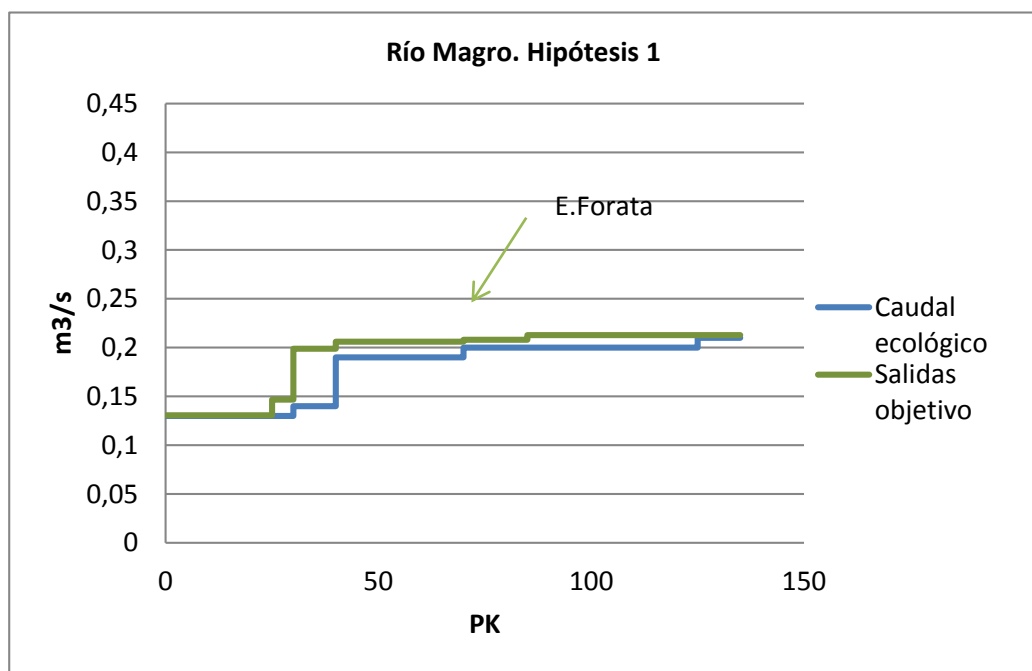
Hipótesis 3		
Masa de agua	Salidas objetivo	
	hm³/año	m³/s
Montes Universales	50	1,585
Vallanca	25	0,793
Jurásico de Uña	60	1,903
Cretácico de Cuenca Norte	20	0,634
Jurásico de Cardenete	0	0
Cretácico de Cuenca Sur	0	0
Triásico de Boniches	0	0
Alpuente	0	0
Mancha Oriental	0	0
Mira	0	0
Hoces de Cabriel	12	0,381
Requena-Utiel	0	0

Tabla 22. Salidas objetivo. Hipótesis 3

8.1.2 Río Magro

Hipótesis 1:

En esta hipótesis se han aproximado ambos caudales de manera óptima, sin necesidad de introducir restricciones excesivamente elevadas en ninguna de las masas de agua, y produciéndose una holgura para las masas de aguas abajo, cuyas salidas a río pueden considerarse nulas.



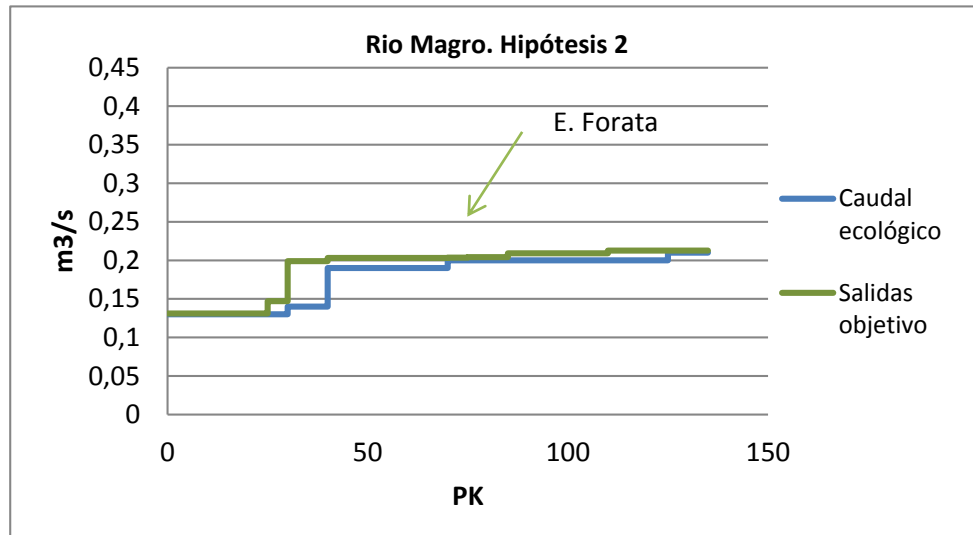
Gráfica 25. Salidas objetivo. Hipótesis 1

Hipótesis 1		
Masa de agua subterránea	Salidas objetivo	
	hm ³ /año	m ³ /s
Las Serranias	15	0,476
Requena-Utiel	20	0,634
Mira	5	0,159
Cabrillas-Malacara	0,2	0,006
Sierra del Ave	0	0
Buñol-Cheste	0	0
Plana Val. Sur	0	0
La contienda	0	0

Tabla 23. Río Magro. Salidas objetivo. Hipótesis 1



Hipótesis 2:



Gráfica 26. Salidas objetivo. Hipótesis 2

A continuación se presenta una tabla resumen de la segunda hipótesis.

Hipótesis 2		
Masa de agua subterránea	Salidas objetivo	
	hm³/año	m³/s
Las Serranias	16	0,507
Requena-Utiel	20	0,634
Mira	5	0,159
Cabrillas-Malacara	0	0
Sierra del Ave	0	0
Buñol-Cheste	0	0
Plana Val. Sur	0	0
La contienda	0,2	0,006

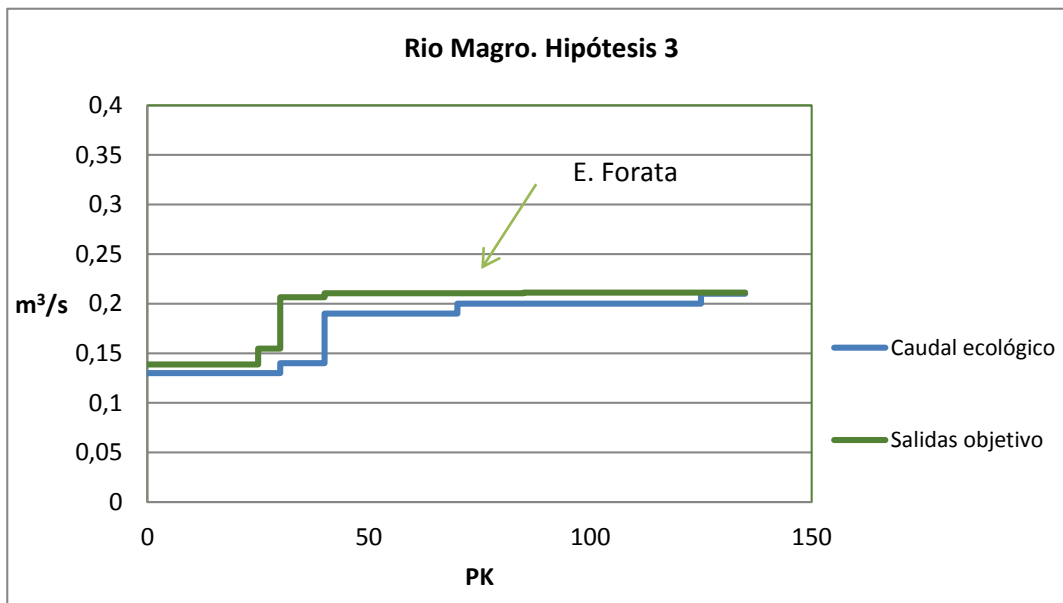
Tabla 24. Río Magro. Salidas objetivo. Hipótesis 2



Hipótesis 3:

En la tercera hipótesis no se encuentran diferencias significativas con las anteriores.

Al considerarse perdido el tramo variable, cambia la influencia que posee cada masa en la totalidad del caudal del río.



Gráfica 27. Salidas objetivo. Hipótesis 3

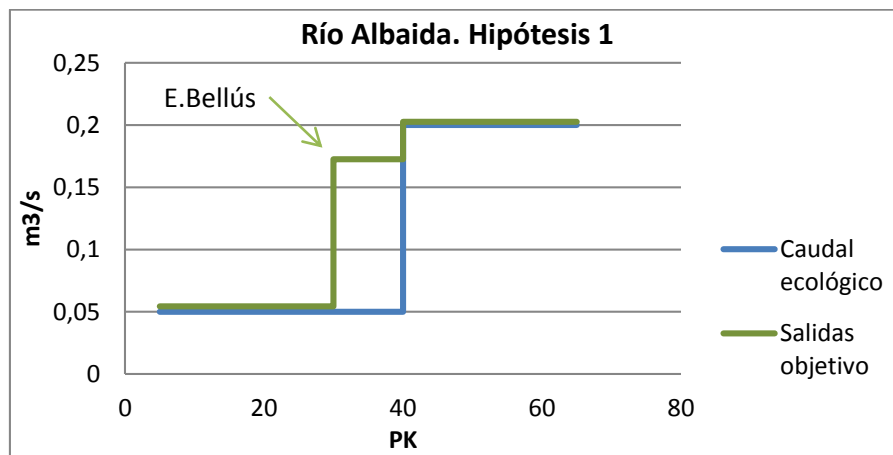
Hipótesis 3		
Masa de agua subterránea	Salidas objetivo	
	hm³/año	m³/s
Las Serranias	6	0,190
Requena-Utiel	20	0,634
Mira	7	0,222
Cabillas-Malacara	0	0
Sierra del Ave	0	0
Buñol-Cheste	0	0
Plana Val. Sur	0	0
La contienda	0	0

Tabla 25. Río Magro. Salidas objetivo. Hipótesis 3

8.1.3 Río Albaida

Hipótesis 1:

En la hipótesis considerada, el valor de caudal de las salidas objetivo alcanza el valor del caudal ecológico únicamente con el aporte de dos masas de agua subterránea, las situadas en la zona de nacimiento de este río.



Gráfica 28. Salidas objetivo. Hipótesis 1

A continuación se presenta una tabla resumen de los datos obtenidos en la primera hipótesis:

Hipótesis 1		
Masa de agua	Salidas objetivo	
	hm³/año	m³/s
Volcadores-Albaida	2,5	0,079
Valle de Albaida	4,8	0,152
Sierra Grossa	0	0
Sierra Mariola	0	0
Salt San Cristóbal	0	0
Hoya de Játiva	0	0
Sierra de la Oliva	0	0
Caroch Sur	0	0
Caroch Sur	0	0
Rocín	0	0
Sierra de las Agujas	0	0
Plana de Valencia Sur	0	0

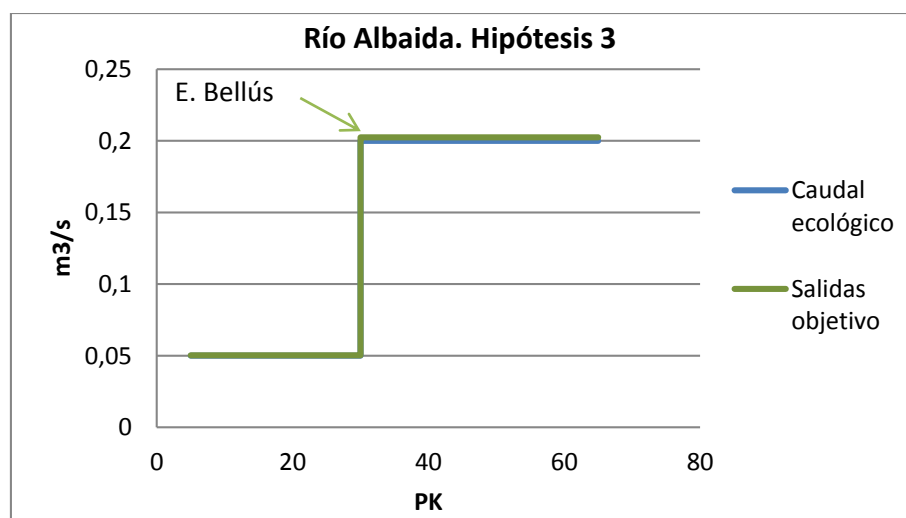
Tabla 26. Río Albaida. Salidas objetivo. Hipótesis 1.

Hipótesis 2:

Los resultados de esta hipótesis son similares a los de la hipótesis 1, ya que el tramo perdedor tiene un efecto poco relevante en el análisis.

Hipótesis 3:

En esta hipótesis es posible calcular unas salidas objetivo que se igualen al caudal ecológico, y presuponiéndose como un mínimo a imponer en las restricciones ambientales de salidas a río de las masas de agua subterránea, teniendo en cuenta que corresponden a este río en concreto.



Gráfica 29. Salidas objetivo. Hipótesis 3

A continuación se muestra una tabla resumen de los resultados obtenidos en la hipótesis 3 en cuanto a las salidas objetivo mínimas para alcanzar el valor del caudal ecológico en todos los tramos del río.

Hipótesis 3		
Masa de agua	Salidas objetivo	
	hm³/año	m³/s
Volcadores-Albaida	1	0,032
Valle de Albaida	8	0,254
Sierra Grossa	0	0
Sierra Mariola	0	0
Salt San Cristóbal	0	0
Hoya de Játiva	0	0
Sierra de la Oliva	0	0
Caroch Sur	0	0
Caroch Sur	0	0
Rocín	0	0
Sierra de las Agujas	0	0
Plana de Valencia Sur	0	0

Tabla 27. Río Albaida. Salidas objetivo. Hipótesis 3



8.1.4. Río Júcar

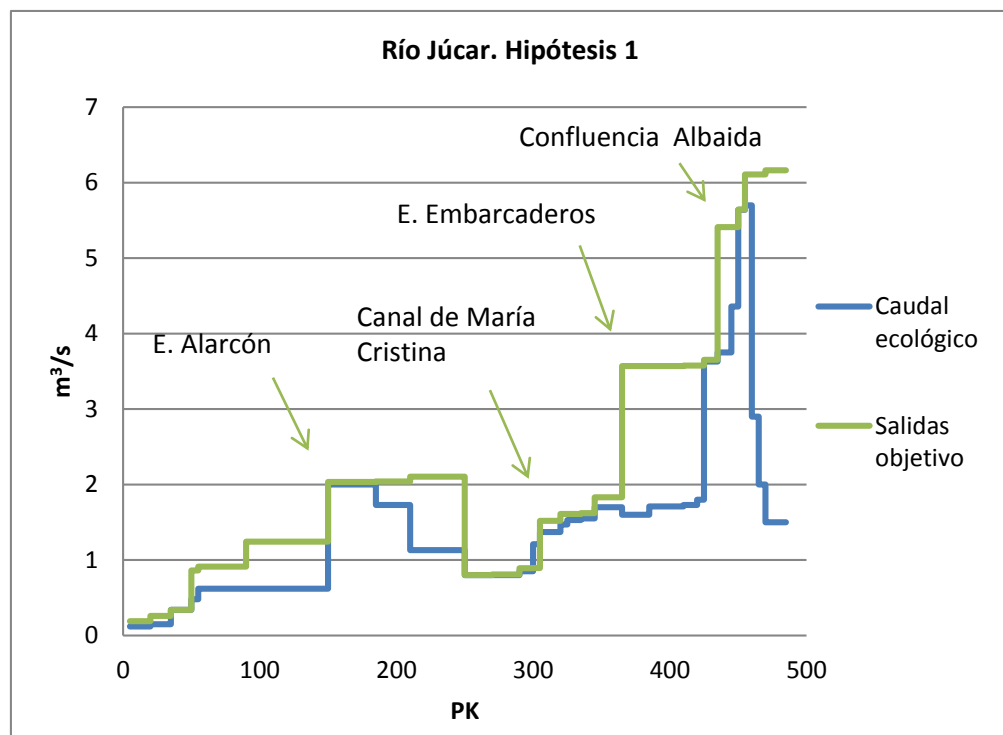
Hipótesis 1:

Para la primera hipótesis, en la cual se consideran todos los tramos como ganadores en su relación con el acuífero se ha realizado una solución basada en adecuar cada tramo.

En el tramo medio-final del río se produce un excedente que se justifica con la confluencia del río Cabriel, con lo que las exigencias necesarias en esta zona disminuyen considerablemente.

No obstante, en los tramos cercanos a la desembocadura se exige a las masas de agua valores elevados a su aportación al río Júcar.

A continuación se muestra el gráfico del análisis de la primera solución.



Gráfica 30. Salidas objetivo. Hipótesis 1



A continuación se presenta la tabla resumen de las salidas objetivo exigibles a cada masa de agua subterránea para alcanzar el caudal ecológico en cada tramo.

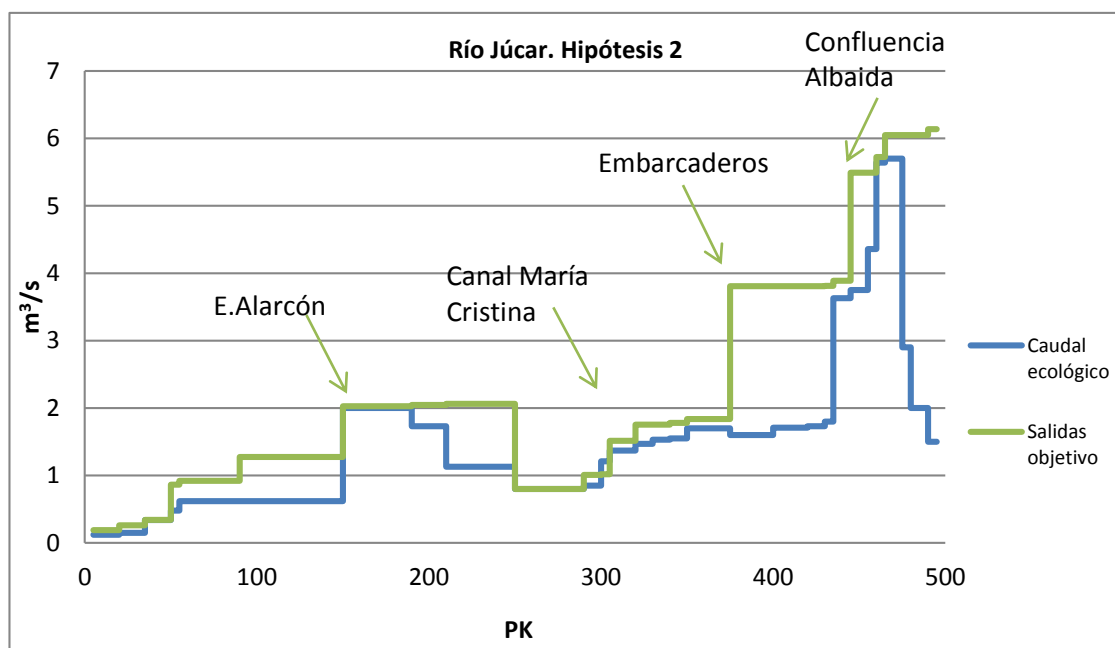
Hipótesis 1		
Masa de agua	Salidas objetivo	
	hm ³ /año	m ³ /s
Montes Universales	38	1,205
Triásico de Boniches	9	0,285
Jurásico de Uña	30	0,951
Cretácico de Cuenca Norte	15	0,476
Terciario de Alarcón	22	0,698
Cretácico de Cuenca Sur	6	0,190
Mancha Oriental	18	0,571
Jurásico de Cardenete	3,4	0,108
Lezuza-El Jardín	10	0,317
Arco de Alcaraz	10	0,317
Alpera	6	0,190
Almansa	0	0
Caroch Norte	0	0
Caroch Sur	0	0
Hoces de Cabriel	10	0,317
Sierra de la Oliva	0	0
Mira	0	0
Alpuente	0	0
Vallanca	0	0
Requena-Utiel	14,2	0,450
Sierra del Ave	20,7	0,656
Plana de Valencia Sur	9	0,285
Volcadores-Albaida	15	0,476
Valle de Albaida	19,8	0,628
Sierra Grossa	6	0,190
Hoya de Játiva	17,8	0,564
Cabrillas-Malacara	0	0
Buñol-Cheste	0	0
Hoya de Teruel	0	0
Medio Palancia	0	0
La Contienda	0	0
Las Serranías	0	0
Rocín	0	0
Salt San Cristobal	0	0
Sierra de las Agujas	0	0
Sierra Mariola	0	0

Tabla 28. Río Júcar. Salidas objetivo. Hipótesis 1



Hipótesis 2:

En esta hipótesis las exigencias en el tramo medio son superiores, debido a la consideración del tramo perdedor del río Valdemembra y el tramo del río Júcar a su paso por Sisante y la Roda.



Gráfica 31. Río Júcar. Salidas objetivo. Hipótesis 2



A continuación se recoge una tabla resumen de las exigencias de cada masa de agua subterránea.

