

EL EMBALSE DE MEQUINENZA: SU APORTACIÓN AL DELTA DEL EBRO Y SU POTENCIALIDAD PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO

Miguel-Ángel ALMAZÁN-GÓMEZ¹

Julio SÁNCHEZ-CHÓLIZ

Resumen

El presente trabajo se centra en evaluar la disponibilidad de agua del tramo bajo de la cuenca del Ebro, especialmente en el embalse de Mequinenza. Para ello se han analizado los usos de agua en la región y se ha construido un modelo hidrológico simple que optimiza el cumplimiento de los requerimientos mensuales del delta en relación con los caudales mínimos medioambientales. Partiendo de datos hidrológicos publicados por la Confederación Hidrológica del Ebro y de datos económicos de la zona se ha calibrado el modelo y se han descrito algunos aspectos relevantes de la estructura económica de la zona, asumiendo, por simplicidad, que la regulación puede recaer en tres embalses: Mequinenza, Ribarroja y Rialb. En el modelo hídrico se simulan diversos escenarios, obteniéndose resultados que pueden ser sugerentes de cara a la elaboración de futuras propuestas de gestión del agua en ese tramo del río.

Palabras clave: Modelo hídrico, Cuenca del Ebro, caudales ecológicos, cooperación de agentes, desarrollo sostenible

Abstract

This work focuses on assessing the availability of water in the last stretch of the Ebro basin, especially in the Mequinenza reservoir, using a simple hydrological model that analyses the uses of water in this area, also optimizing the fulfilling of the delta monthly requirements related to environmental flows. Economic data have been calculated for describing relevant aspect for this region economy, and the theoretical model is calibrated for the hydrological data from basin authority, whose key control variables are the water levels of these reservoirs: Mequinenza, Ribarroja and Rialb. These data also help to describe some relevant aspects of the economic structure of the area. With the hydrologic model various scenarios are simulated, obtaining relevant results for facing the future development of water management proposals.

Keywords: Hydrological model, Ebro basin, environmental flows, agent cooperation, sustainable development

JEL classification code : Q25, Q28, Q54

1. Introducción

El agua dulce es un recurso natural escaso e indispensable para la vida; resulta irremplazable, irregular en su forma de presentarse en el tiempo y en el espacio, y susceptible de usos sucesivos. Características estas que convierten al agua, en contexto de escasez, en un recurso renovable que con alta probabilidad puede llevar a un conflicto grave (Homer-Dixon, 1994; Wolf, 1998). Este bien, que se describía como comunal de fácil acceso (Robbins, 1932), se ha convertido con los años en un

¹ Autor para correspondencia. Miguel Angel Almazan, Facultad de Economía y Empresa. Departamento de Análisis Económico, Universidad de Zaragoza (Spain) Email: malmazan@unizar.es.

Agradecimientos: Agradezco las financiaciones parciales recibidas de los proyectos ECO2013-41353-P del Ministerio español de Economía y Competitividad, del grupo consolidado S10 financiado por el Gobierno de Aragón y el Fondo Social Europeo en los años 2014 y 2015, de un proyecto OTRI-Iberus 2015 y de la beca FPU14/01694.

bien público regulado (Miles et al, 2003), pues se ha incrementado el control dada su importancia y la intensificación de su uso. Más aún, la disponibilidad de este recurso, input imprescindible para todos los sectores económicos, se está viendo afectada por distintas variables climáticas y sociales, obligando así a plantear soluciones que garanticen la sostenibilidad del sistema (MMA, 2005). Es más, el cambio climático y la seguridad alimentaria representan amenazas y retos para el desarrollo. De hecho, se estima que el impacto del cambio climático sobre la disponibilidad y calidad de los recursos hídricos, la producción agraria y la productividad de la tierra pueden llevarnos a reducciones de hasta el 20% del PIB en 2100 (Stern, 2006).

Es por ello que Europa ha dado un paso con el objeto de hacer del agua, y sus cauces, un recurso sostenible que pueda atender la creciente demanda en cantidad y calidad. Así, en su Directiva Marco Europea del Agua (Directiva 2000/60/CE), en adelante DMA, establece la necesidad de asegurar los caudales ecológicos de los ríos como condición ineludible para toda planificación hidrológica. Por lo tanto, la DMA representa, desde el momento de su entrada en vigor, una restricción importante a las cuencas que no estuvieran ya aplicando medidas en este sentido y la obligatoriedad de tener en cuenta las aportaciones necesarias para garantizar los caudales ecológicos. Motivos por los que se hace interesante evaluar la disponibilidad de agua en los cauces y estudiar la manera de hacer frente a una posible reducción de la disponibilidad de este recurso.