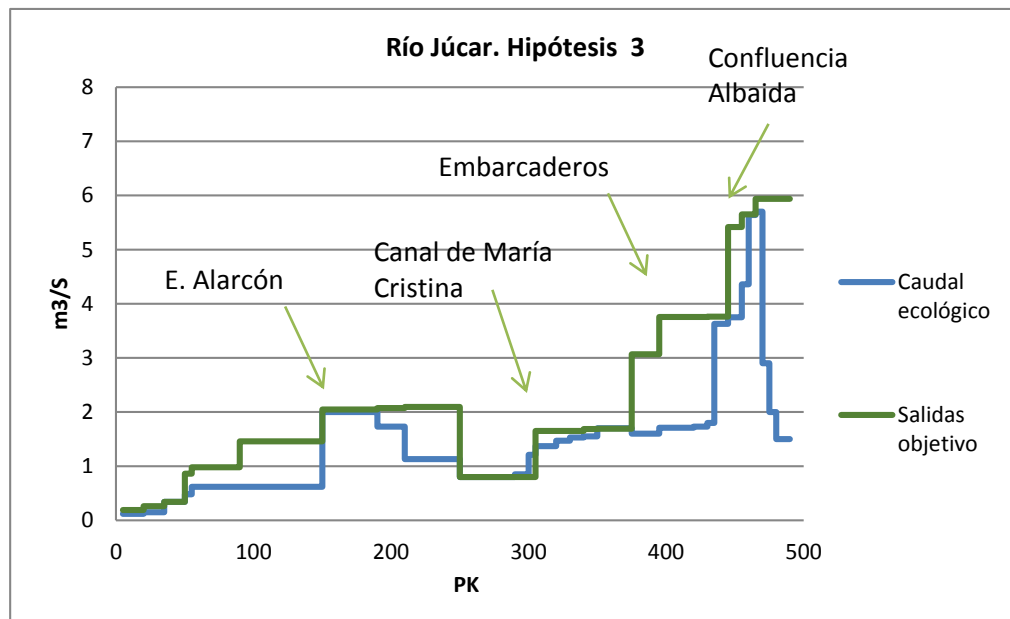
Hipótesis 2		
Masa de agua	Salidas objetivo	
	hm ³ /año	m ³ /s
Montes Universales	37,9	1,202
Triásico de Boniches	9,1	0,289
Jurásico de Uña	30,1	0,954
Cretácico de Cuenca Norte	16	0,507
Terciario de Alarcón	25	0,793
Cretácico de Cuenca Sur	0	0
Jurásico de Cardenete	0	0
Mancha Oriental	50	1,585
Lezuza-El Jardín	0	0
Arco de Alcaraz	0	0
Alpera	0	0
Caroch Norte	0	0
Almansa	0	0
Caroch Sur	0	0
Sierra de la Oliva	0	0
Vallanca	9,4	0,298
Mira	5	0,159
Hoces de Cabriel	20	0,634
Alpuente	0	0
Requena-Utiel	0	0
Sierra del Ave	20,7	0,656
Plana de Valencia Sur	9	0,285
Volcadores-Albaida	5	0,159
Valle de Albaida	19,8	0,628
Sierra Grossa	5,6	0,178
Hoya de Játiva	17	0,539
Cabrillas-Malacara	4,9	0,155
Buñol-Cheste	0	0
Hoya de Teruel	0	0
Medio Palancia	0	0
La Contienda	0	0
Las Serranías	10,9	0,346
Rocín	0	0
Salt San Cristobal	0	0
Sierra de las Agujas	6,6	0,209
Sierra Mariola	0	0

Tabla 29. Río Júcar. Salidas objetivo Hipótesis 2.

Hipótesis 3:

En la tercera hipótesis se observa una alternancia de exigencias, siendo elevadas en el tramo inicial y resultando nulas en los tramos perdedores mencionados anteriormente.

En los tramos finales, sin embargo, se exigen de nuevo salidas a río elevadas por el aumento progresivo de los caudales ecológicos.



Gráfica 32. Río Júcar. Salidas objetivo. Hipótesis 3.

En esta hipótesis es necesaria una aportación mayor de Mancha Oriental, debido a la consideración de tramos perdedores en la relación río-acuífero.



A continuación se presenta una tabla resumen de las exigencias obtenidas.

Hipótesis 3		
Masa de agua	Salidas objetivo	
	hm ³ /año	m ³ /s
Montes Universales	37,9	1,202
Triásico de Boniches	9,1	0,289
Jurásico de Uña	30	0,951
Cretácico de Cuenca Norte	27,2	0,863
Terciario de Alarcón	18	0,571
Cretácico de Cuenca Sur	0	0
Jurásico de Cardenete	0	0
Mancha Oriental	70	2,220
Lezuza-El Jardín	14	0,444
Arco de Alcaraz	5	0,159
Alpera	0	0
Caroch Norte	0	0
Almansa	0	0
Caroch Sur	0	0
Sierra de la Oliva	0	0
Vallanca	0	0
Mira	0	0
Hoces de Cabriel	15	0,476
Alpuente	0	0
Requena-Utiel	14,2	0,450
Sierra del Ave	20,7	0,656
Plana de Valencia Sur	9	0,285
Volcadores-Albaida	15	0,476
Valle de Albaida	25	0,793
Sierra Grossa	15	0,476
Hoya de Játiva	25	0,793
Cabrillas-Malacara	4,9	0,155
Buñol-Cheste	0	0
Hoya de Teruel	0	0
Medio Palancia	0	0
La Contienda	0	0
Las Serranías	0	0
Rocín	0	0
Salt San Cristobal	0	0
Sierra de las Agujas	6,6	0,209
Sierra Mariola	0	0

Tabla 30. Río Júcar. Salidas objetivo.
Hipótesis 3

8.2 Comparación de restricciones ambientales

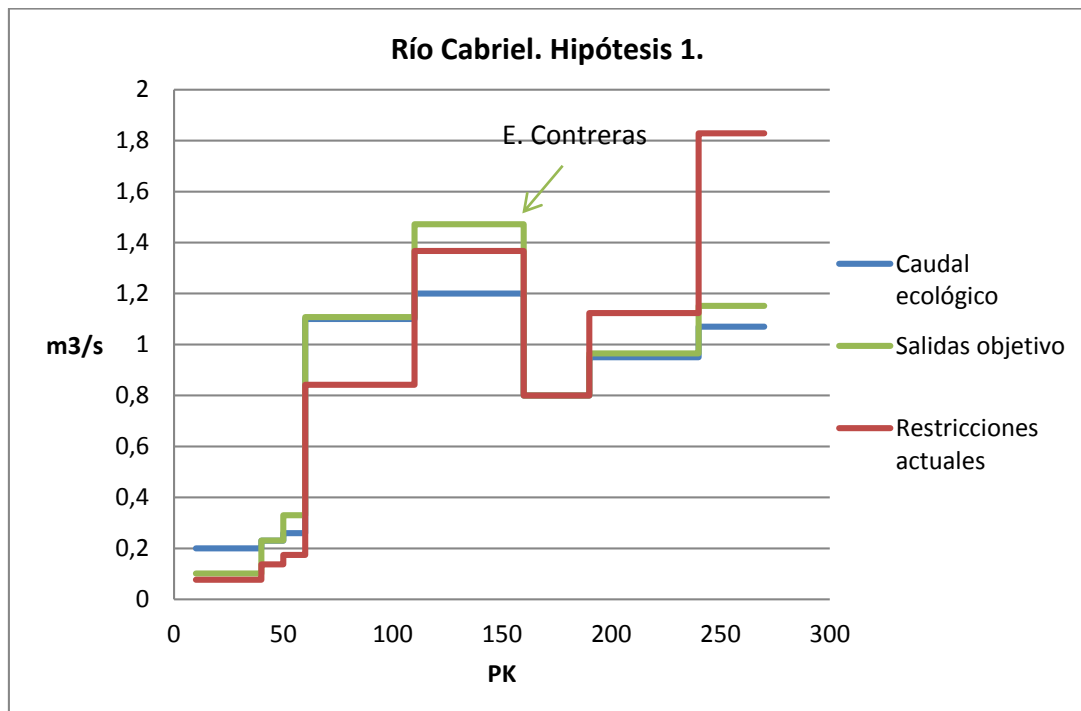
Tras obtener las restricciones ambientales realizadas con el análisis anterior, se procede a realizar una comparación de éstas con las restricciones ambientales fijadas por la CHJ.

La CHJ estableció estas restricciones considerándolas un porcentaje del recurso disponible de cada masa de agua.

Se han analizado para los afluentes Cabriel, Magro y Albaida, y posteriormente para el propio perfil longitudinal del río Júcar.

8.2.1 Río Cabriel

Hipótesis 1:



Gráfica 33. Río Cabriel. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 1.



En esta gráfica se observa que en los tramos de cabecera las restricciones impuestas actualmente no proporcionan el caudal suficiente para alcanzar el caudal ecológico.

A partir del P.K. 50 es posible ajustar las restricciones ambientales de manera óptima, siendo las impuestas actualmente insuficientes.

Sin embargo en el tramo final del río Cabriel, tras su paso por el embalse de Contreras, y a pesar de considerar pérdidas en estos tramos, las salidas objetivo se han conseguido optimizar aproximándose más al caudal ecológico.

A continuación se presenta una tabla resumen de la comparación numérica de estos valores de las restricciones en $\text{hm}^3/\text{año}$.

Masa de agua	Hipótesis 1	
	Restricción actual	Salidas objetivo
Montes Universales	37,9	50
Vallanca	9,4	25
Jurásico de Uña	30,1	30,1
Cretácico de Cuenca Norte	27,2	25
Jurásico de Cardenete	3,4	2
Cretácico de Cuenca Sur	6,7	6,7
Triásico de Boniches	9,1	0
Alpuente	13,4	0
Mancha Oriental	94,4	0
Mira	5	0
Hoces de Cabriel	24,3	12
Requena-Utiel	14,2	0

Tabla 31. Río Cabriel. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 1

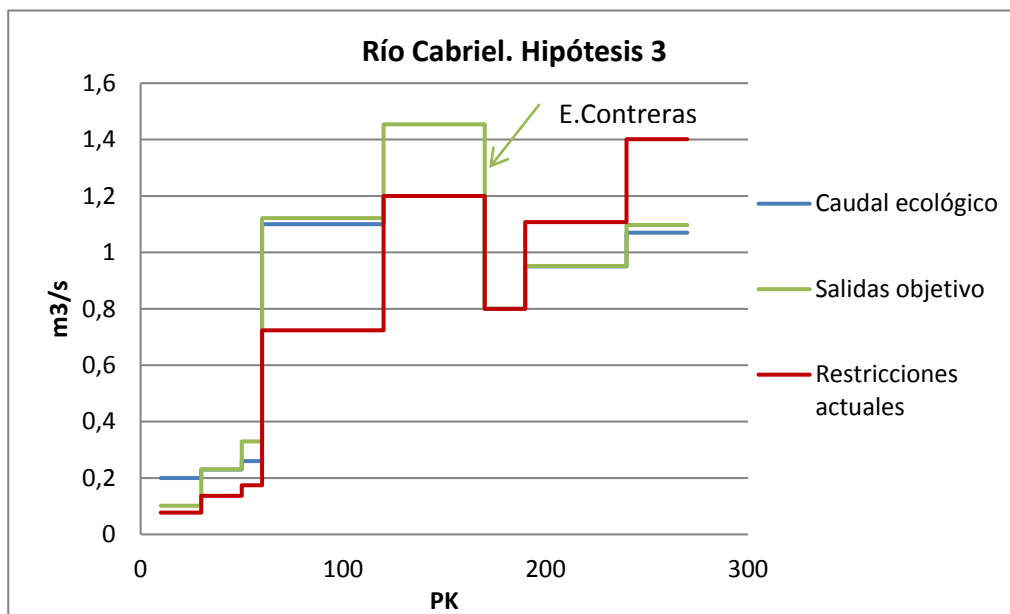
Hipótesis 2:

Al no haber tramos cuya relación río-acuífero lo considere perdedor, esta hipótesis es similar a la Hipótesis 1.

Hipótesis 3:

En esta hipótesis se observa que considerándose la aportación de las restricciones ambientales actuales no es posible alcanzar el caudal ecológico en los tramos previos al embalse de Contreras. En los tramos de aguas abajo del embalse, sin embargo, lo supera en todos los puntos de control.

Sería necesario un estudio específico de cada tramo considerando el valor de su caudal ecológico, con el fin de establecer unas restricciones ambientales óptimas.



Gráfica 34. Río Cabriel. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 3

A continuación se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos de la comparación restricciones actuales-salidas objetivo de cada masa de agua subterránea que proporciona agua al río Cabriel, todo ello expresado en hm³/año.



Masa de agua	Hipótesis 3	
	Restricción actual	Salidas objetivo
Montes Universales	37,9	50
Vallanca	9,4	25
Jurásico de Uña	30,1	60
Cretácico de Cuenca Norte	27,2	20
Jurásico de Cardenete	3,4	0
Cretácico de Cuenca Sur	6,7	0
Triásico de Boniches	9,1	0
Alpuente	13,4	0
Mancha Oriental	94,4	0
Mira	5	0
Hoces de Gabriel	24,3	12
Requena-Utiel	14,2	0

Tabla 32. Río Cabriel. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 3

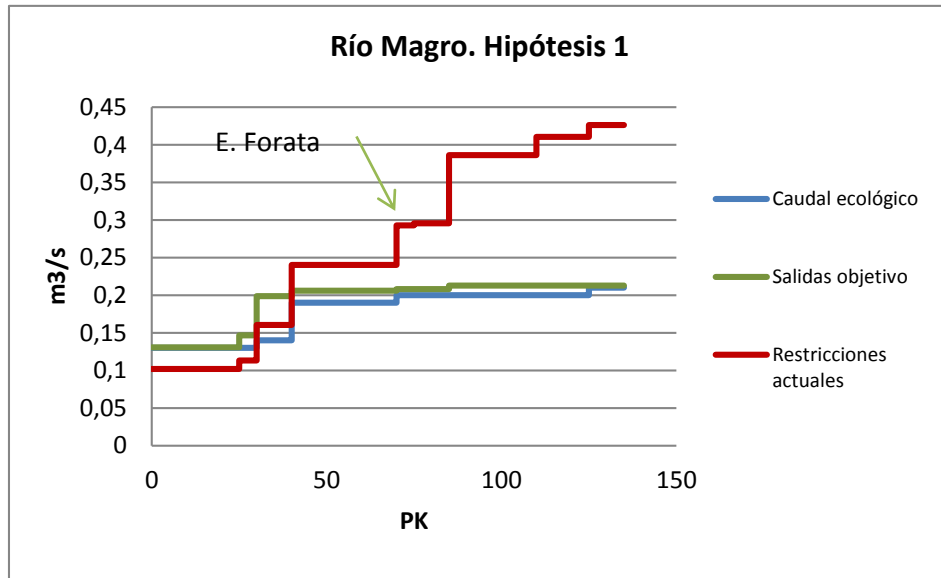
8.2.2 Río Magro

En el río Magro se analiza en primer lugar gráficamente la comparación de cada hipótesis, y en segundo lugar se presenta una tabla resumen con las comparaciones de las 3 hipótesis consideradas.

Todas ellas presentan un mismo patrón, no alcanzándose el caudal ecológico mediante las restricciones ambientales actuales hasta el P.K. 30 en ningún caso, y ocurriendo lo contrario a partir de éste.

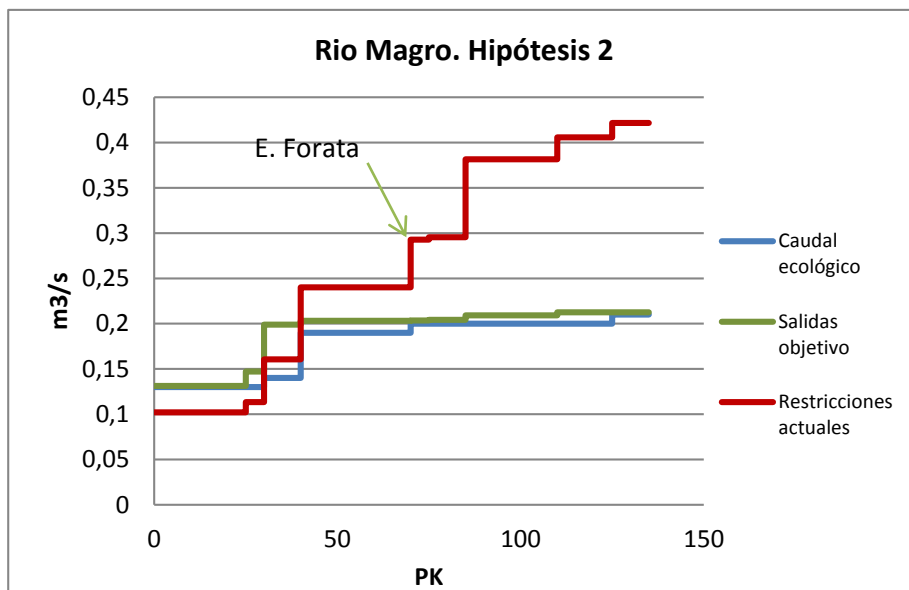
El ajuste realizado con las aportaciones de las denominadas salidas objetivo consigue aproximarse al caudal ecológico en prácticamente todos los puntos del río Magro.

Hipótesis 1:

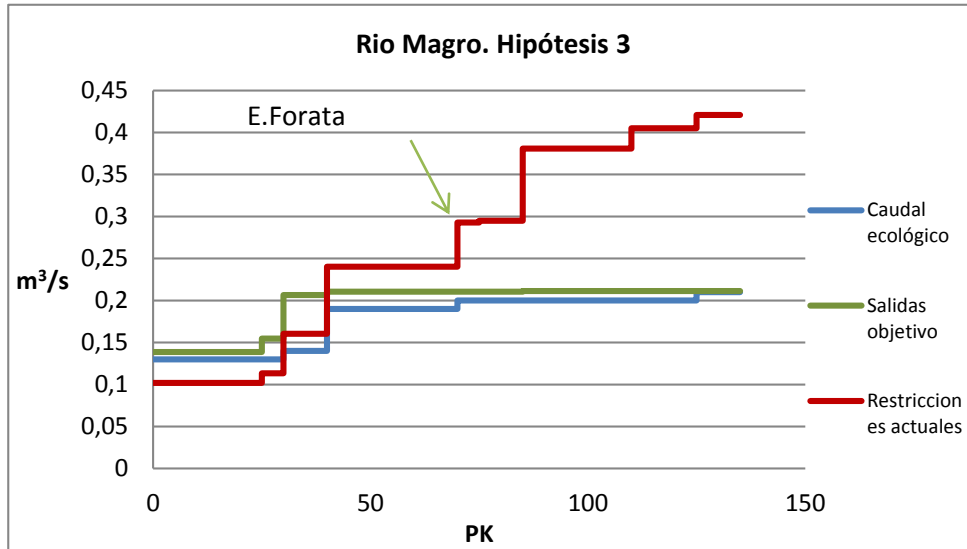


Gráfica 35. Río Magro. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 1.

Hipótesis 2:



Gráfica 36. Río Magro. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 2.



Gráfica 37- Río Magro. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 3.

A continuación se presenta la tabla resumen de la comparación “salidas objetivo”-“restricción actual” en el río Magro.

Masa de agua	Restricción actual	Salidas objetivo		
		Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Las Serranías	10,9	15	16	6
Requena-Utiel	14,2	20	20	20
Mira	5	5	5	7
Cabrillas-Malacara	4,9	0,2	0	0
Sierra del Ave	20,7	0	0	0
Buñol-Cheste	2,2	0	0	0
Plana Val. Sur	9	0	0	0
La contienda	0,7	0	0,2	0

Tabla 33. Río Magro. Comparación salidas objetivo-restricciones ambientales

En ella se observa un incremento en las salidas de las masas de agua situadas aguas arriba, y un descenso considerable en las salidas de las masas de agua subterránea situadas aguas abajo, como por ejemplo en Sierra del Ave y Plana de Valencia Sur.

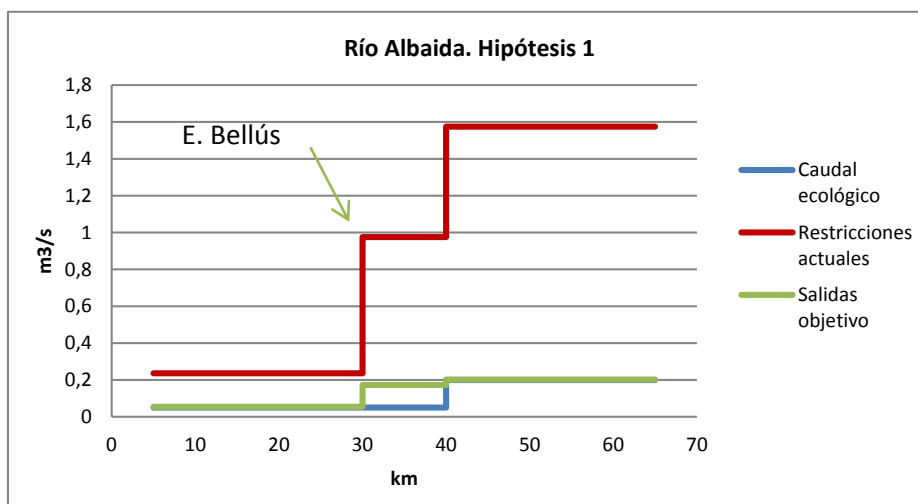


8.2.3 Río Albaida

En el estudio del río Albaida se procede como en el caso anterior, comparando gráficamente la relación restricciones actuales-salidas objetivo teniendo en cuenta los valores de los caudales ecológicos en cada tramo.

Posteriormente se presenta una tabla resumen de las comparaciones en cada hipótesis.

Hipótesis 1:



Gráfica 38. Río Albaida. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 1.

En esta hipótesis el caudal proporcionado por las masas de agua suponiendo unas salidas a río iguales a su restricción ambiental actual es considerablemente superior al caudal ecológico, en especial atendiendo a su tramo medio-final.

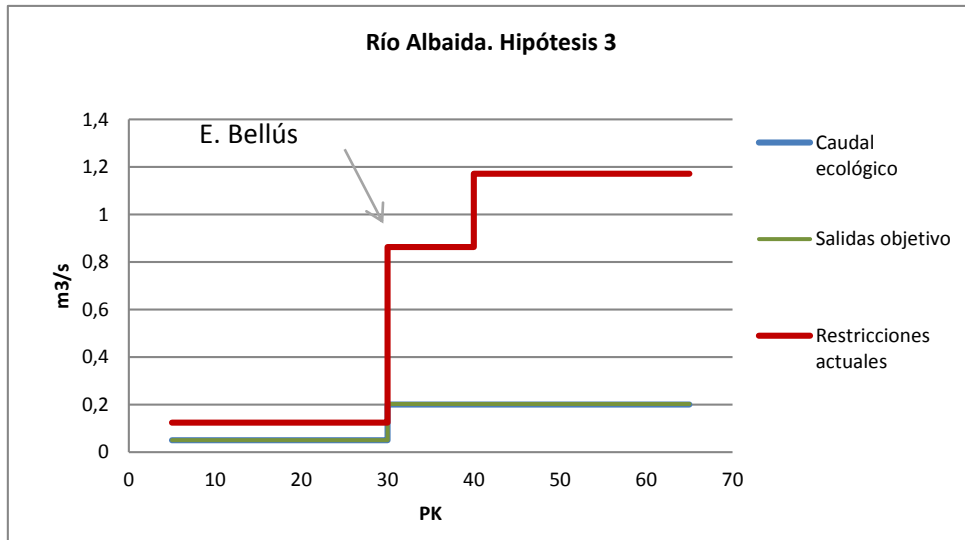
El caudal ecológico se mantiene casi en todo momento al nivel del caudal proporcionado por la “salida objetivo” resultado del análisis.

Hipótesis 2:

Se considera similar a la hipótesis 1.



Hipótesis 3:



Gráfica 39. Río Albaida. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis

3.

En la tercera hipótesis, el caudal obtenido de las “salidas objetivo” de cada masa de agua subterránea se mantiene en todo momento al nivel de los caudales ecológicos establecidos por la CHJ.

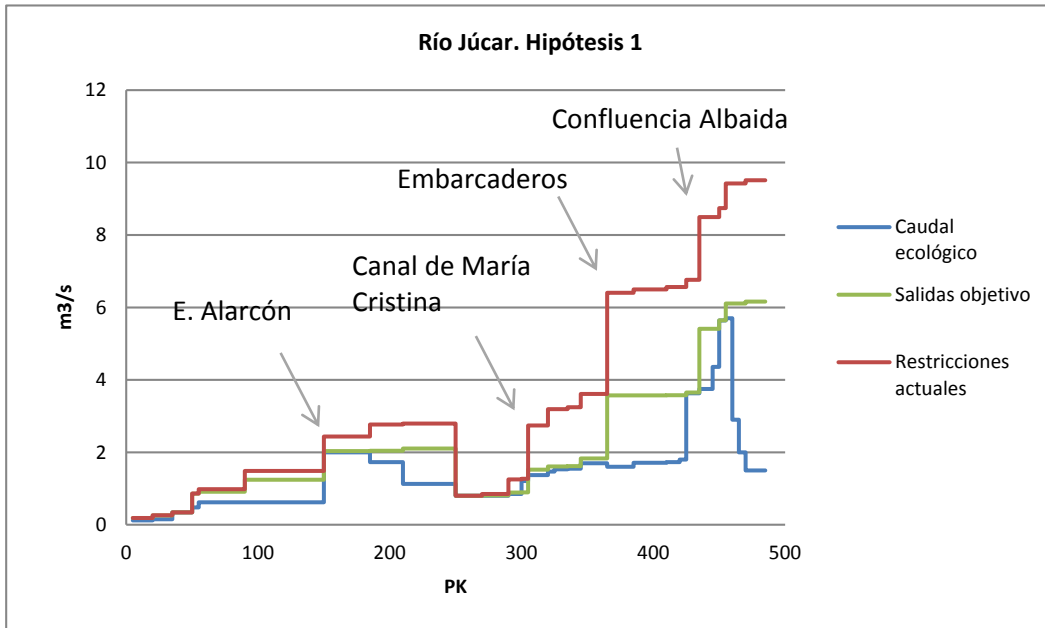
A continuación se presenta una tabla resumen de ambas consideraciones en comparación con las restricciones ambientales actuales.

Masa de agua	Restricción actual	Salidas objetivo	
		Hipótesis 1	Hipótesis 3
Valle de Albaida	19,8	4,8	8
Volcadores-Albaida	5	2,5	1
Sierra Mariola	3,3	0	0
Salt San Cristóbal	0	0	0
Sierra Grossa	5,6	0	0
Sierra de la Oliva	0	0	0
Hoya de Játiva	17,8	0	0
Caroch Sur	6,8	0	0
Rocín	0	0	0
Sierra de las Agujas	6,6	0	0
Plana de Valencia Sur	9	0	0

Tabla 34. Comparación salidas objetivo-restricción actual

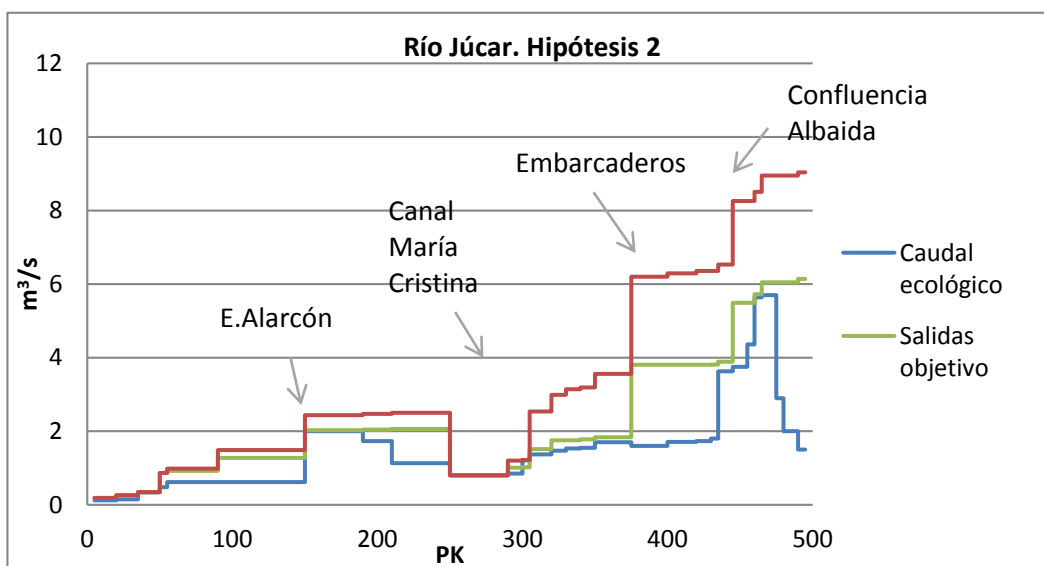
8.2.4 Río Júcar

Hipótesis 1:



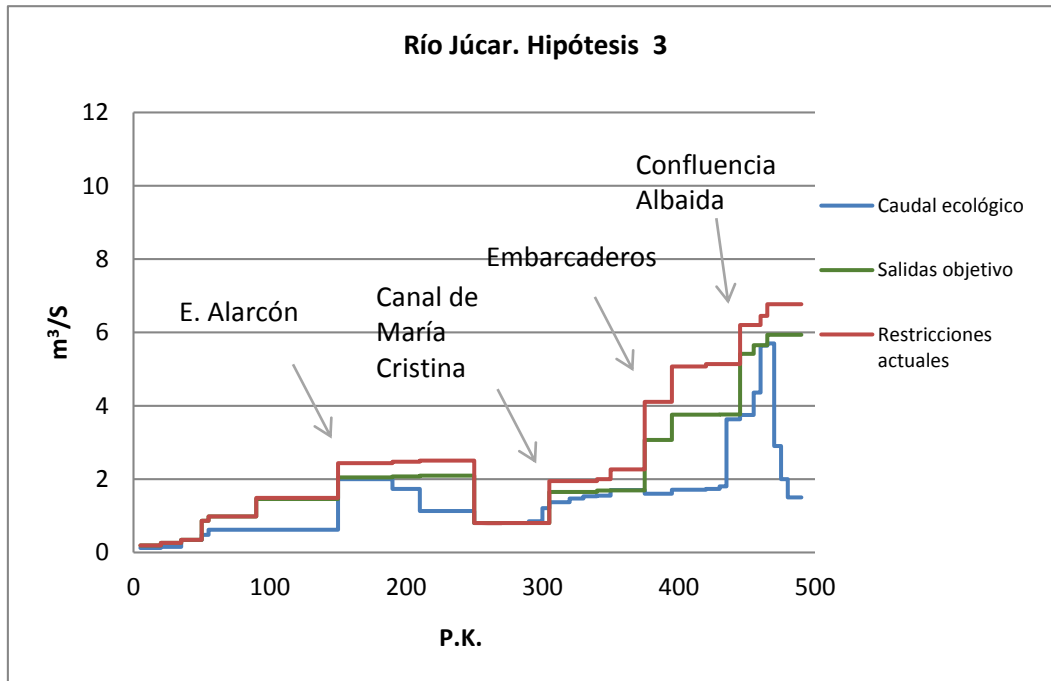
Gráfica 40. Río Júcar. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 1.

Hipótesis 2:



Gráfica 41. Río Júcar. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 2.

Hipótesis 3:



Gráfica 42. Río Júcar. Comparación restricciones actuales-salidas objetivo. Hipótesis 3.

En estas soluciones correspondientes a las salidas objetivo se ha aplicado el criterio de ajustar cada tramo de río, sin tener en cuenta que aguas abajo sea necesario un aporte mayor de las masas de agua subterráneas correspondientes.

A continuación se presenta una tabla resumen de los resultados numéricos de la comparación en cada una de las hipótesis.

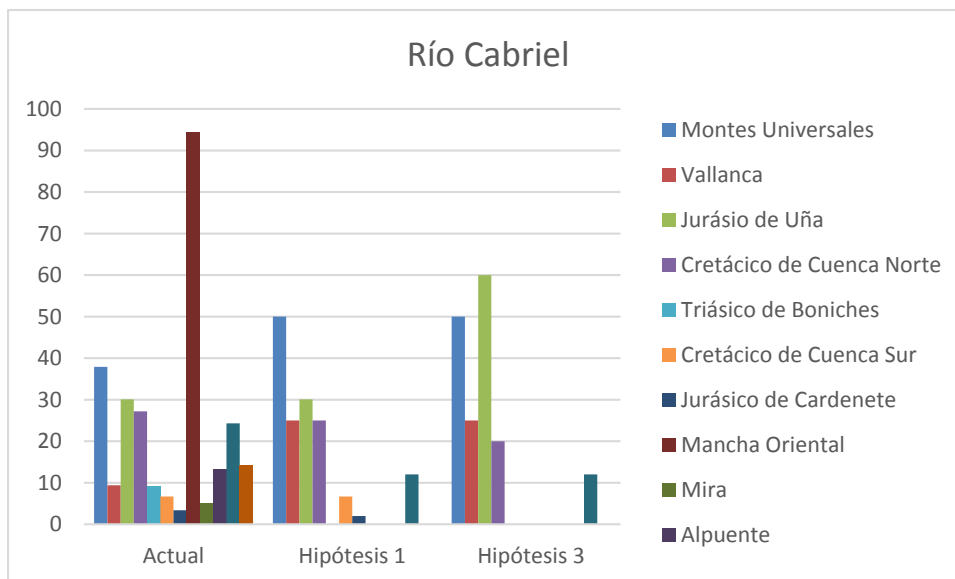


Tabla 35. Río Júcar. Comparación salidas objetivo-restricciones actuales

Masa de agua	Salidas objetivo			
	Restricción actual	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Montes Universales	37,9	38	37,9	37,9
Triásico de Boniches	9,1	9	9,1	9,1
Jurásico de Uña	30,1	30	30,1	30
Cretácico de Cuenca Norte	27,2	15	16	27,2
Terciario de Alarcón	25,8	22	25	18
Cretácico de Cuenca Sur	6,7	6	0	0
Jurásico de Cardenete	3,4	3,4	0	0
Mancha Oriental	94,4	18	50	70
Lezuza-El Jardín	14,2	10	0	14
Arco de Alcaraz	10	10	0	5
Alpera	6,3	6	0	0
Caroch Norte	8,2	0	0	0
Almansa	1,3	0	0	0
Caroch Sur	6,8	0	0	0
Sierra de la Oliva	0	0	0	0
Vallanca	9,4	0	9,4	0
Mira	5	0	5	0
Hoces de Cabriel	24,3	10	20	15
Alpuente	13,4	0	0	0
Requena-Utiel	14,2	14,2	0	14,2
Sierra del Ave	20,7	20,7	20,7	20,7
Plana de Valencia Sur	9	9	9	9
Volcadores-Albaida	5	15	5	0
Valle de Albaida	19,8	19,8	19,8	25
Sierra Grossa	5,6	6	5,6	15
Hoya de Játiva	17,8	17,8	17	25
Cabrillas-Malacara	4,9	0	4,9	4,9
Buñol-Cheste	2,2	0	0	0
Hoya de Teruel	10	0	0	0
Medio Palancia	5,4	0	0	0
Plana de Valencia Norte	6,7	0	0	0
La Contienda	0,7	0	0	0
Las Serranías	10,9	0	10,9	0
Rocín	0	0	0	0
Salt San Cristobal	0	0	0	0
Sierra de las Agujas	6,6	0	6,6	6,6
Sierra Mariola	3,3	0	0	15



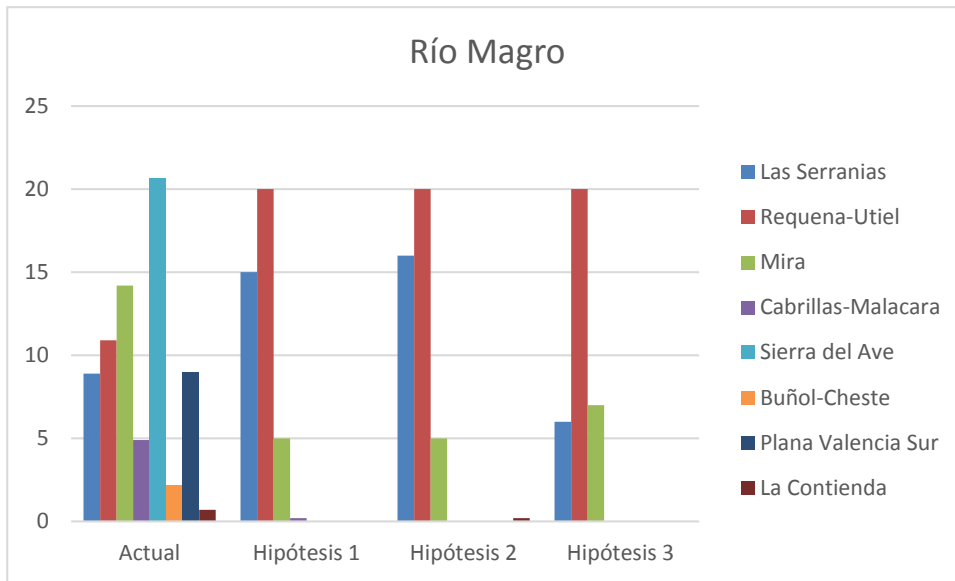
Con el fin de realizar una mejor comparación entre las restricciones ambientales obtenidas en este estudio y las fijadas por la CHJ se ha construido una gráfica en la que se pueden observar las variaciones de la restricción ambiental aplicada para cada masa de agua subterránea. El primer caso analizado es el del río Cabriel, en primer lugar aplicando las restricciones ambientales actuales fijadas por la CHJ, y en segundo lugar para cada una de las hipótesis consideradas relevantes.



Gráfica 43. Río Cabriel. Gráfica comparativa

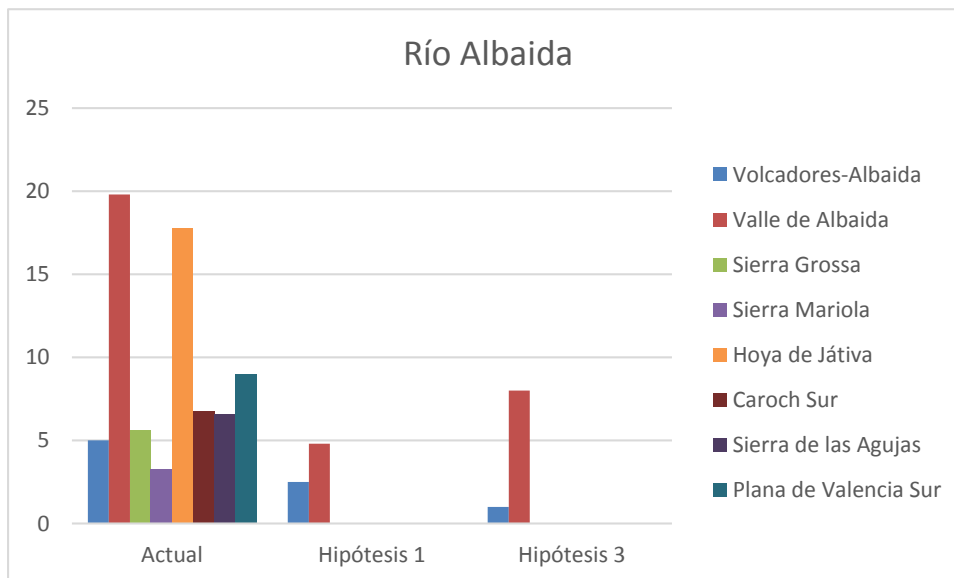
En esta gráfica comparativa del río Cabriel se observa claramente que las salidas objetivo de las masas de agua subterránea son nulas en el tramo medio-final, a excepción de Jurásico de Cardenete. Las salidas de Jurásico de Uña crecen considerablemente en la hipótesis 3, debido a la consideración de los tramos variables como tramos perdedores en su relación río-acuífero.

El segundo caso analizado es el correspondiente al río Magro, en el cual se observa cómo las salidas objetivo de las masas de agua subterránea situadas en el tramo medio y final de río son nulas.



Gráfica 44. Río Magro. Gráfica comparativa.

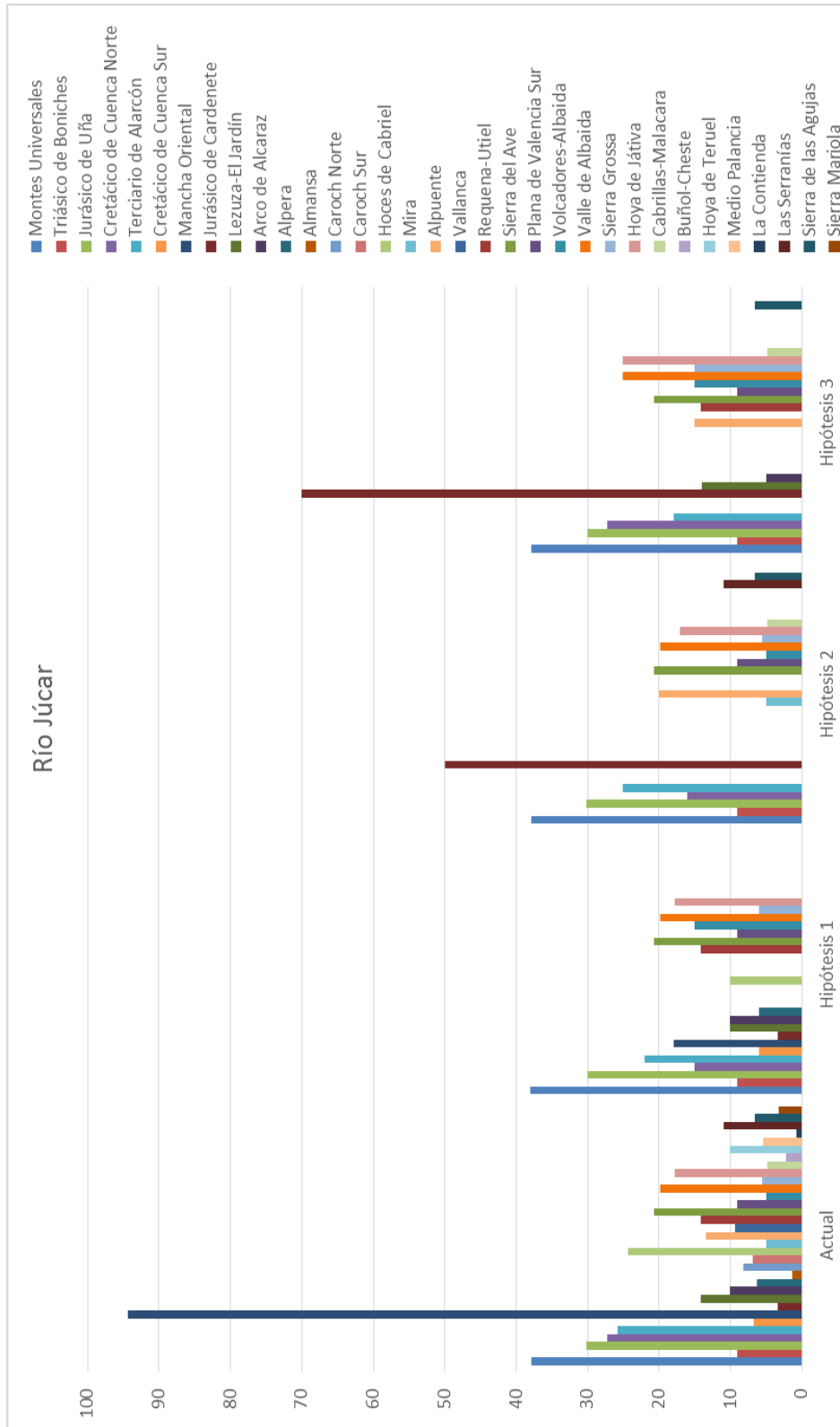
En la siguiente gráfica, correspondiente al análisis del río Albaida, se produce un descenso considerable de las restricciones para Valle de Albaida, y no se observa mucha diferencia en Volcadores-Albaida. Sin embargo, se consideran nulas para el resto de masas de agua.