En lo que a la España peninsular se refiere, la gestión fluvial descansa en los órganos gestores de las quince cuencas existentes. Estos órganos son entidades de derecho público constituidas sobre la base física de la cuenca correspondiente y no sobre la estructura política de las regiones autónomas. Las funciones de dichos órganos son la gestión de los recursos del dominio público hidráulico en razón de la cuenca en donde se encuentren, la concesión de derechos de explotación de los recursos acuíferos, la construcción y planeamiento de infraestructuras hidráulicas y la gestión medioambiental de su zona, con especial atención a la preservación de los recursos y a la calidad del agua.

Por su parte, la cuenca del Ebro cuenta con un total de 85.569 Km² en los que participan seis comunidades autónomas: Cantabria, Euskadi, Navarra, La Rioja, Aragón y Cataluña. A nivel europeo esta cuenca está considerada como NUT-1 y según el padrón municipal de 2013 y la Confederación Hidrográfica del Ebro, en adelante CHE, abastece a 3.226.921 habitantes en un total de 1.724 municipios. Datos estos que convierten a la cuenca hidrográfica del Ebro en una de las más importantes de España. La agricultura es el mayor demandante de agua para uso consuntivo en el Valle del Ebro, el regadío en el Valle implica, según estimaciones de la CHE, una demanda de agua de 7.370 hm³/año; siendo otros datos representativos de la cuenca sus elevados niveles de evaporación y evapotranspiración, a lo que debemos sumar la escasez e irregularidad en las precipitaciones (Creus y Ferraz, 1995).

Los elevados volúmenes de la demanda agraria, la demanda para usos hidroeléctricos, así como los requerimientos medioambientales (caudales ecológicos) están generando una fuerte presión sobre este recurso en esta cuenca. Más aún, las previsiones climáticas (MMA, 2005), así como las tendencias en las series analizadas (Sánchez-Chóliz y Sarasa, 2015), apuntan hacia una intensificación de los problemas de oferta del recurso. Es más, en la planificación de la cuenca del Ebro, uno de los temas más sensibles son los caudales ecológicos. Éstos han sido fijados por el actual

Almazan, M.A.; Sanchez-Choliz, J. *El embalse de Mequinenza: aportación al delta del Ebro y desarrollo económico* plan hidrológico (CHE, 2014) pero han sido cuestionados por L'Agència Catalana de l'Aigua, en adelante ACA, quien ha realizado propuestas de caudales ecológicos alternativos (ACA, 2007). En este contexto, estudiar diversas alternativas de gestión y reparto, especialmente incorporando a los propios usuarios resulta interesante y necesario social y políticamente (Ostrom, 1990).

Habiendo visto lo anterior, nos disponemos a evaluar la disponibilidad de agua y las posibilidades de afrontar caudales ecológicos mayores proponiendo alternativas de gestión. Esto lo haremos para el tramo comprendido desde la cabecera del embalse de Mequinenza hasta el delta. Nuestro principal interés es el embalse de Mequinenza y el papel que éste puede jugar de cara al desarrollo de la región. Para ello hemos construido un modelo hídrico que toma en cuenta las mediciones reales de 600 meses de las estaciones de aforo proporcionadas por el ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente (MAGRAMA) a través del anuario de aforos, <http://sig.magrama.es/aforos/>, años 1964-2014. Esto nos ha permitido conocer la relación entre las entradas de agua que se producen en el tramo, y las salidas (mediciones en Tortosa). Habiendo conocido esta relación, el modelo hídrico que hemos planteado busca, mediante la optimización condicionada, minimizar el número de meses en los que los caudales medioambientales fijados no se cumplen. Las variables de control son el nivel, y por tanto el agua disponible, de los embalses de Mequinenza, Ribarroja y Rialb, pues son existentes en el tramo bajo con posibilidades reales de intervención. El modelo, a su vez, muestra, mes a mes, el esfuerzo hídrico que debería asumir cada embalse en cada alternativa, representando este esfuerzo por su nivel o cota.

A día de hoy el embalse de Mequinenza es el único encargado de la gestión. Habiendo visto esto y teniendo en cuenta que Mequinenza y Ribarroja son embalses colindantes, se ha caracterizado la economía de los entornos de Mequinenza y Ribarroja. Esto servirá para identificar algunos de los costes asociados a la gestión y los posibles beneficios de reducir la presión actual sobre el embalse de Mequinenza. Y es que, además de costes financieros, las oscilaciones en los niveles a las que se está exponiendo este embalse tienen efectos medioambientales y sobre las potencialidades de crecimiento muy negativos (Nichols y Dyer, 2013). De hecho, las oscilaciones en los niveles se transforman en alejamientos de la línea de agua semejantes a una playa cuando baja la marea. En estas condiciones, la línea de agua puede desplazarse más de un kilómetro, dejando en este espacio lodazales y balsas de agua estancada que convierten a las orillas en espacios poco agradables para segundas residencias o para el ocio, incluso generando en ocasiones condiciones poco salubres (bancos de mosquitos, ...). Además, todo ello supone un grave deterioro del hábitat para las especies que allí cohabitan. Estos costes de oportunidad y estos impactos medio ambientales no deberían ser olvidados y serán, sin duda, fundamento y guía del trabajo a hacer, que no es sino una primera aproximación en esta línea.