Gráfica 45. Río Albaida. Gráfica comparativa



Río Júcar:



Gráfica 46. Río Júcar. Comparativa.



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



Estudio para la integración del régimen de caudales ecológicos en la estimación del recurso disponible de los acuíferos.

Caso 4: Sistemas Serpis-Marina Alta- Marina Baja-Vinalopó

Autor: Juan Luis González Canales



9. DESCRIPCIÓN CASO 4: VINALOPÓ-MARINA BAJA-MARINA ALTA-SERPIS

9.1 Descripción de los sistemas de explotación

9.1.1 Sistema de explotación Serpis

El sistema de explotación Serpis se encuentra situado en la zona centro meridional de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. La superficie total del sistema de explotación es de 984,73 km² y engloba las siguientes masas de agua subterránea: Plana de Jaraco, Sierra de las Agujas, Bárig, Plana de Gandía, Alfaro-Segaria, Salt San Cristóbal, Barrancones-Carrasqueta, Sierra Grossa y Valle de Albaida.

Este sistema incluye las cuencas de los ríos Beniopa, Jaraco y Serpis. Los principales afluentes del río Serpis son los ríos Barchell, Bernisa, Vallaseta y el barranco La Encantada. Su principal infraestructura de regulación es el embalse de Beniarrés.

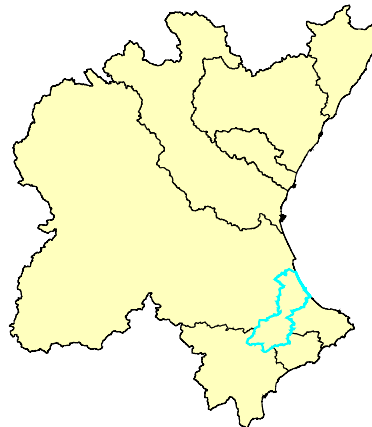


Ilustración 30. Sistema de explotación Serpis

- Río Serpis: nace por la unión de dos barrancos el Polop y del Troncal, a los pies del Carrascal de la Font Roja, aunque esta parte del río no suele llevar agua por las escasas lluvias. En el término de Alcoy se une el río Barchell con caudal continuo que recoge de la sierra de Mariola. También dentro de Alcoy recibe otro afluente, el río Molinar que también cuenta con un caudal reducido pero continuo, que mana de la Fuente del Molinar. Es a partir de aquí cuando se conoce como río Serpis y recibe los aportes del barranco del Cinc y de la fuente del Chorrador. A partir de aquí recibe en este orden al



río de Penáguila, y al de Agres que aporta agua proveniente de la fuente de Algares. Tras estos dos afluentes se encuentra el embalse de Beniarrés formado por una presa de gravedad construida en 1958. Aguas abajo del embalse recibe al barranco de la Encantada y antes de desembocar tras 75 kilómetros recibe su último y principal afluente, el río Venisa.



Ilustración 31. Río Serpis en su tramo medio

- Río Jaraco: o río Vaca, es un río corto de 17 kilómetros de longitud que nace en unos manantiales situados a los pies del Mondúver. Tiene un solo afluente, el barranco de Vadell. Su desembocadura separa los términos municipales de Jaraco y Gandía, y en esta se sitúa el marjal del Gandía-Jaraco, declarado como Reserva Natural.

9.1.2 Sistema de explotación Marina Alta

El sistema de explotación Marina Alta se encuentra situado en la zona centro meridional costera de la Demarcación Hidrográfica de Júcar. La superficie total de este sistema es de 838,18 km² y dentro de ella se encuentran las masas de agua subterránea Oliva-Pego, Ondara-Denia, Mediodía, Peñón-Bernia, Montgó, depresión de Benisa, Almirante Mustalla y Alfaro-Segaria.

Los principales cauces del sistema de explotación son los ríos Girona y Gorgos, y otros de menor importancia como los ríos Bullens-Vedat, Revolta y Racons-Molinell y la rambla Gallinera.

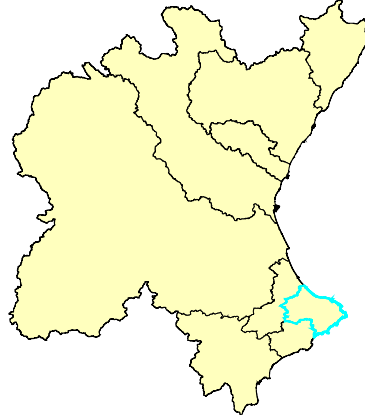


Ilustración 32. Sistema de explotación Marina Alta

- Río Girona: también conocido como río Ebo, nace en el barranco de Fontblanca al norte de la provincia de Alicante. Sigue su curso a través del Vall de Ebo. Recoge agua de pequeños manantiales, pero el escaso caudal se infiltra en las calizas del barranco de Greger. Cuenta con un embalse construido en 1945 llamado embalse de Isbert que actualmente está en desuso. Su desembocadura delimita los términos municipales de Els Poblets y Denia. Ha producido numerosas inundaciones provocadas por las fuertes lluvias que han causado daños tanto materiales como humanos.
- Río Gorgos: llamado también río Jalón, nace a 1300 metros de altitud en la sierra de Alfaro y Serrella y tras sus 53 kilómetros desemboca en Jávea, entre los cabos de San Antonio y San Martín. La permeabilidad de su lecho hace que su caudal sirva para alimentar muchas fuentes por la filtración subterránea.



Ilustración 33. Río Gorgos en Alcalá



9.1.3 Sistema de explotación Marina Baja

El sistema de explotación Marina Baja se encuentra situado en la zona meridional costera de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Se extiende por una superficie de 606,85 km² que comprende las masas de agua subterránea Sierra Aitana, Serrella-Aixorta-Algar, Orcheta y San Juan-Benidorm.

El sistema engloba las cuencas de los ríos Algar y Amadorio y sus afluentes. Los afluentes del río Algar son el río Bululla y el Guadalest; por parte del Amadorio, su principal afluente es el río Sella cuya confluencia se produce en el embalse de Amadorio.

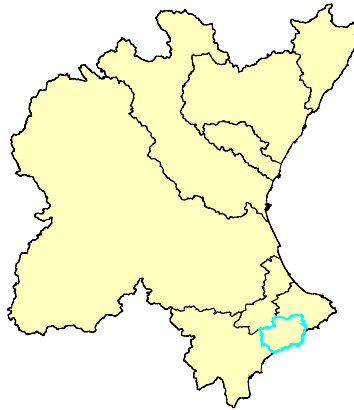


Ilustración 34. Sistema de explotación Marina Baja

- Río Algar: río corto que discurre por la provincia de Alicante. Nace en la Sierra del Ferrer, donde están situadas las Fuentes del Algar, durante este trayecto el río lleva una gran cantidad de agua y forma cascadas y embalses naturales y cuenta con una vegetación mediterránea abundante. Sus dos afluentes son el río Bolulla y el río Guadalest, a partir de este las aguas se reducen notablemente por las sustracciones de agua para riegos.
 - Río Guadalest: es el principal afluente del río Algar. Nace en el puerto de Confrides entre sierra Aitana y sierra Serella, donde recibe el agua de una gran cantidad de barrancos. Debido a su irregularidad interanual en 1953 se tomó la decisión de construir el embalse de Guadalest.



Ilustración 35. Embalse de Guadalest

- Río Amadorio: también llamado río de la Vila; nace a 900 metros de altura en la sierra de Aitana y desemboca en Villajoyosa. Consta de dos pantanos el de Relleu y el de Amadorio. Su principal afluente es el río Sella.

9.1.4 Sistema de explotación Vinalopó-Alacantí

El sistema de explotación Vinalopó-Alacantí se encuentra situado en el extremo meridional de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Es el sistema con mayor superficie del caso con 2983,80 km², que comprenden las siguientes masas subterráneas: Villena-Benejama, Sierra Lácer, Cuchillo-Moratilla, Rocín, Sierra de la Oliva, Salt San Cristóbal, Sierra Mariola, Hoya de Castalla, Sierra del Castellar, Peñarrubia, Orcheta San Juan-Benidorm, Argüeña-Maigmo, Sierra de Salinas, Sierra de Argallet, Sierra de Crevillente, Barrancones-Carrasqueta, Sierra del Cid, Agost-Monnegre, Sierra del Reclot y Bajo Vinalopó.

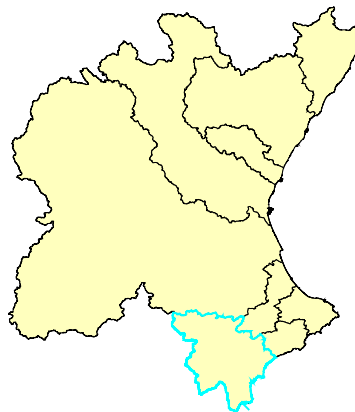


Ilustración 36. Sistema de explotación Vinalopó-Alacantí

Los principales cauces de este último sistema son el río Monnegre, sobre el que se sitúa el embalse de Tibi y su principal afluente es río La Torre; y el Vinalopó que cuenta con dos embalses el de Elche y el de Elda.

- Río Vinalopó: atraviesa la provincia de Alicante de norte a sur y con sus más de 80 kilómetros es el río más importante de la misma. Nace en la sierra de Mariola y su curso está altamente explotado por los cultivos de la zona, por lo que tras regar estos cultivos prácticamente desaparece. Al pasar por Villena su cauce se canaliza. Al llegar al término de aspe desemboca en él el río Tarafa y tras esta desembocadura queda retenido por el embalse de Elche formado por una presa de gravedad construida en el siglo XVII. Tras pasar por la ciudad de Elche con un reducidísimo caudal desemboca en el mar Mediterráneo tras atravesar las Salinas de Santa Pola. A parte del río Tarafa ya mencionado, recibe agua de otros ríos y barrancos como el río Marchal o la Acequia del Rey que aporta aguas de la antigua laguna de Villena. Como otros ríos de la Comunidad Valenciana puede llegar a tener fuertes avenidas que han llegado a inundar términos como el de Elda pero la mayor parte del año su caudal es reducido, muy salino y contaminado. Como su agua es muy necesaria para los cultivos de la zona la Confederación Hidrográfica del Júcar trabaja en un proyecto para recuperar el antiguo cauce en su tramo final, para que vuelva a tener su salida natural al mar. A lo largo de su curso existen tres parques naturales: Sierra Mariola, Salinas de Santa Pola y El Hondo de Elche.



Ilustración 37. Río Vinalopó en Elche



- Río Monnegre: también llamado río Verde, nace a 1100 metros de altitud en la sierra de Onil y tras recorrer unos 40 kilómetros desemboca en el Campello. En su curso se encuentra el pantano de Tibi construido en el siglo XVI y que aún continúa en funcionamiento. Es a partir del pantano cuando comienza a llamarse río Monnegre. Desde la huerta de Alicante hasta su desembocadura es conocido como río Seco por su falta de agua.



10. APLICACIÓN A CASO DE ESTUDIO

10.1 Análisis de la relación caudal ecológico-salidas a río

Una vez introducidos en el ámbito del caso de estudio que engloba los cuatro sistemas recientemente nombrados, en este capítulo se procede a aplicar el análisis descrito en el capítulo de metodología.

Para llevar a cabo un estudio más profundo este análisis se realizará teniendo en cuenta tres hipótesis distintas.

- Hipótesis 1: en esta primera hipótesis se supondrá que todos los tramos del río actúan como tramos ganadores y por lo tanto están recibiendo agua de alguna masa subterránea.
- Hipótesis 2: para la segunda hipótesis, no se considerará como receptores de agua los tramos de río que sean perdedores.
- Hipótesis 3: en la última hipótesis, los tramos variables de los ríos se tomarán esta vez como tramos perdedores y por lo tanto el río solo recibirá agua de las masas subterráneas en los tramos ganadores.

El sistema de referencia adoptado considera el punto kilométrico (P.K.) cero en el nacimiento del río, y se considera creciente hacia aguas abajo hasta la desembocadura. De esta manera se han establecido las relaciones caudal-punto kilométrico a lo largo del perfil longitudinal del río.

10.1.1 Sistema de explotación Serpis

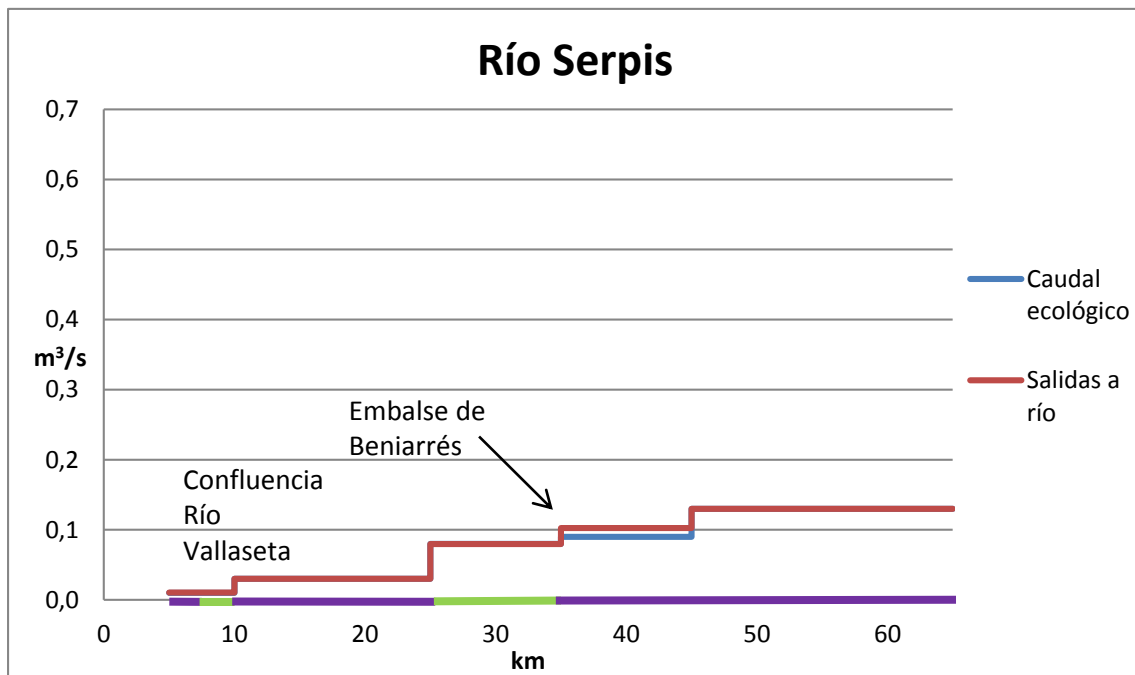
Como se ha explicado en el capítulo anterior, los dos ríos más importantes de este sistema de explotación junto con el Serpis, son el Beniopa y el Jaraco, pero por falta de datos de caudales ecológicos de estos dos últimos sólo se analizará el río Serpis.



Ilustración 38. Tramos ganador y perdedor río Serpis

- Río Serpis: como se aprecia en la figura, el río Serpis tiene un escaso tramo como perdedor en cabecera, y los últimos kilómetros de desembocadura también son perdedores.
 - Hipótesis 1

Como vemos en el gráfico, los caudales ecológicos y las salidas a río están superpuestas casi por completo en todo el río excepto aguas abajo del embalse de Beniarrés donde para garantizar que las salidas a río eran superiores al caudal ecológico en la desembocadura.

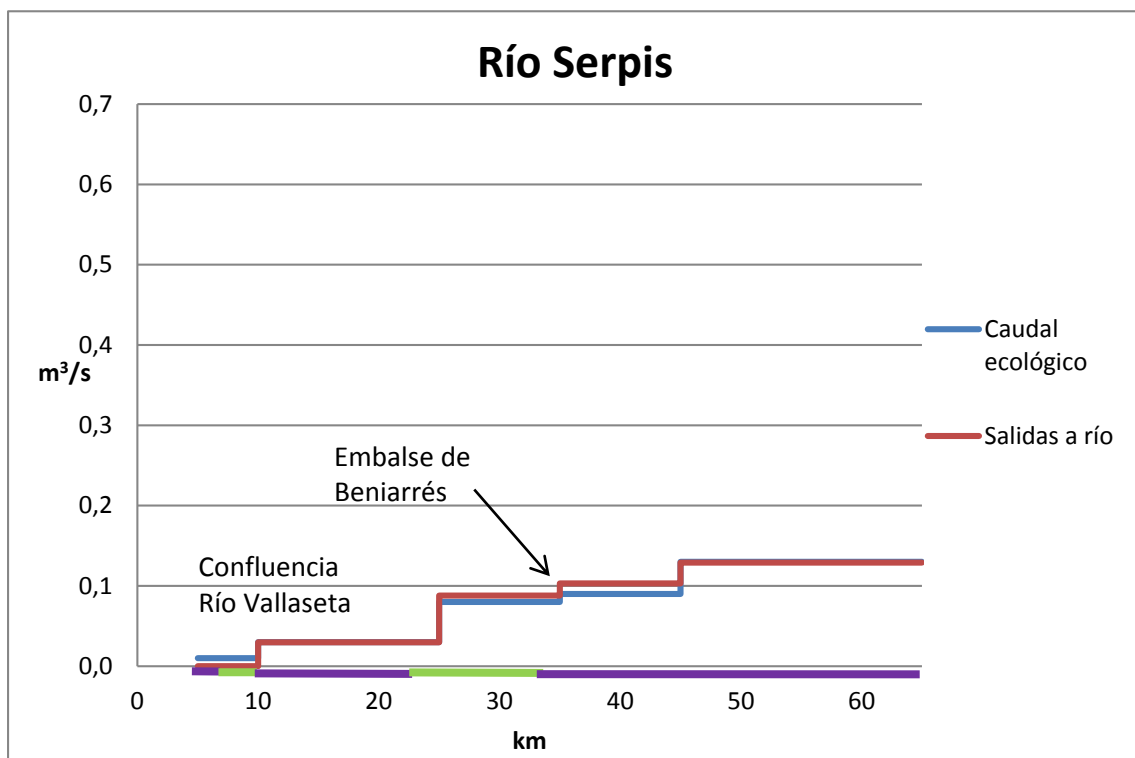


Gráfica 47. Salidas objetivo Hipótesis 1 Río Serpis



○ Hipótesis 2:

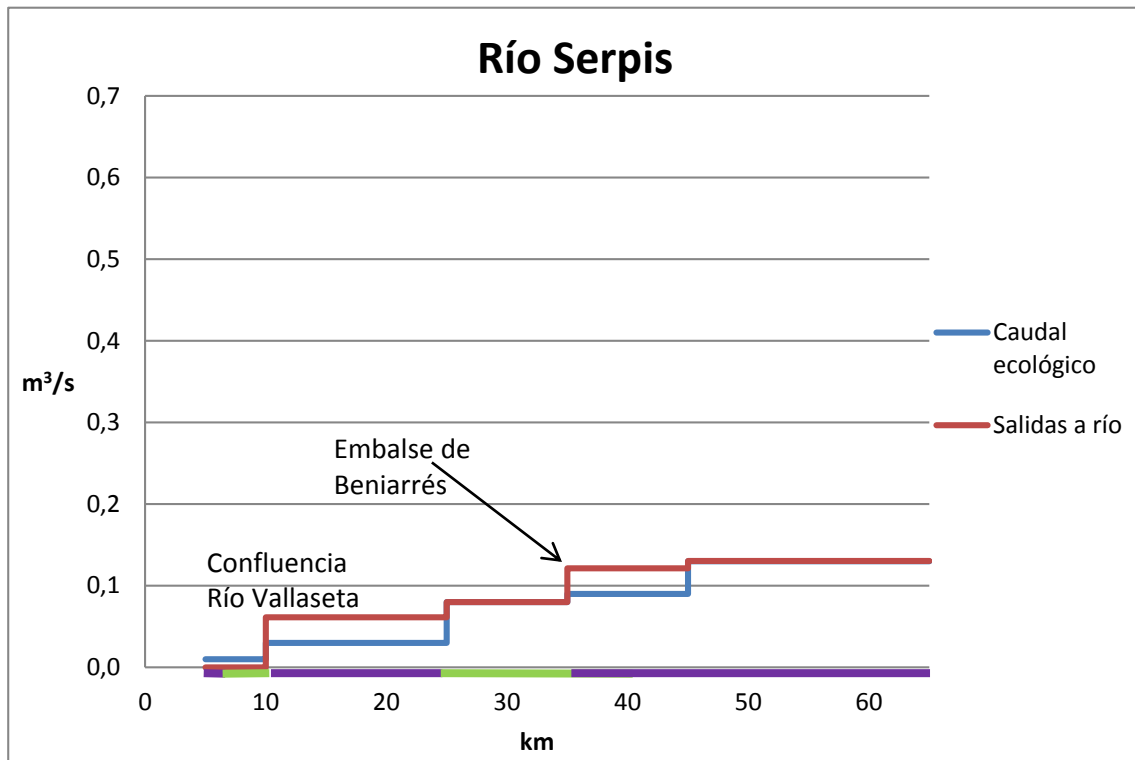
Como el nacimiento del río Serpis es un tramo perdedor, en esta hipótesis no es posible superar el caudal ecológico en el primer punto de control. A parte de ser superior al caudal ecológico aguas abajo del embalse, las salidas a río en este caso también son superiores aguas arriba del embalse.



Gráfica 48. Salidas objetivo Hipótesis 2 Río Serpis

○ Hipótesis 3.

En esta última hipótesis, ha sido necesaria una mayor aportación en el segundo tramo, ya que aguas abajo del mismo existe un tramo variable que no aportará agua.



Gráfica 49. Salidas objetivo Hipótesis 3 Río Serpis

Para finalizar con el río Serpis se ha realizado una tabla resumen en la que podemos apreciar las restricciones ambientales de cada masa según la hipótesis utilizada.

Serpis						
Masa de agua subterránea	Salidas a río (m³/s)			Salidas a río (Hm³/año)		
	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Sierra Mariola	0,000	0,010	0,000	0,000	0,315	3,311
Salt San Cristóbal	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Muro de Alcoy	0,008	0,010	0,000	0,252	0,315	0,000
Barrancones-Carrasqueta	0,022	0,024	0,250	0,694	0,757	7,884
Alfaro-Segaria	0,038	0,038	0,090	1,198	1,198	2,838
Sierra Aitana	0,078	0,078	0,000	2,460	2,460	0,000
Serrella-Aixorta-Algar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Volcadores-Albaida	0,108	0,200	0,159	3,406	6,307	5,014
Almirante Mustalla	0,108	0,102	0,125	3,406	3,217	3,942
Sierra de Ador	0,042	0,034	0,117	1,325	1,072	3,690
Valle de Albaida	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Marchuquera-Falconera	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Plana de Gandía	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,404	0,496	0,741	12,741	15,642	26,679

Tabla 36. Salidas objetivo Río Serpis



10.1.2 Sistema de explotación Marina Alta

En este sistema de explotación nos encontramos con ríos de escasos caudal, por lo que los puntos de control de caudal ecológicos son mínimos y por lo tanto no se ha llevado a cabo el análisis en ninguno de sus ríos.

10.1.3 Sistema de explotación Marina Baja



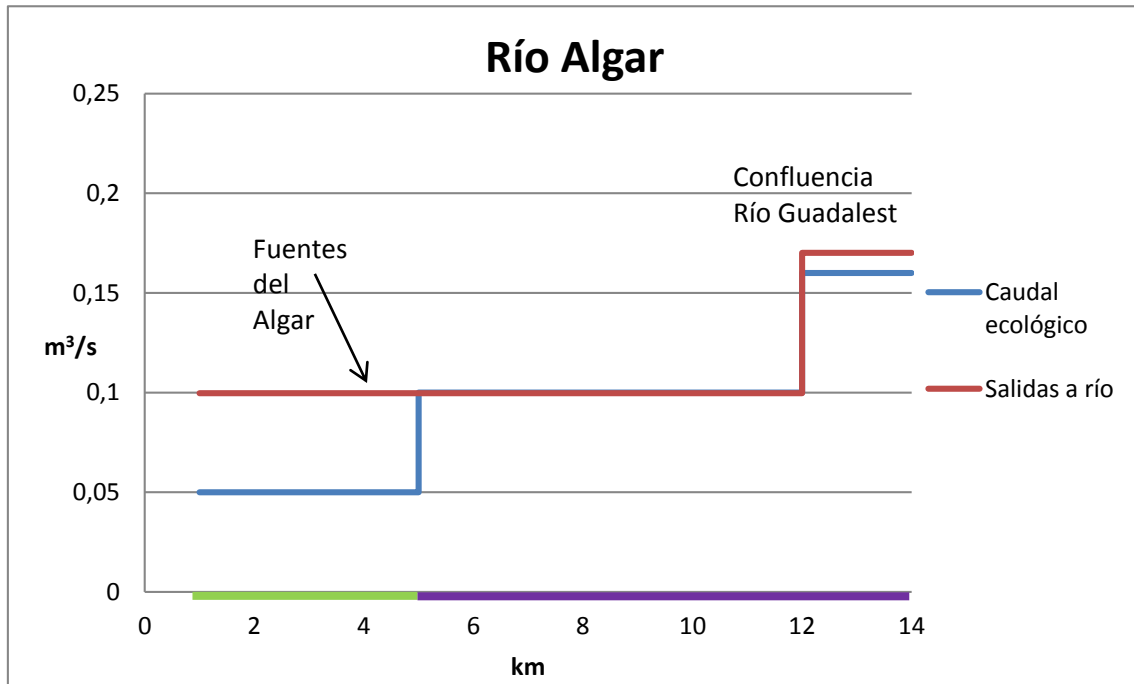
Ilustración 39. Tramos ganador y perdedor Río Algar

- Río Algar: cómo podemos ver en la figura el río Algar no tiene tramos perdedores, sino que tiene su nacimiento como un tramo ganador y el resto variable, por lo que las diferencias entre hipótesis serán escasas.

El río Algar tiene en su tramo inicial dos puntos muy favorables, ya que es totalmente ganador y en esta parte situado se encuentran las conocidas Fuentes del Algar que son el mayor suministro de agua de este río.

- Hipótesis 1.

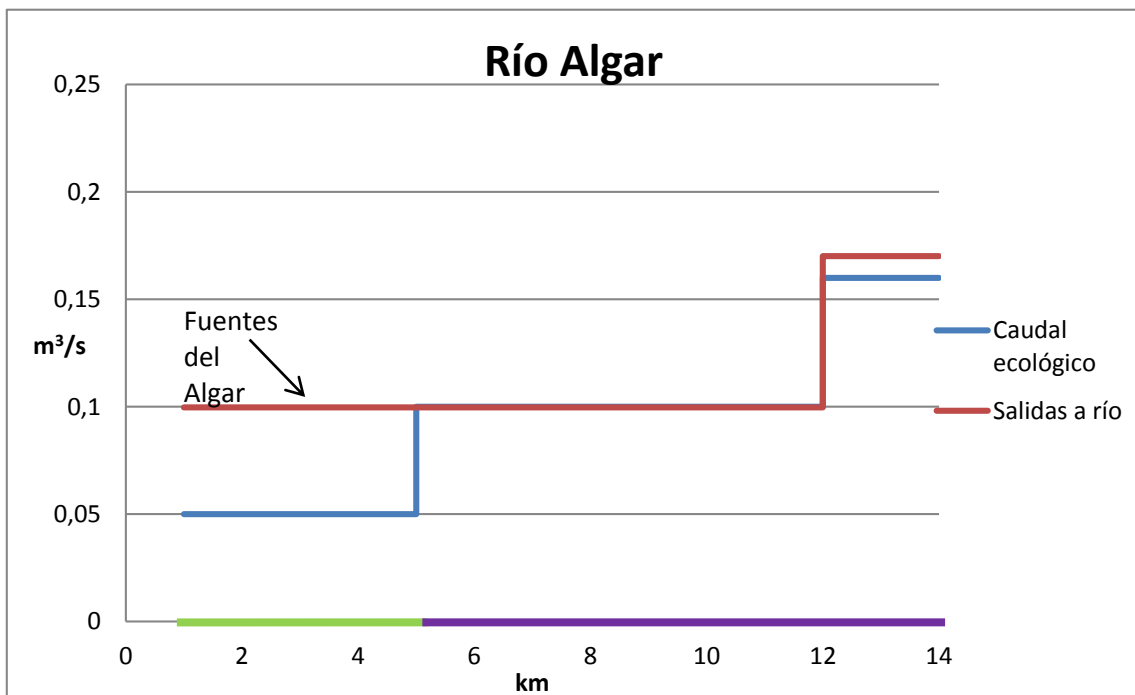
Podemos ver en la gráfica que las aportaciones al río son bastante superiores al caudal ecológico, y por lo tanto existe suficiente agua para cumplir el siguiente tramo, y con el agua que gana el río en su confluencia con el río Guadalent.



Gráfica 50. Salidas objetivo Hipótesis 1 Río Algar

- Hipótesis 2.

Esta hipótesis es similar a la anterior.

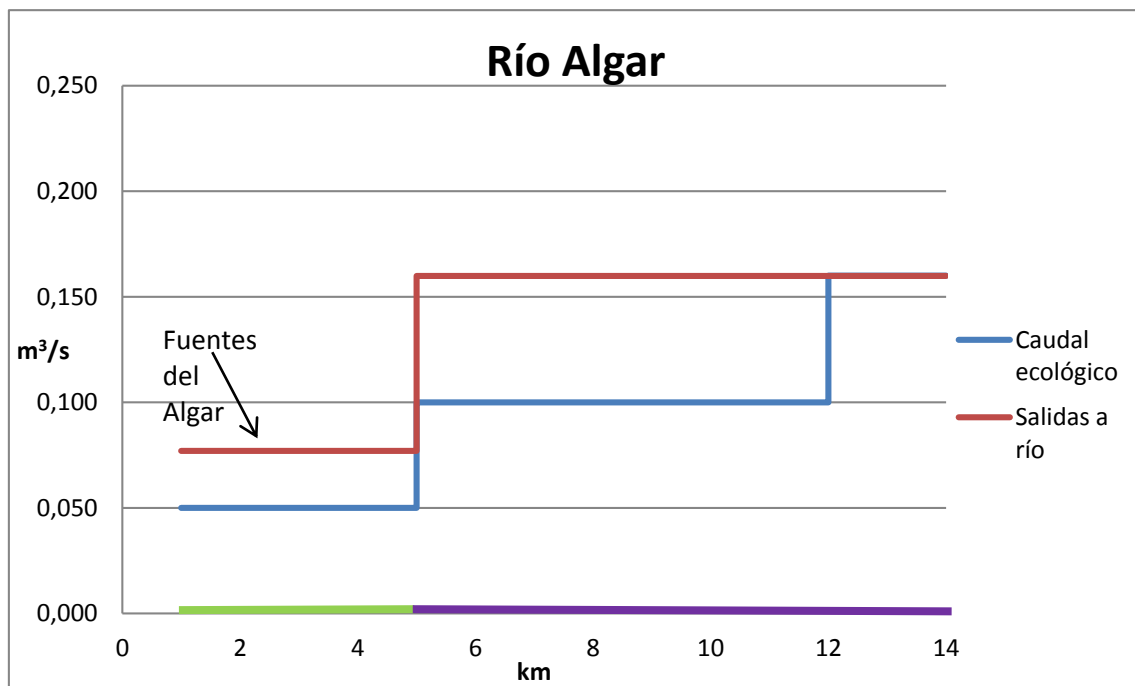


Gráfica 51. Salidas objetivo Hipótesis 2 Río Algar



○ Hipótesis 3.

El cambio que se produce en esta hipótesis es debido a que el río Guadalest es un río variable respecto a la relación con los acuíferos, por lo que no aporta agua, y el caudal ecológico en la desembocadura por lo tanto, debe cumplirse con el agua que viene del propio río Algar.



Gráfica 52. Salidas objetivo Hipótesis 3 Río Algar

Algar						
	Salidas objetivo (m³/s)			Salidas objetivo (Hm³/año)		
Masa de agua subterránea	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Sierra Aitana	0	0	0	0,000	0,000	0,000
Serrella-Aixorta-Algar	0,217	0,217	0,348	6,843	6,843	10,975
	0,217	0,217	0,348	6,843	6,843	10,975

Tabla 37. Salidas objetivo Río Algar

10.1.4 Sistema de explotación Vinalopó-Alacantí



Ilustración 40. Tramos ganador y perdedor Río Vinalopó

- Río Vinalopó.

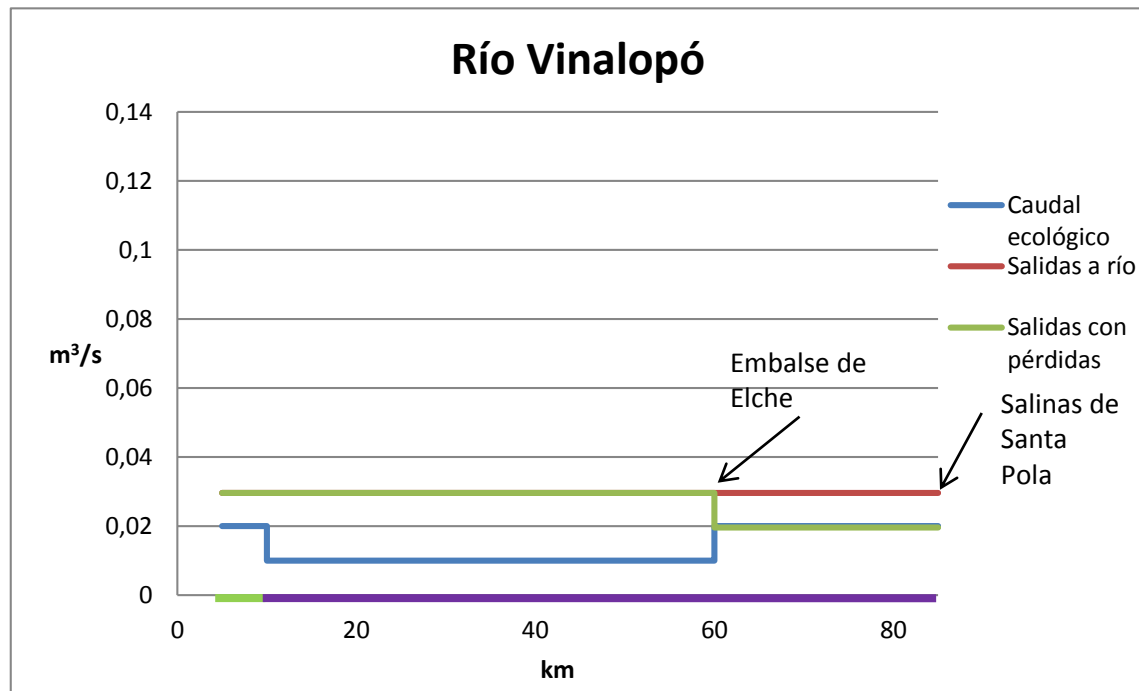
Tiene dos características importantes en cuanto a la relación con los acuíferos, la primera es que su tramo inicial es ganador, por lo que aquí obtendrá la mayor parte de su caudal, la otra es que en su tramo final es totalmente perdedor, por lo que deberá tomar el agua necesaria antes de llegar a este punto.

En este río se ha realizado debido a la presencia del embalse de Elche una disminución en el caudal ecológico, por lo que nuestra opción respecto a las aportaciones de agua subterránea es tomar esta misma reducción, por lo que en la gráfica aparece una nueva variable llamada "salidas con pérdidas".



○ Hipótesis 1.

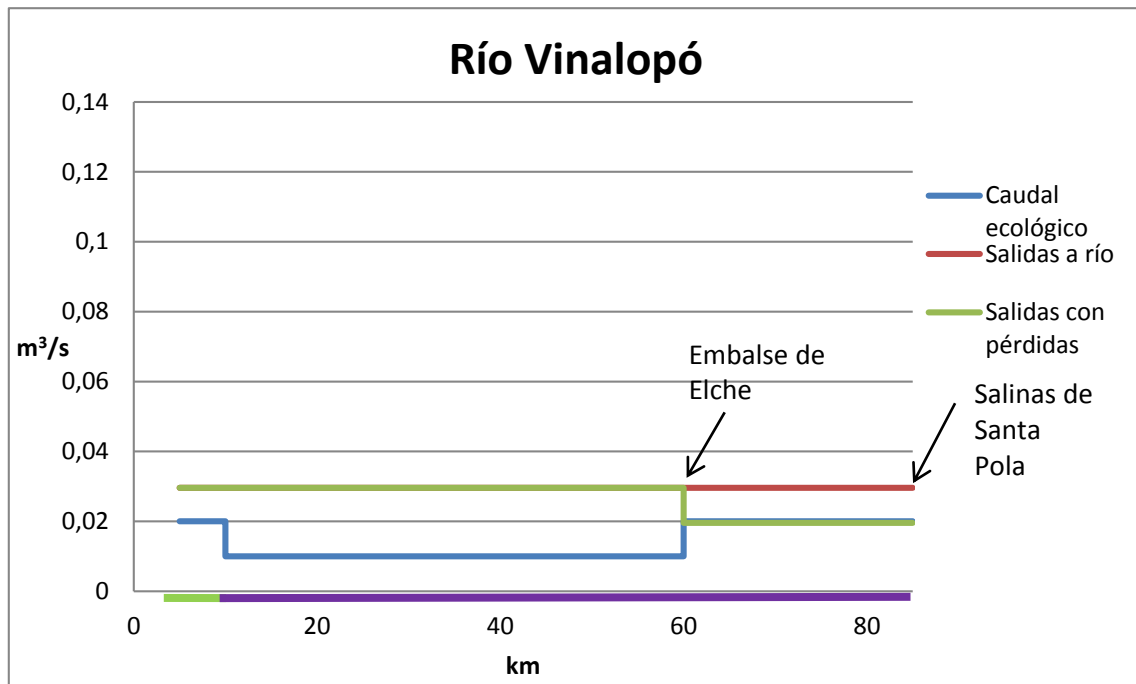
Tanto en esta hipótesis como en las demás, el río Vinalopó debe tomar toda su agua en cabecera, ya que es un río con baja exigencia en caudal ecológico y la mayoría de las masas que atraviesa tienen un recurso disponible demasiado bajo.



Gráfica 53. Salidas objetivo Hipótesis 1 Río Vinalopó

○ Hipótesis 2:

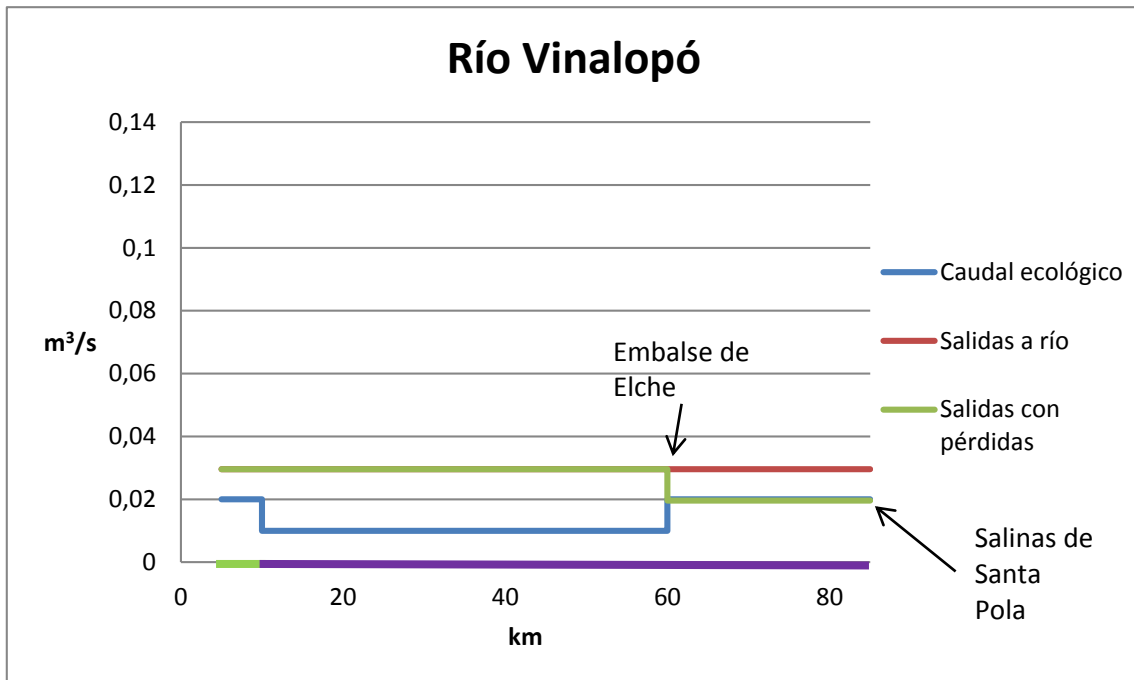
Como ya hemos dicho, el río Vinalopó toma toda su agua de las masas de agua subterránea en cabecera, en esta hipótesis con más razón ya que el río, tiene un gran porcentaje de tramo perdedor, por lo que no podrá recibir caudal aguas debajo de su cabecera.



Gráfica 54. Salidas objetivo Hipótesis 2 Río Vinalopó

○ Hipótesis 3.

En esta última hipótesis la problemática ya mencionada se incrementa, ya que el único tramo ganador del Vinalopó es el de cabecera, por lo que deberá recibir todas sus aportaciones en esta zona para superar el caudal ecológico hasta su desembocadura.



Gráfica 55. Salidas objetivo Hipótesis 3 Río Vinalopó

Vinalopó						
Masa de agua subterránea	Salidas objetivo (m³/s)			Salidas objetivo (Hm³/año)		
	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Sierra Mariola	0,022	0,022	0,020	0,694	0,694	0,631
Volcadores-Albaida	0,030	0,030	0,040	0,946	0,946	1,261
Salt San Cristóbal	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Villena-Benejama	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Peñarubia	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sierra del Castellar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Hoya de Castalla	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sierra de Salinas	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Argüeña-Maigmo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sierra del Cid	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sierra del Reclot	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Bajo Vinalopó	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,052	0,052	0,060	1,640	1,640	1,892

Tabla 38. Salidas objetivo Río Vinalopó

Como podemos ver en la tabla, todas las aportaciones de caudal las realizan Sierra Mariola y Volcadores-Albaida, que ambas se sitúan en la cabecera río Vinalopó.