Estructura económica y agua en la cabecera del bajo Ebro

Actualmente, el peso de la gestión hídrica del bajo Ebro está recayendo sobre el embalse de Mequinenza, es por ello que en este punto nos disponemos a mostrar, con el foco puesto en el agua, algunos de los datos económicos más significativos del área que rodea a este embalse, así como del entorno del embalse de Ribarroja, que por su proximidad, nos servirá como contrapunto.

En este sentido hemos buscado aportar datos cuantitativos para los sectores y actividades más relacionados con el agua, como son la agricultura de regadío, la producción eléctrica y los servicios de ocio y turismo. De estas actividades hemos obtenido estimaciones de sus ingresos, del valor añadido, de la productividad aparente del agua y del consumo que de ésta hacen. Este último dato muestra la viabilidad y la competitividad de las demandas. Para aportar simplicidad y claridad, en los siguientes puntos de este apartado nos apoyaremos en tablas resumen que sintetizan la información más relevante para cada uno de los sectores.

Agricultura de regadío

Para la agricultura de regadío en la zona de estudio, asumimos que en su totalidad se realiza mediante toma directa de los embalses, implicando mermas en la disponibilidad del agua superficial y de las reservas del embalse, ya que es residual la superficie regada con aguas subterráneas. Por este motivo sólo se han tenido en cuenta las superficies con autorización y acceso al agua de los embalses. La tabla 1 muestra el resumen de los resultados hallados para la agricultura de regadío.

Se presentan estimaciones para tres conjuntos de regadío: Los ya existentes y que se abastecen del embalse de Mequinenza (primera columna), los correspondientes al Plan Estratégico del Bajo Ebro Aragonés (PEBEA), proyectados pero aún no ejecutados que tomarán el agua del embalse de Mequinenza (segunda columna), y por último, los regadíos que toman el agua del embalse de Ribarroja (cuarta columna). La tercera columna representa la estimación de las cifras totales que se derivarían de la total implantación del plan PEBEA.

Para las estimaciones hemos tenido en cuenta productividad por hectárea y consumos hídricos diferentes para cada cultivo que han sido tomados de (Martínez Cob et al, 1998), así como el número de hectáreas dedicadas a cada cultivo y los precios de los últimos cinco años. Las eficiencias en los sistemas de regadío se han supuesto distintas según el método de riego que nos llevan, de acuerdo con los datos disponibles a unos niveles medios muy próximos al 70%.

En la tabla 1 podemos ver que el regadío asociado a estos dos embalses está suponiendo una retirada de la cuenca de 266 hectómetros cúbicos anuales. Aunque, como podemos ver en la segunda y tercera columnas, las retiradas del embalse de Mequinenza aumentarán hasta un total de 343 hm³ a medida que se vayan realizando las concesiones previstas en el PEBEA. En total, el agua comprometida con el regadío entre los dos embalses sumaría con el tiempo los 480 hm³ de mantenerse las

Tabla 1: Datos básicos sobre el regadío

	PEBEA	PEBEA	Total PEBEA*	Ribarroja
Hectáreas totales	19.667	30.333	50.000	17.275
hm³ totales	136	207,46	343,46	130,18
m³ por ha	6.915	6.839	6.869	7.536
Ingreso total agregado	78.283.646 €	120.737.581 €	199.021.227 €	85.774.468 €
ingreso medio por ha	3.980 €	3.980 €	3.980 €	4.965 €
Ingreso por hm³	575.615 €	581.980 €	579.460 €	658.910 €
VAB total agregado	45.013.097 €	69.424.109 €	114.437.205 €	49.320.319 €
VAB por ha	2.289 €	2.289 €	2.289 €	2.855 €
VAB por hm³	330.979 €	334.639 €	333.189 €	378.873 €

* Para la estimación de las hectáreas pendientes del PEBEA se ha mantenido el VAB por ha.

El Valor Añadido por hectárea de regadío oscila entre 2.000 € y 3.000 € siendo superior en las abastecidas desde Ribarroja; los cálculos también nos han llevado a observar una productividad aparente del agua mayor en Ribarroja que en Mequinenza, dando lugar a 379.000 € y 330.000 € por hm^3 respectivamente. Por todo esto, en base a las estimaciones puntuales, las hectáreas abastecidas desde Ribarroja son un 25% más rentables que las abastecidas desde Mequinenza, siendo también la productividad aparente del agua mayor, un 15%, en Ribarroja.