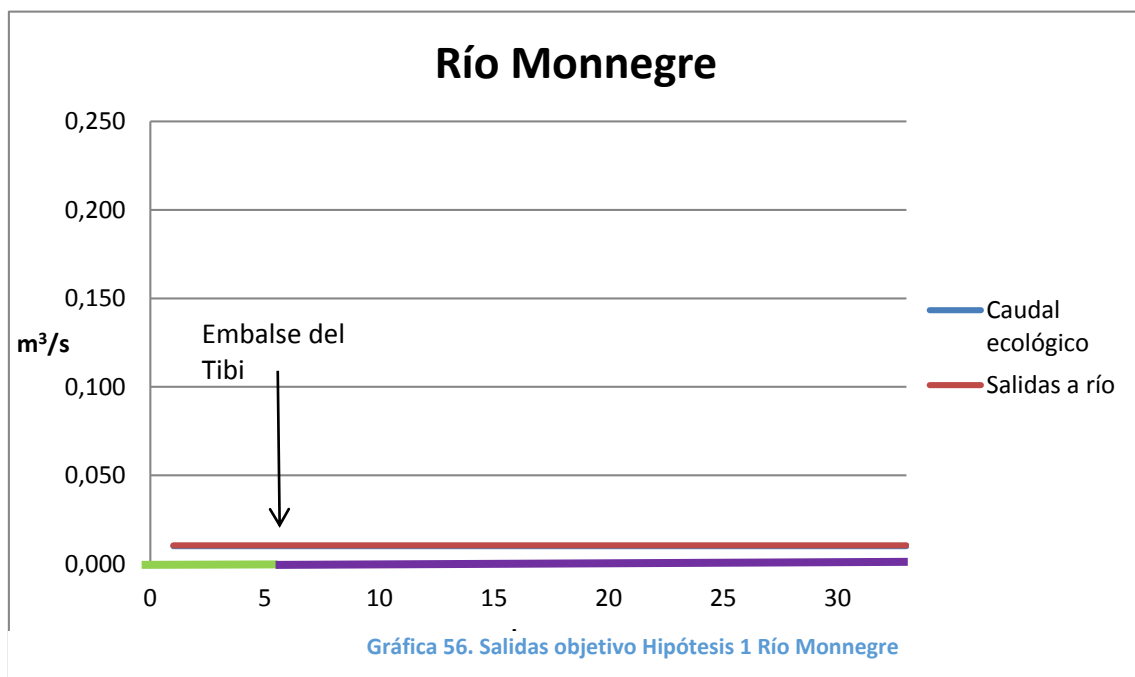
- Río Monnegre.

Este río es el más corto y con menos caudal de los cuatro analizados. Las características más destacables en su relación río caudal son las siguientes: tanto el río Monnegre como su afluente el río Jijona tienen tramos ganadores en su nacimiento y que cuando ambos confluyen se convierten en un tramo perdedor hasta que desemboca en El Campello.



Ilustración 41. Mapa relación río-acuífero Río Monnegre

El río Monnegre, como refleja la imagen, tiene su parte de cabecera como un tramo ganador, y los valores de caudal ecológico son iguales a lo largo de todo su recorrido, por lo que en este río las tres hipótesis serán semejantes, por lo que no se llevarán a cabo.





El río Monnegre es únicamente ganador en cabecera y hasta el embalse del Tibi, esto sumado a que el caudal ecológico es bajo y además constante a lo largo del río, hace que la gráfica obtenida sea bastante sencilla.

Monnegre						
Masa de agua subterránea	Salidas objetivo (m ³ /s)			Salidas objetivo (Hm ³ /año)		
	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3
Salt San Cristóbal	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sierra Mariola	0,000	0,030	0,030	0,000	0,946	0,946
Hoya de Castalla	0,011	0,010	0,010	0,347	0,315	0,315
Barrancones-Carrasqueta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Argüeña-Maigó	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Sierra Aitana	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Orcheta	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Agost Monnegre	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	0,011	0,040	0,040	0,347	0,347	1,261

Tabla 39. Salidas objetivo Río Monnegre

Al igual que en el caso anterior, en el río Monnegre únicamente es necesaria la aportación de agua subterránea por parte de las masas de agua de cabecera, como podemos ver en la tabla a excepción de Salt San Cristóbal, que su recurso disponible es demasiado reducido.

10.2 Comparación de restricciones ambientales

Tras obtener las restricciones ambientales del apartado anterior, se procede ahora a comparar estos resultados con los fijados por la CHJ para las distintas masas de agua subterránea.

Las restricciones ambientales actuales las obtuvo la CHJ fijando como valor de estas un porcentaje del recurso disponible en cada masa de agua.

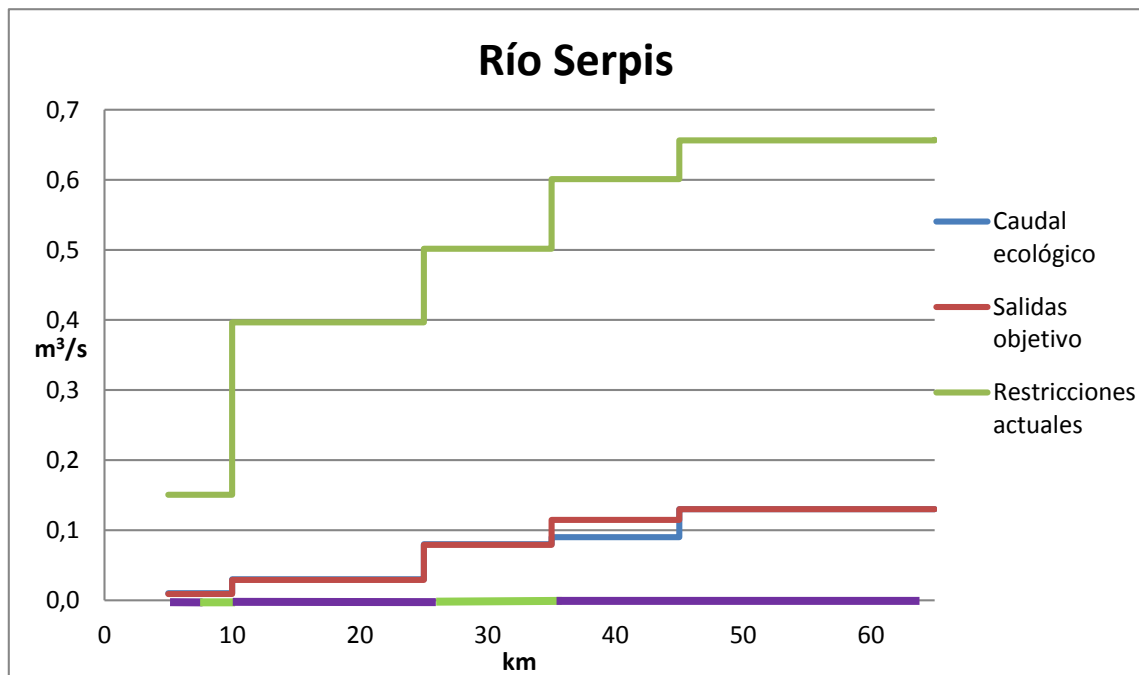
10.2.1 Río Serpis

Este río es un claro ejemplo de que la restricción ambiental no puede fijarse como un porcentaje y aplicar para todas las masas las mismas, sino que hay que realizar un análisis por zonas, para ver donde es necesaria más o menos agua.



- Hipótesis 1.

En esta primera hipótesis, comparando las salidas óptimas con las restricciones ambientales, podemos ver que en la desembocadura se vierten unos $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ más de los necesarios para superar el caudal ecológico.



Gráfica 57. Comparación Hipótesis 1 Río Serpis

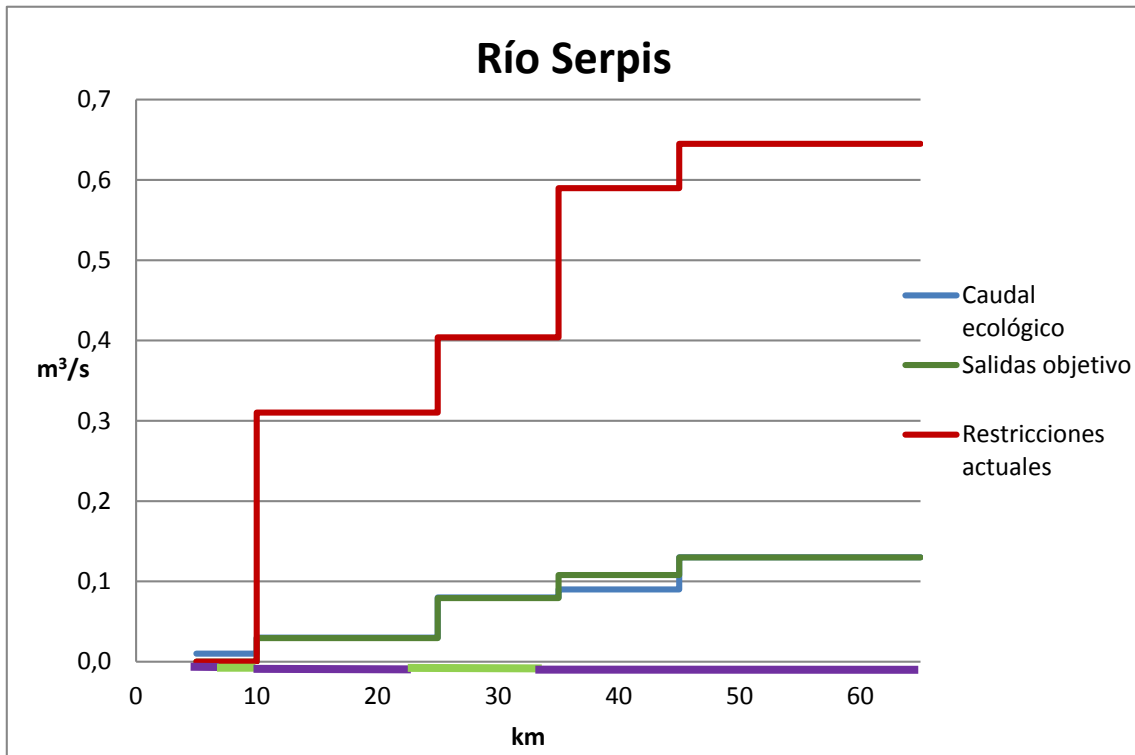


Serpis		
Masa de agua subterránea	Salidas a río (Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 1
Sierra Mariola	3,311	0,000
Salt San Cristóbal	0,000	0,000
Muro de Alcoy	2,712	0,252
Barrancones-Carrasqueta	11,101	0,694
Alfaro-Segaria	5,803	1,198
Sierra Aitana	13,907	2,460
Serrella-Aixorta-Algar	5,298	0,000
Volcadores-Albaida	5,014	3,406
Almirante Mustalla	7,506	3,406
Sierra de Ador	3,690	1,325
Valle de Albaida	19,805	0,000
Marchuquera-Falconera	0,189	0,000
Plana de Gandía	0,095	0,000
	78,430	12,741

Tabla 40. Restricciones ambientales Hipótesis 1 Río Serpis

- Hipótesis 2.

Como ya vimos en el apartado anterior, en cabecera no hay posibilidad de superar el caudal ecológico, ya que el río es perdedor en este tramo. A partir de este tramo, las restricciones ambientales superan con creces el caudal ecológico.



Gráfica 58. Comparación Hipótesis 2 Río Serpis

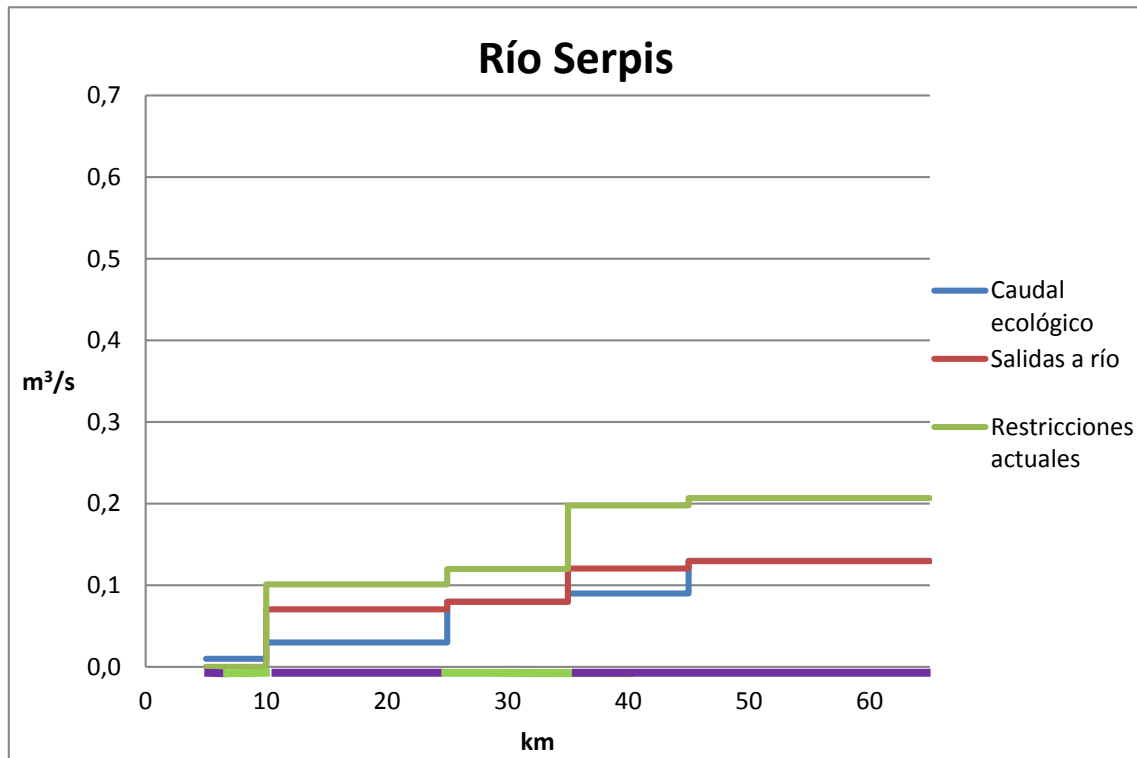
Serpis		
Masa de agua subterránea	Salidas a río (Hm³/año)	
	Restricción actual	Hipótesis 2
Sierra Mariola	3,311	0,315
Salt San Cristóbal	0,000	0,000
Muro de Alcoy	2,712	0,315
Barrancones-Carrasqueta	11,101	0,757
Alfaro-Segaria	5,803	1,198
Sierra Aitana	13,907	2,460
Serrella-Aixorta-Algar	5,298	0,000
Volcadores-Albaida	5,014	6,307
Almirante Mustalla	7,506	3,217
Sierra de Ador	3,690	1,072
Valle de Albaida	19,805	0,000
Marchuquera-Falconera	0,189	0,000
Plana de Gandía	0,095	0,000
	78,430	15,642

Tabla 41. Restricciones ambientales Hipótesis 2 Río Serpis



- Hipótesis 3:

Esta última hipótesis, que posiblemente sea la que más se ajusta a la realidad, restricciones ambientales y caudales ecológicos son mucho más similares que en los casos anteriores y en su desembocadura apenas se vierten unos 0,05 m³/s de más.



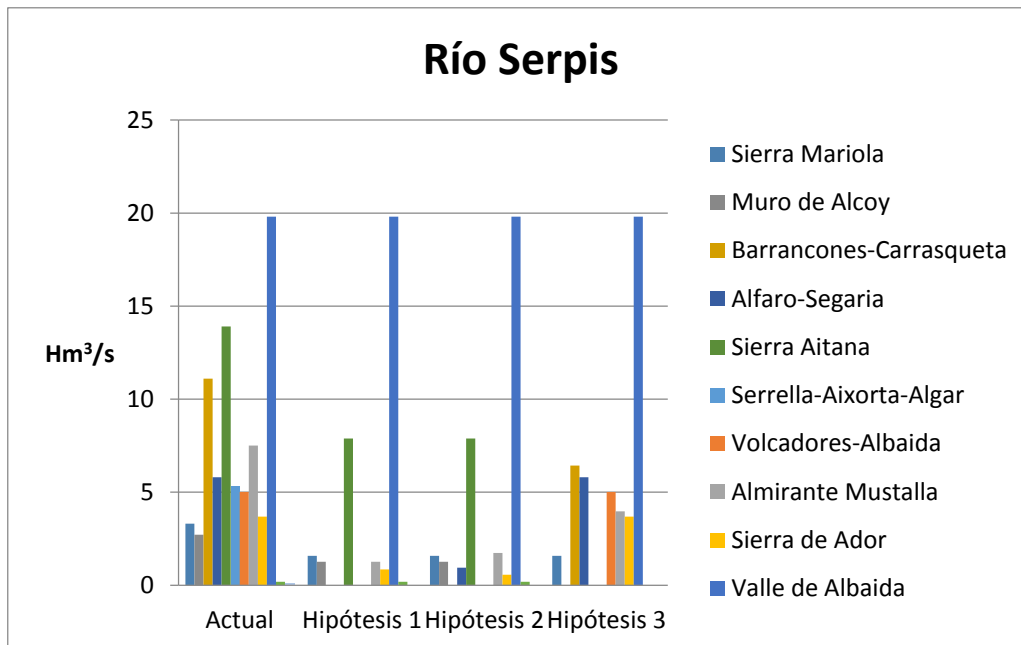
Gráfica 59. Comparación Hipótesis 3 Río Serpis



Serpis		
Masa de agua subterránea	Salidas a río (Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 3
Sierra Mariola	3,311	3,311
Salt San Cristóbal	0,000	0,000
Muro de Alcoy	2,712	0,000
Barrancones-Carrasqueta	11,101	7,884
Alfaro-Segaria	5,803	2,838
Sierra Aitana	13,907	0,000
Serrella-Aixorta-Algar	5,298	0,000
Volcadores-Albaida	5,014	5,014
Almirante Mustalla	7,506	3,942
Sierra de Ador	3,690	3,690
Valle de Albaida	19,805	0,000
Marchuquera-Falconera	0,189	0,000
Plana de Gandía	0,095	0,000
	78,430	26,679

Tabla 42. Restricciones ambientales Hipótesis 3 Río Serpis

Para poder realizar una mejor comparación entre las restricciones ambientales obtenidas en este estudio y las fijadas por la CHJ se ha construido una gráfica en la que se puede observar claramente cómo podrían reducirse las restricciones actuales, incluso en la hipótesis más desfavorable. En este caso, la única que no ha podido reducirse es la masa de agua subterránea de Sierra Mariola.



Gráfica 60. Restricciones ambientales Río Serpis

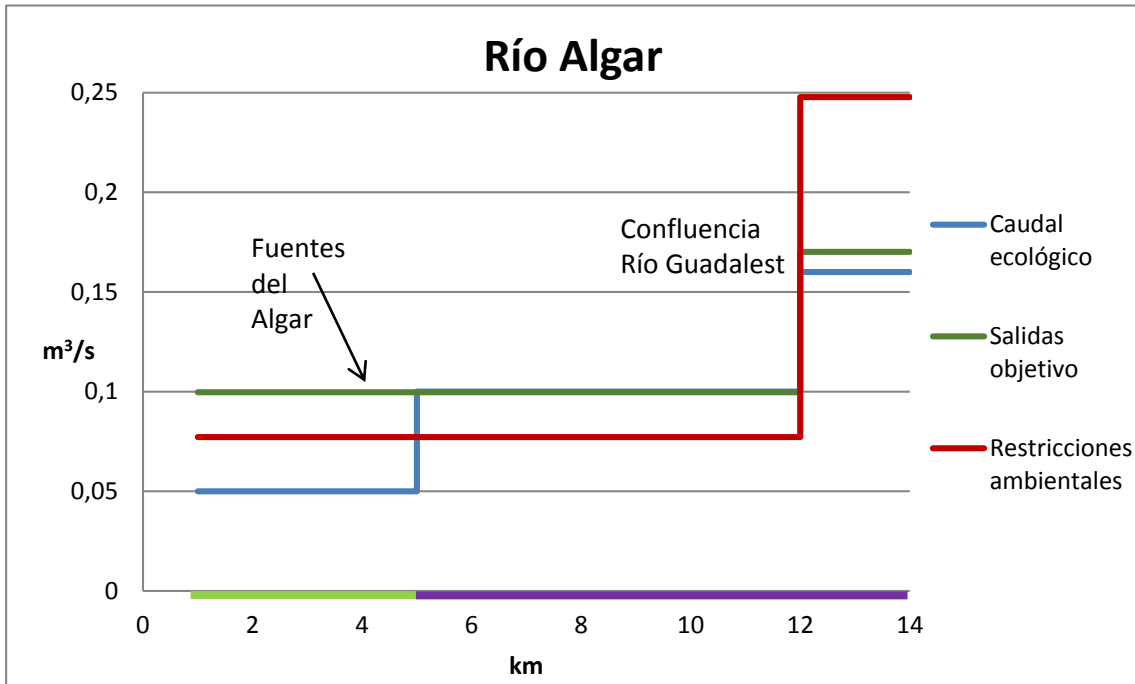
10.2.2 Río Algar

Este río tiene una característica que no tienen los demás, y es que al atravesar únicamente dos masas de agua subterránea sólo existe una forma de fijar las restricciones ambientales. Esta característica se cumple en las tres hipótesis y la masa de agua subterránea Serrella-Aixorta-Algar será la que aporte todo el caudal, ya que esta masa está en contacto tanto con el río Algar como con su afluente el río Guadalest.

- Hipótesis 1.

Esta hipótesis y la siguiente son similares.

Como podemos ver en la gráfica, las restricciones actuales no superan a los caudales ecológicos en el segundo tramo, por lo que en este caso las restricciones ambientales deberían ser aumentadas.



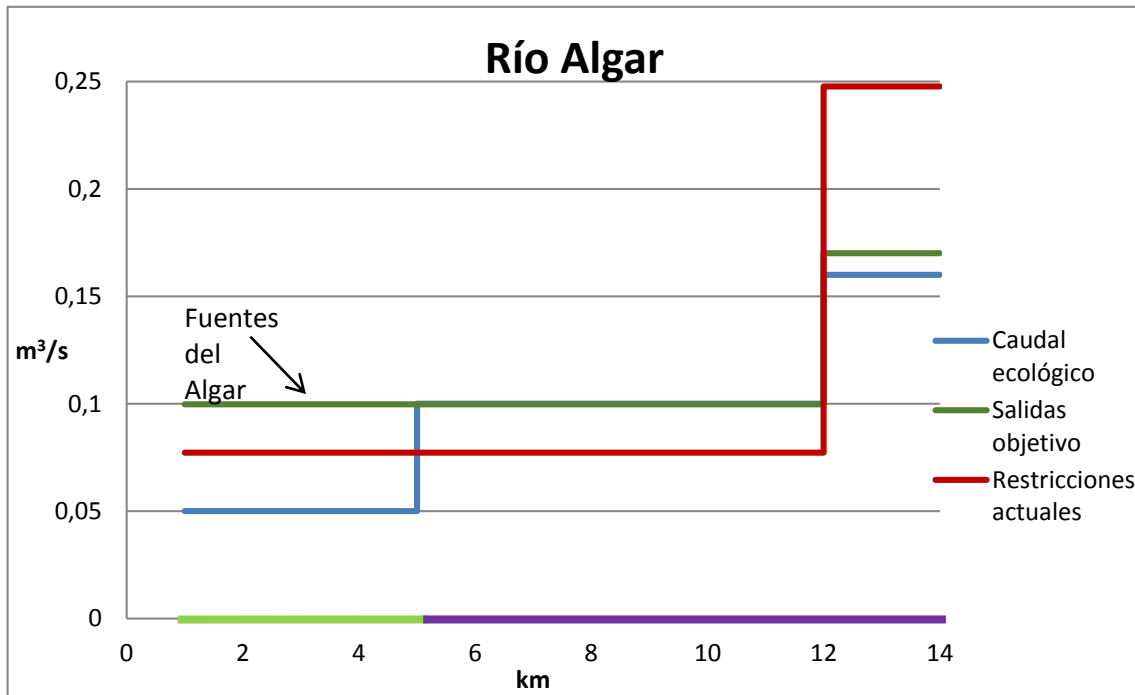
Gráfica 61. Comparación Hipótesis 1 Río Algar

Algar		
Masa de agua subterránea	Salidas a río (Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 1
Sierra Aitana	13,907	0,000
Serrella-Aixorta-Algar	5,298	6,843
	19,205	6,843

Tabla 43. Restricciones ambientales Hipótesis 1 Río Algar



- Hipótesis 2



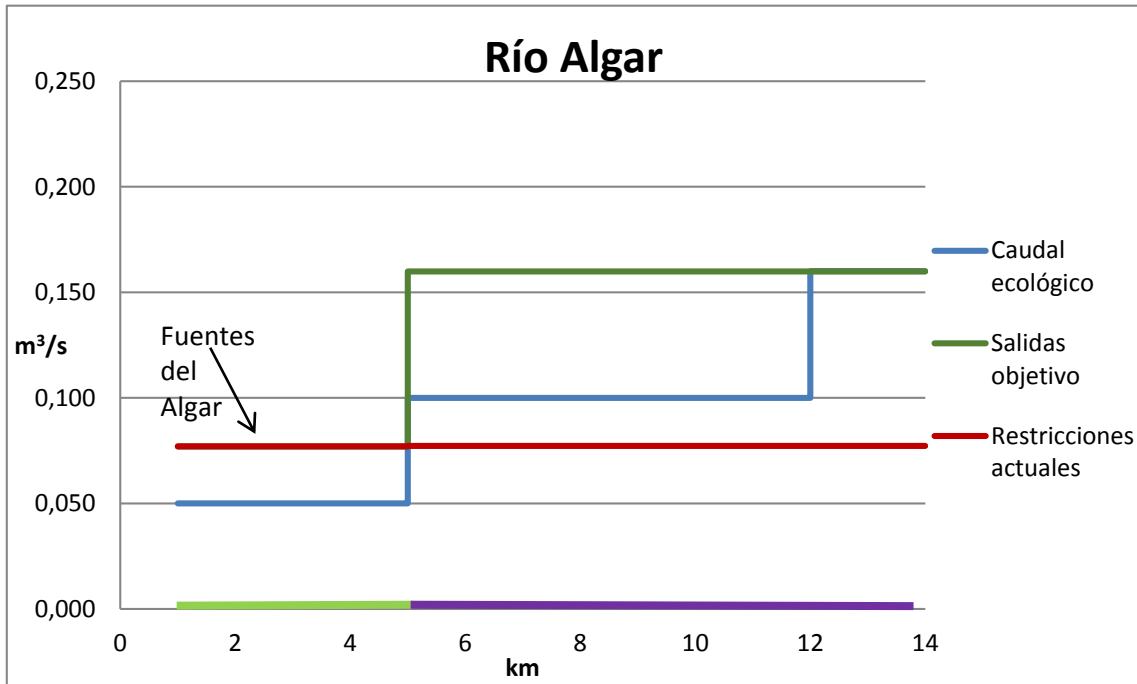
Gráfica 62. Comparación Hipótesis 2 Río Algar

Algar		
Masa de agua subterránea	Salidas a río (Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 2
Sierra Aitana	13,907	0,000
Serrella-Aixorta-Algar	5,298	6,843
	19,205	6,843

Tabla 44. Restricciones ambientales Hipótesis 2 Río Algar

- Hipótesis 3.

En esta última hipótesis, aparte de lo ya mencionado en las anteriores, cabe destacar que como el río Algar tiene una gran proporción de ríos variables, deja de recibir agua en bastantes tramos, lo que hace que no supere el caudal ecológico tampoco aguas abajo.

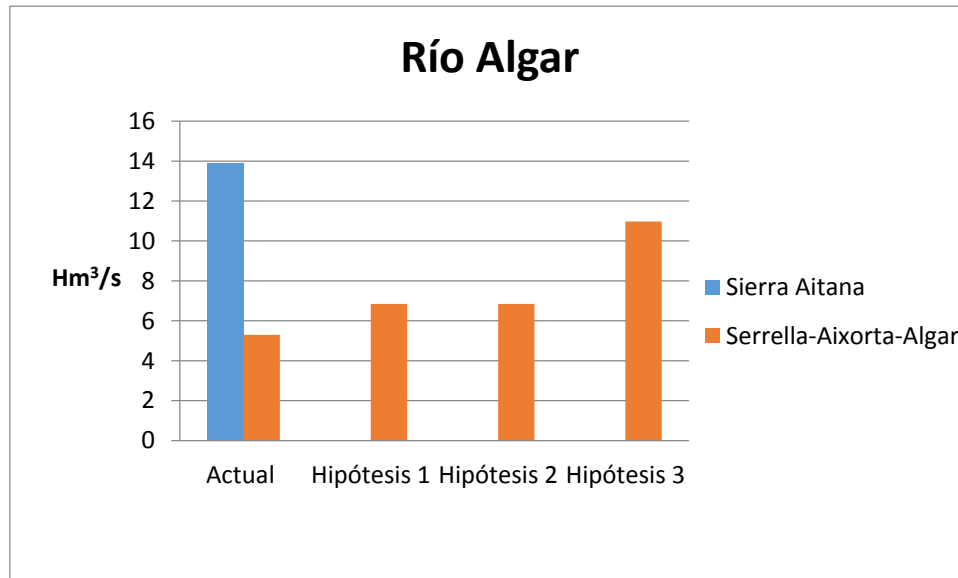


Gráfica 63. Comparación Hipótesis 3 Río Algar

Algar		
Masa de agua subterránea	Salidas a río (Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 3
Sierra Aitana	13,907	0,000
Serrella-Aixorta-Algar	5,298	10,975
	19,205	10,975

Tabla 45. Restricciones ambientales Hipótesis 3 Río Algar

La siguiente gráfica ofrece un claro resultado visual de este caso: las restricciones ambientales pueden descender en su conjunto, pero Serrella-Aixorta-Algar debe aportar más agua de la que supuestamente aporta en la actualidad, ya que al estar en contacto con el río Algar y Guadalest, con la aportación que produce en las cabeceras de ambos ríos es suficiente para alcanzar el caudal ecológico aguas abajo de la confluencia.

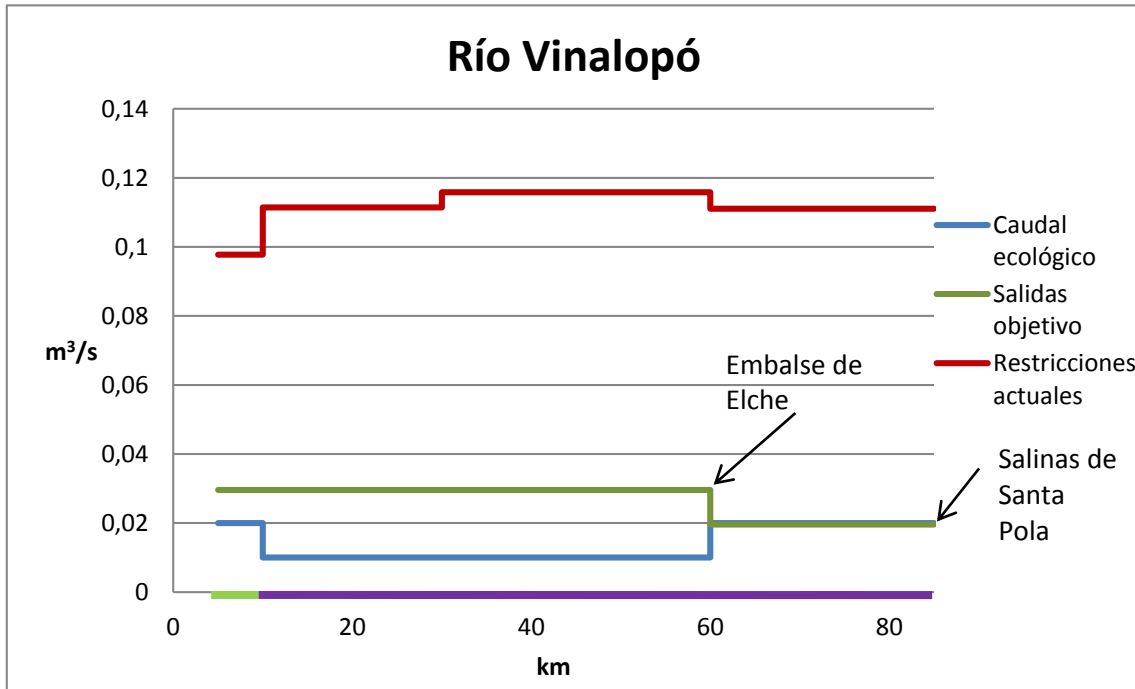


Gráfica 64. Restricciones ambientales Río Algar

10.2.3 Río Vinalopó

- Hipótesis 1

Como se puede ver en la gráfica, las restricciones ambientales son demasiado elevadas para este río. Esta gran diferencia es en esta hipótesis donde se aprecia con mayor intensidad, ya que como se dijo en el apartado anterior el río Vinalopó únicamente tiene un tramo ganador en su nacimiento, por lo que está hipótesis difiere en gran medida de la realidad.



Gráfica 65. Comparación Hipótesis 1 Río Vinalopó

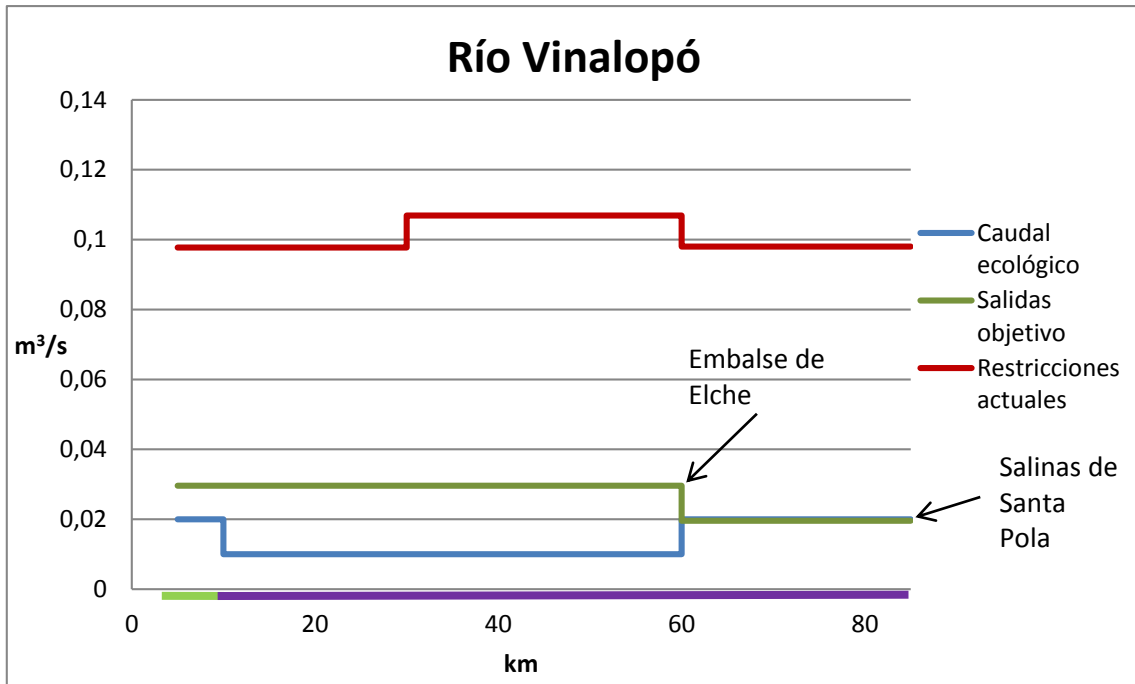
Vinalopó		
Masa de agua subterránea	Salidas a río (Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 1
Sierra Mariola	3,311	1,104
Volcadores-Albaida	5,014	1,104
Salt San Cristóbal	0,000	0,000
Villena-Benejama	1,000	0,000
Peñarrubia	0,000	0,000
Sierra del Castellar	0,000	0,000
Hoya de Castalla	1,009	0,000
Sierra de Salinas	0,000	0,000
Argüeña-Maigmo	0,000	0,000
Sierra del Cid	0,000	0,000
Sierra del Reclot	0,000	0,000
Bajo Vinalopó	2,113	0,000
	12,448	2,208

Tabla 46. Restricciones ambientales Hipótesis 1 Río Vinalopó



- Hipótesis 2.

Esta hipótesis se acerca algo más a la realidad del río Vinalopó, ya que tiene en cuenta los tramos perdedores del mismo, que componen la mayoría del río. Aun así, sigue vertiéndose casi 1 m³/s de más en la desembocadura.



Gráfica 66. Comparación Hipótesis 2 Río Vinalopó

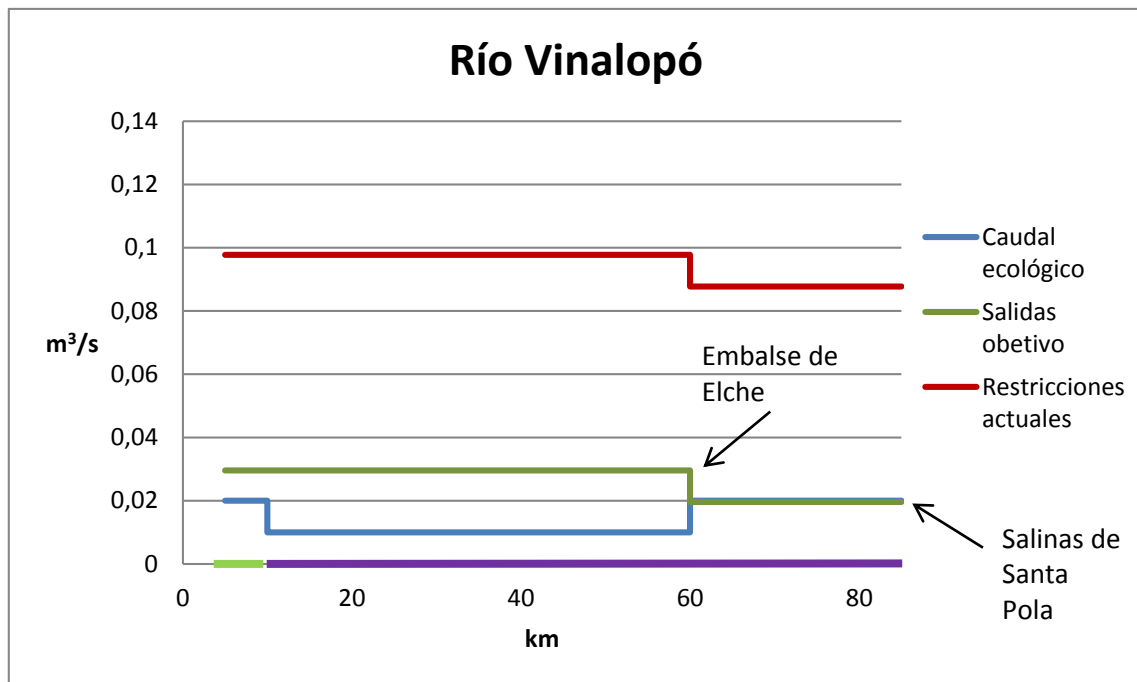
Vinalopó		
Masa de agua subterránea	Salidas a río (Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 2
Sierra Mariola	3,311	1,104
Volcadores-Albaida	5,014	1,104
Salt San Cristóbal	0,000	0,000
Villena-Benejama	1,000	0,000
Peñarrubia	0,000	0,000
Sierra del Castellar	0,000	0,000
Hoya de Castalla	1,009	0,000
Sierra de Salinas	0,000	0,000
Argüeña-Maigmo	0,000	0,000
Sierra del Cid	0,000	0,000
Sierra del Reclot	0,000	0,000
Bajo Vinalopó	2,113	0,000

Tabla 47. Restricciones ambientales Hipótesis 2 Río Vinalopó



- Hipótesis 3.

Esta sea posiblemente la hipótesis que más se ajusta a la realidad, ya que el río toma el agua en cabecera, y con eso le vale para superar los caudales ecológicos en todo su recorrido hasta la desembocadura.

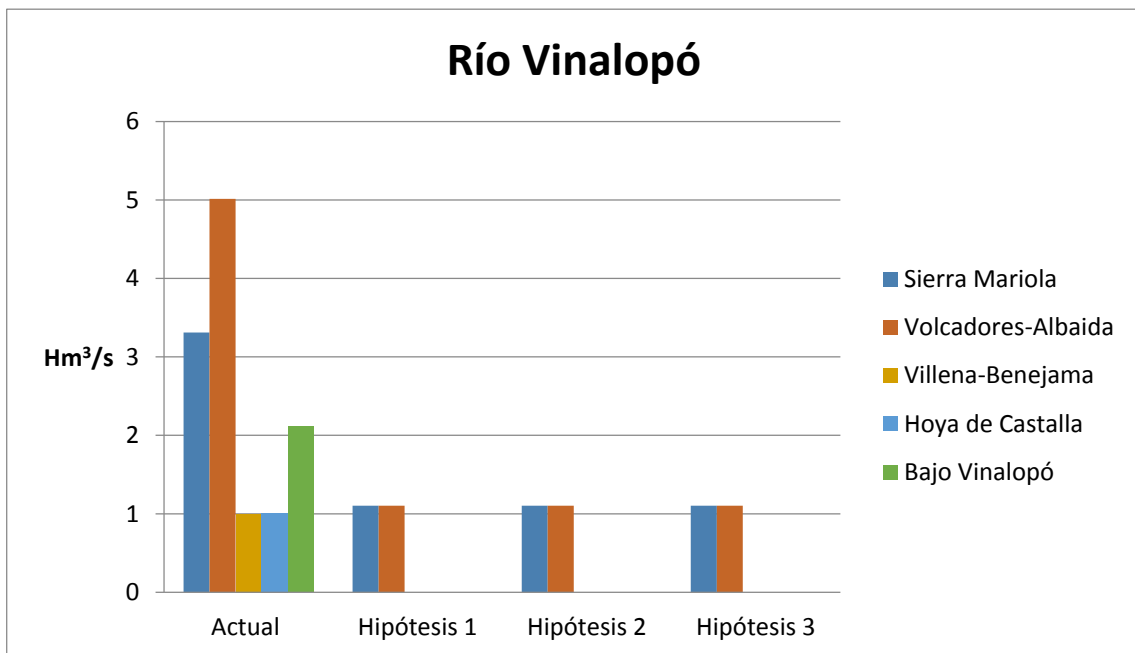


Gráfica 67. Comparación Hipótesis 3 Río Vinalopó



Vinalopó		
Masa de agua subterránea	Salidas a río (Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 3
Sierra Mariola	3,311	1,104
Volcadores-Albaida	5,014	1,104
Salt San Cristóbal	0,000	0,000
Villena-Benejama	1,000	0,000
Peñarrubia	0,000	0,000
Sierra del Castellar	0,000	0,000
Hoya de Castalla	1,009	0,000
Sierra de Salinas	0,000	0,000
Argüeña-Maigmo	0,000	0,000
Sierra del Cid	0,000	0,000
Sierra del Reclot	0,000	0,000
Bajo Vinalopó	2,113	0,000
	12,448	2,208

Tabla 48. Restricciones ambientales Hipótesis 3 Río Vinalopó



Gráfica 68. Restricciones ambientales Río Vinalopó

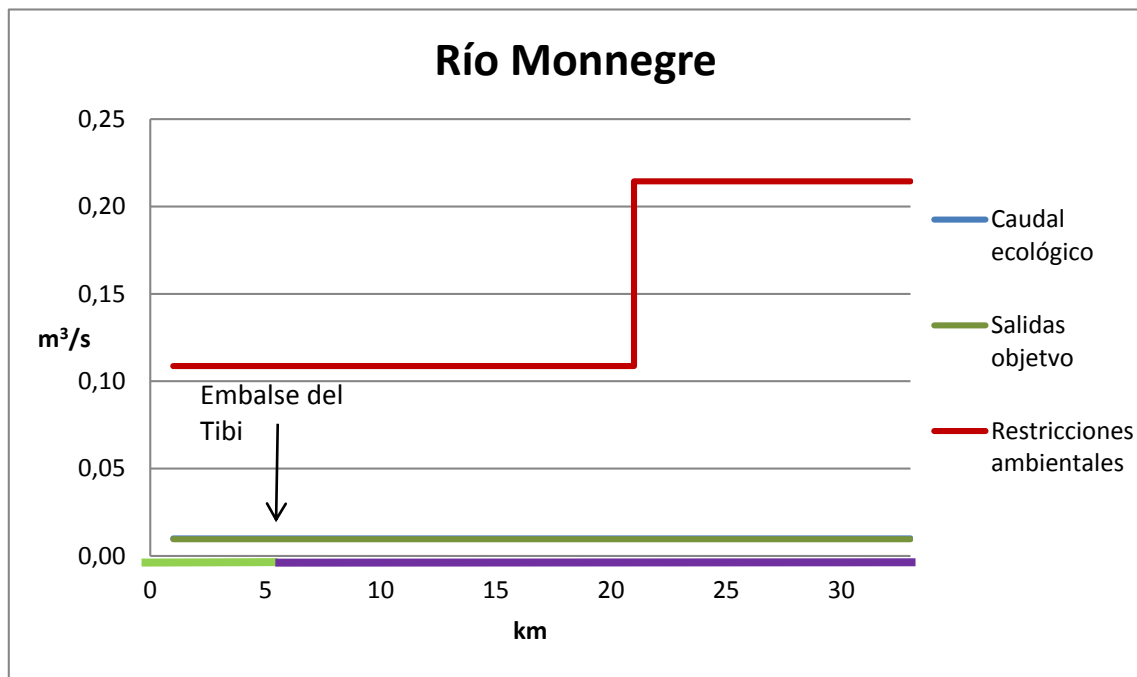


10.2.4 Río Monnegre

Cuando se realizó el cálculo de las restricciones óptimas, en el río Monnegre no tenía mucho sentido analizar las tres hipótesis, no sucede igual en este apartado aunque las diferencias entre hipótesis son escasas.

- Hipótesis 1.

Esta hipótesis es una vez más la que menos refleja la realidad, y por lo tanto la diferencia entre restricciones actuales y caudales ecológicos es bastante grande.



Gráfica 69. Comparación Hipótesis 1 Río Monnegre

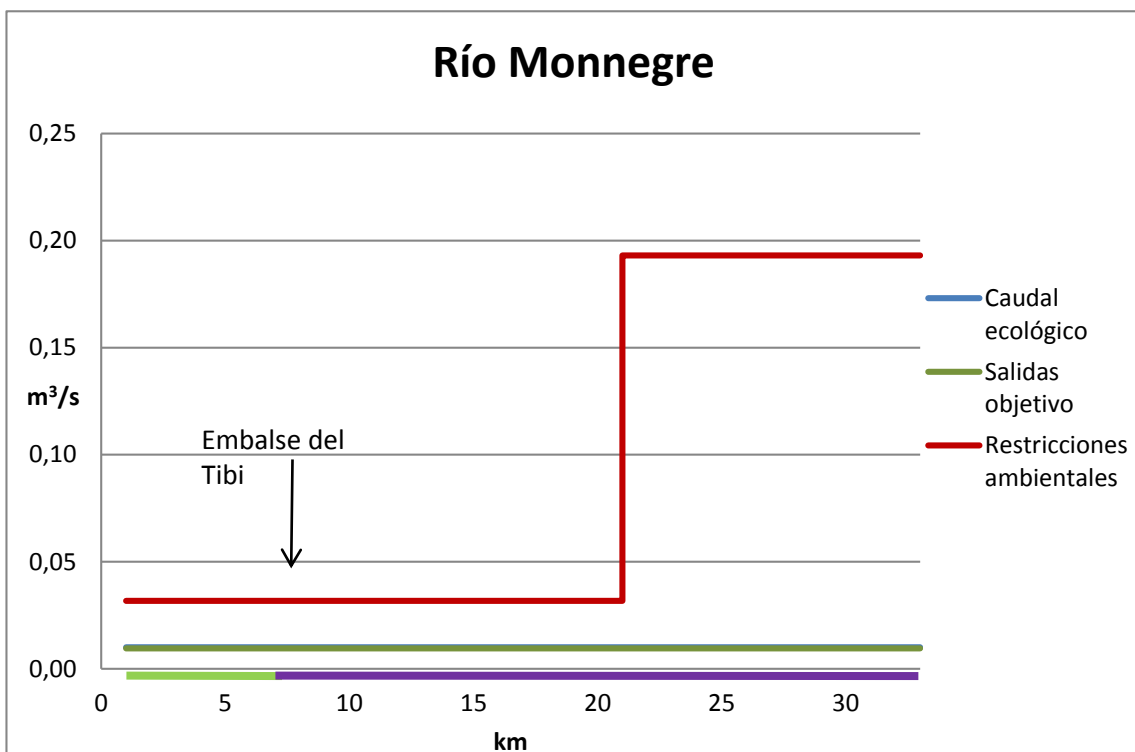


Monnegre		
Masa de agua subterránea	Salidas a río(Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 1
Salt San Cristóbal	0,000	0,000
Sierra Mariola	3,300	0,000
Hoya de Castalla	1,000	0,347
Barrancones-Carrasqueta	11,100	0,000
Argüeña-Maigmo	0,000	0,000
Sierra Aitana	13,907	0,000
Orcheta	1,892	0,000
Agost Monnegre	0,000	0,000
	31,200	0,347

Tabla 49. Restricciones ambientales Hipótesis 1 Río Monnegre

- Hipótesis 2.

Esta hipótesis es bastante parecida a la anterior, el río tiene un comportamiento similar y solo se diferencia en unos 0,05 m³/s.



Gráfica 70. Comparación Hipótesis 2 Río Algar

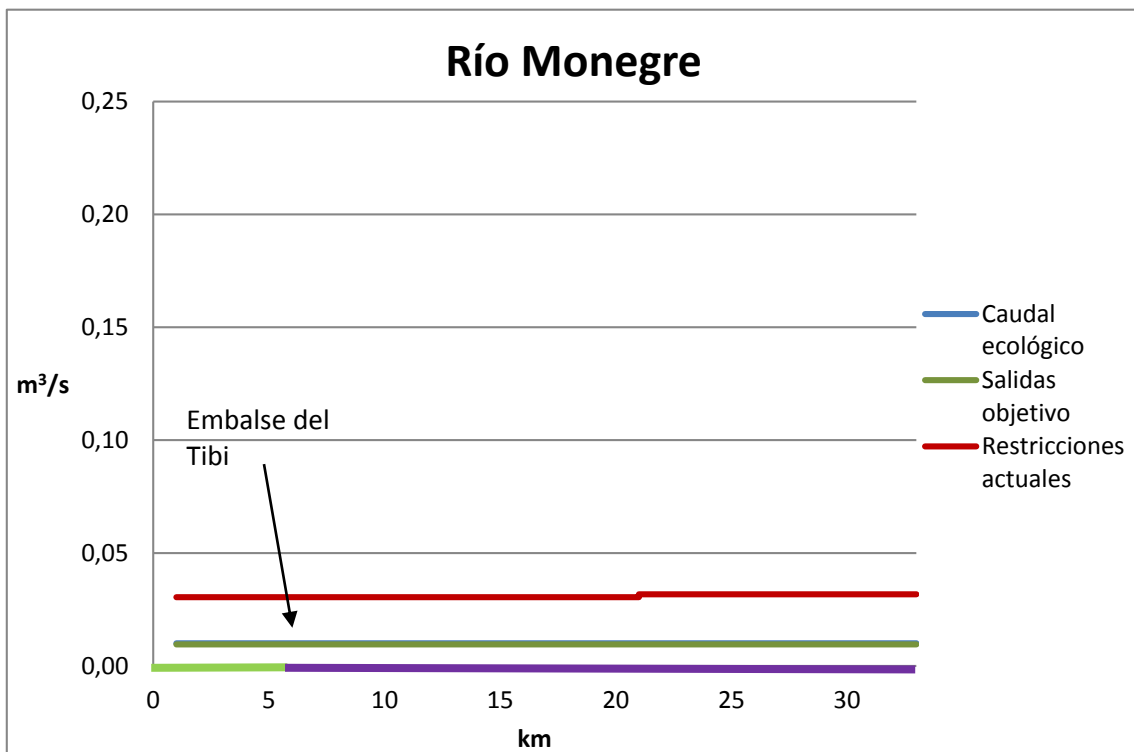


Monnegre		
Masa de agua subterránea	Salidas a río (Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 2
Salt San Cristóbal	0,000	0,000
Sierra Mariola	3,300	0,946
Hoya de Castalla	1,000	0,315
Barrancones-Carrasqueta	11,100	0,000
Argüeña-Maigmo	0,000	0,000
Sierra Aitana	13,907	0,000
Orcheta	1,892	0,000
Agost Monegre	0,000	0,000
	31,200	1,261

Tabla 50. Restricciones ambientales Hipótesis 2 Río Monnegre

- Hipótesis 3.

Una vez más, la última hipótesis es la que más se ajusta a la realidad, y en el caso del río Monnegre son bastante similares las restricciones actuales y los caudales ecológicos.



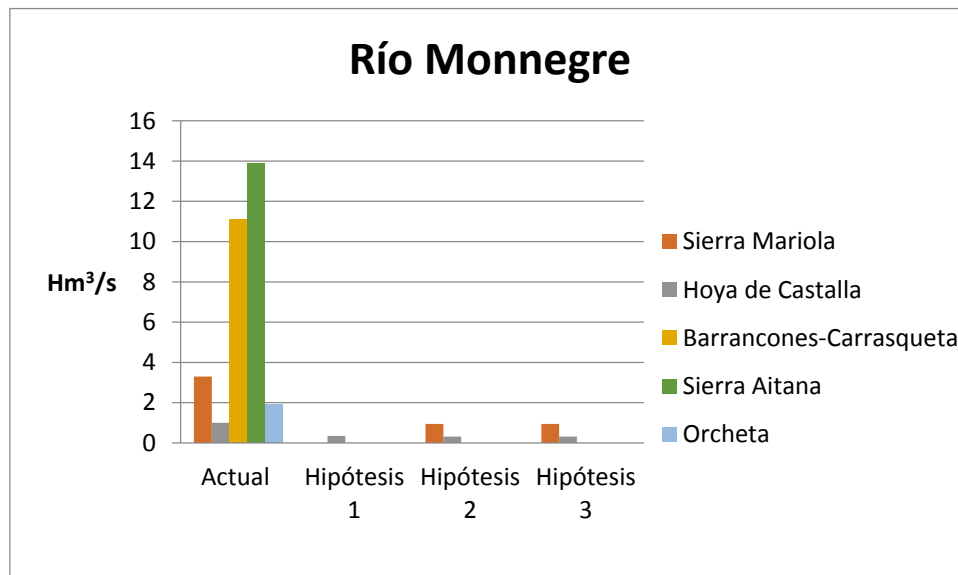
Gráfica 71. Comparación Hipótesis 3 Río Monnegre



Monnegre		
Masa de agua subterránea	Salidas a río(Hm ³ /año)	
	Restricción actual	Hipótesis 3
Salt San Cristóbal	0,000	0,000
Sierra Mariola	3,300	0,946
Hoya de Castalla	1,000	0,315
Barrancones-Carrasqueta	11,100	0,000
Argüeña-Maigmo	0,000	0,000
Sierra Aitana	13,907	0,000
Orcheta	1,892	0,000
Agost Monegre	0,000	0,000
	31,200	1,261

Tabla 51. Restricciones ambientales Hipótesis 3 Río Monnegre

Por último se muestra en la gráfica final, como se podrían reducir en gran medida las restricciones ambientales actuales, ya que masas de agua como Sierra Aitana o Barrancones-Carrasqueta tienen una restricción demasiado alta, cuando en el análisis hemos podido reducirla hasta quitarle la restricción, lo que aumentaría en gran medida el recurso disponible de ambas masas.

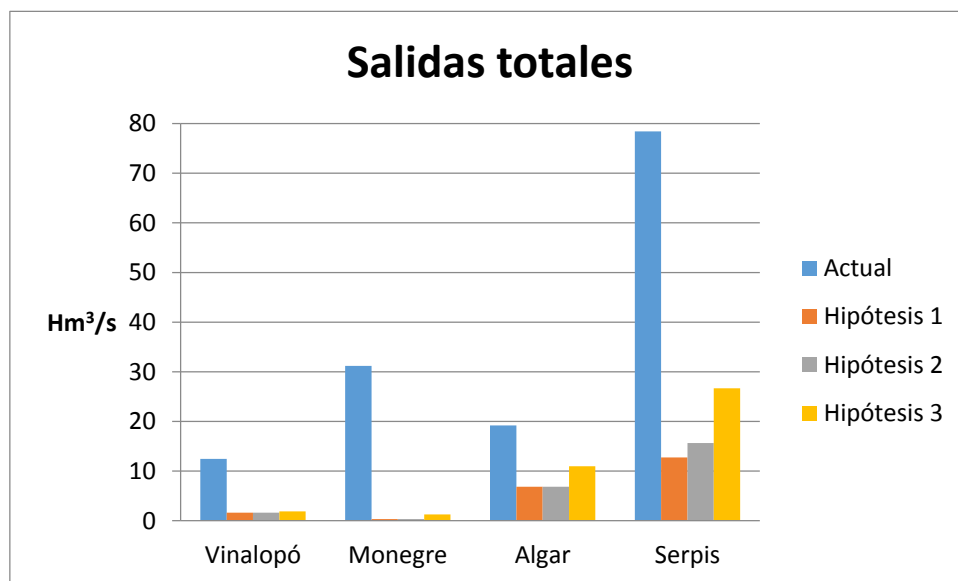


Gráfica 72. Restricciones ambientales Río Monnegre



Como parte final de este apartado, se ha realizado una gráfica resumen de todos los casos estudiados, en los que se muestra el sumatorio de restricciones ambientales que afectan a los distintos ríos. Como se puede comprobar hay una diferencia bastante grande entre las restricciones ambientales actuales y las obtenidas en este estudio.

La situación que más se asemeja a la realidad sea posiblemente la hipótesis 3 que es también la que menos diferencia de caudal tiene con respecto a las restricciones actuales.



Gráfica 73. Restricciones ambientales totales



11. CONCLUSIONES

El objetivo final de este estudio es la posible variación de recurso disponible en las masas de agua subterránea que integran la CHJ, con el fin de alcanzar en todos los tramos el caudal ecológico establecido. Este recurso disponible será igual al recurso renovable menos las distintas restricciones ambientales, por lo que el análisis llevado a cabo en este estudio podrá aumentar o disminuir el valor de éste.

Para fijar las restricciones ambientales de salidas a río, se ha escogido el valor más representativo dependiendo tanto del tramo del río como de la masa de agua subterránea. De las tres hipótesis que se han analizado se han seleccionado los valores más restrictivos, siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada zona.

A continuación, se muestra la tabla de masas de agua subterránea de la CHJ con sus variaciones en las restricciones ambientales, y por lo tanto con sus variaciones en el recurso disponible.



Masa de agua subterránea	Restricción ambiental			Recurso renovable zonal	Recurso disponible
	Salidas a humedal	Salidas al río	Salidas al mar		
Hoya de Alfambra	0,0	1,3		12,1	10,8
Javalambre Occidental	0,0	4,9		30,7	25,8
Javalambre Oriental	0,0	4,5		75,1	70,6
Mosqueruela	0,0	10,0		46,8	36,8
Puertos de Beceite	0,0	22,8		46,5	23,7
Plana de Cenia	0,0	0,7		57,3	56,6
Plana de Vinaroz	4,5	0,0	26,4	63,2	32,3
Maestrazgo Occidental	0,0	0,0		79,4	79,4
Maestrazgo Oriental	1,0	0,9	71,7	172,4	98,8
Plana de Oropesa-Torreblanca	4,8	0,0	12,5	40,6	23,3
Lucena-Alcora	0,0	34,1		75,4	41,3
Hoya de Teruel	0,0	9,8		33,4	23,6
Arquillo	0,0	0,1		13,2	13,1
Gea de Albarracín	0,0	0,0		6,3	6,3
Montes Universales	0,1	50,0		141,1	91,0
Triásico de Boniches	0,0	9,1		26,4	17,3
Júrasico de Uña	0,5	60,0		93,8	33,3
Cretácico de Cuenca Norte	0,6	27,2		88,9	61,1
Terciario de Alarcón	0,3	25,8		95,2	69,1
Cretácico de Cuenca Sur	0,0	0,0		24,5	24,5
Júrasico de Cardenete	0,0	0,0		13,5	13,5
Vallanca	0,0	25,0		30,3	5,3
Alpuente	0,0	12,8		50,4	37,6
Sierra del Toro	0,0	0,0		13,6	13,6
Jérica	0,0	14,5		30,3	15,8
Onda-Epadán	0,0	24,4		46,9	22,5
Plana de Castellón	0,6	11,6	38,3	131,5	81,0
Plana de Sagunto	3,0	0,0	8,3	30,1	18,8
Mancha Oriental	0,0	70,0		359,6	289,6
Medio Palancia	12,9	0,0		45,8	32,9
Lliria-Casinos	0,0	3,4		114,4	111,0
Las Serranías	0,0	6,0		76,2	70,2
Requena-Utiel	0,0	20,0		35,2	15,2
Mira	0,0	7,0		18,0	11,0
Hoces de Cabriel	0,0	15,0		48,6	33,6
Lezuza-El Jardín	0,4	14,0		32,8	18,4
Arco de Alcaráz	0,0	5,0		16,6	11,6
Alpera	0,0	0,0		14,1	14,1
Cabrillas-Malacara	0,0	4,9		15,2	10,3
Buñol-Cheste	0,0	0,0		122,4	122,4
Plana de Valencia Norte	15,2	0,0	23,5	126,0	87,3
Plana de Valencia Sur	30,5	9,0	27,4	245,8	178,9
La Contienda	0,0	0,0		6,2	6,2
Sierra del Ave	0,0	20,7		52,8	32,1
Caroch Norte	0,0	0,0		46,6	46,6
Almansa	0,0	0,0		11,8	11,8



Masa de agua subterránea	Restricción ambiental			Recurso renovable zonal	Recurso disponible
	Salidas a humedal	Salidas al río	Salidas al mar		
Caroch Sur	0,0	0,0		50,6	50,6
Hoya de Játiva	0,0	25,0		51,1	26,1
Sierra de las Agujas	0,0	6,6		58,4	51,8
Bárig	0,0	0,2		12,3	12,1
Plana de Jaraco	4,7	0,0	4,7	35,7	26,3
Plana de Gandía	0,0	0,0	12,2	25,5	13,3
Marchuquera-Falconera	2,5	0,0		22,2	19,7
Sierra de Ador	0,0	3,7		11,8	8,1
Valle de Albaida	0,0	25,0		50,8	25,8
Sierra Grossa	0,0	5,6		10,2	4,6
Sierra de la Oliva	0,0	0,0		2,5	2,5
Cuchillo-Moratilla	0,0	0,0		0,5	0,5
Rocín	0,0	0,0		2,0	2,0
Villena-Benejama	0,0	0,0		16,0	16,0
Volcadores-Albaida	0,0	5,0		8,9	3,9
Almirante Mustalla	3,0	3,9		28,9	22,0
Oliva-Pego	3,3	0,0	0,7	20,2	16,2
Ondara-Denia	0,0	2,2	1,1	23,9	20,6
Montgó	0,0	0,0	1,2	2,2	1,0
Peñón-Bernia	0,0	9,0		16,3	7,3
Alfaro-Segaria	1,2	2,8		15,5	11,5
Mediodía	0,0	3,4		10,3	6,9
Muro de Alcoy	0,0	0,0		5,2	5,2
Salt San Cristóbal	0,0	0,0		6,3	6,3
Sierra Mariola	0,0	0,6		6,4	5,8
Sierra Lácerca	0,0	0,0		0,1	0,1
Sierra del Castellar	0,0	0,0		3,7	3,7
Peñarrubia	0,0	0,0		1,4	1,4
Hoya de Castalla	0,0	0,3		6,8	6,5
Barrancones-Carrasqueta	0,0	7,9		21,3	13,4
Sierra Aitana	0,0	0,0		24,3	24,3
Serrella-Aixorta-Algar	0,0	11,0		25,6	14,6
Depresión de Benisa	0,0	1,1	16,5	35,4	17,8
Jávea	0,0	0,0	1,5	3,2	1,7
Sierra de Salinas	0,0	0,0		1,5	1,5
Argüeña-Maigmo	0,0	0,0		3,2	3,2
Orcheta	0,0	0,0		8,9	8,9
San Juan-Benidorm	0,0	2,6	2,6	13,1	7,9
Agost-Monnegre	0,0	0,0		6,8	6,8
Sierra de Cid	0,0	0,0		2,8	2,8
Sierra del Reclot	0,0	0,0		2,1	2,1
Sierra de Argallet	0,0	0,0		0,8	0,8
Sierra de Crevillente	0,0	0,0		2,4	2,4
Bajo Vinalopó	3,0	0,0	10,4	30,7	17,3



La conclusión final que podemos obtener de este estudio es fácil de apreciar en la tabla anterior, si se distribuyen las aportaciones que las masas de agua subterránea deben realizar a los ríos para cumplir con sus caudales ecológicos se puede conseguir un mayor aprovechamiento del agua que almacenan estas masas de agua.



12. REFERENCIAS

- **CHJ:** Confederación Hidrográfica del Júcar
- **IGME:** Instituto Geológico y Minero de España
- **PHN:** Plan Hidrológico Nacional
- **PHJ:** Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Júcar



13. BIBLIOGRAFÍA

- Sistema de Información del Agua (SIA Júcar).
- Memoria Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.
- Anejo 2: Inventario de recursos hídricos del Plan Hidrológico de cuenca 2009-2015.
- Anejo 5: Regímenes de caudales ecológicos del Plan Hidrológico de cuenca 2009-2015.
- Anejo 6: Sistemas de explotación y balances del Plan Hidrológico de cuenca 2009-2015.
- Anejo 8: Objetivos medioambientales y exenciones del Plan Hidrológico de cuenca 2009-2015.