Producción hidroeléctrica

Dada la complejidad que entraña el estudio del sector hidroeléctrico y la obtención de datos de producción y valor añadido a nivel de central, hemos realizado nuestras valoraciones en base a la altura del salto, la potencia instalada, estimaciones propias sobre el volumen turbinado y los precios de la electricidad.

Las tablas 2 y 3 muestran las estimaciones de producción, precios e ingresos respectivamente. Estas cifras deben verse como aproximaciones a los valores medios anuales y no como cifras concretas de un año dado. Estas estimaciones asumen como premisa que las centrales hidroeléctricas tienen una actividad aproximada, a plena potencia, del 20%, pues éste es el nivel de actividad característico del Valle del Ebro en centrales hidroeléctricas de régimen ordinario. No obstante, la central de Ribarroja parece superar claramente ese nivel disponiendo de agua para ello, mientras que Mequinenza está algo por debajo de él. Esto supone que trabajan el equivalente a 1.700 horas al año a plena potencia, aunque realmente turbinan más tiempo pero a potencia no máxima.

En la tabla 2 vemos que las centrales más significativas por potencia son las de Mequinenza y Ribarroja, representando la de Flix menos de un quinto de las otras. Apreciamos también que los usos hidroeléctricos en Mequinenza, en relación con las entradas, son los más elevados, pues están por encima del 76% de éstas, lo que pone de manifiesto que está probablemente en los límites de su disponibilidad. En consecuencia, todos los usos a partir de Mequinenza son competitivos con los usos hidroeléctricos, aunque sean volumétricamente mucho menores.

Por el contrario, el porcentaje de uso sobre entradas en Ribarroja es menor, lo que indicaría que la central de este embalse tiene margen para mayores turbinaciones. Esto se confirmaría con la producción real, que está bastante por encima de la producción teórica. Por tanto, no existe rivalidad con otros usos que tomen el agua de Ribarroja, y tampoco la competencia con los regadíos que toman el agua de Mequinenza es relevante, la ampliación del PEBEA supondría una reducción de unos 207 hm^3 en sus entradas, lo que haría simplemente que los usos hidroeléctricos en Ribarroja sobre entradas pasaran del 60% al 62 %.

Lo mismo puede decirse del embalse de Flix; su disponibilidad de agua es tan elevada, que no hay problemas de competencia con otros usos. Más aún, podría ser razonable que se incrementara en el futuro la potencia instalada en las centrales del embalse. Si no se ha hecho todavía, probablemente se deba a la actual estructura de producción y distribución de la energía eléctrica en España y también, sin duda, a la actual coyuntura del sector; hechos que han llevado a que exista ahora en España un exceso de potencia de generación instalada.

Tabla 2: Estimaciones teóricas de producciones y usos teóricos de la producción eléctrica

	Nivel del salto (metros)	Potencia instalada (Kw)	Volumen teórico turbinado (hm ³)*	turbinación sobre entradas (%)	Producción en el 20% del tiempo (Gw-h)	Estimación de la producción real (Gw-h)
Mequinenza	55	324.000	4.796	76%	568,04	536,52
Ribarroja	34	262.800	5.680	60%	460,74	523,75
Flix con 75 m³/s	12	42.500	473	3,57%	15,46	11,60
Flix con 400m³/s	12	42.500	2.525	19,02 %	82,47	61,85

* La vía de estimación utilizada puede llevar a infravalorar el volumen turbinado

Tabla 3: Precios e ingresos (en €) por hm³ en las centrales de los distintos embalses

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	
Precio mínimo	0,00	0,00	0,00	2,98	12,00	7,00	23,58	32,00	35,10	10,00	5,99	2,30		
Precio máximo	96,30	110,00	113,92	50,00	72,90	69,99	64,02	65,03	76,96	99,77	90,00	72,69		
Precio medio aritmético	33,62	17,12	26,67	26,44	42,41	50,95	48,21	49,91	58,89	55,11	46,80	47,47		
Precio mixto	54,51	48,08	55,75	34,29	52,57	57,30	53,48	54,95	64,91	70,00	61,20	55,88		
% prod mensual	6,96	11,89	10,77	10,20	13,60	9,59	11,22	7,08	4,49	3,58	5,80	4,82	100,00	
Mequinenza	Ingreso mensual medio	252,34	219,35	309,63	290,76	621,72	526,83	582,98	381,05	285,13	212,91	292,57	246,42	4.221,70
	Ingreso mensual mixto	409,15	616,03	647,28	377,12	770,71	592,46	646,71	419,53	314,29	270,42	382,59	290,06	5.736,37
	VA mensual medio	125,33	108,95	153,79	144,42	308,80	261,67	289,56	189,26	141,62	105,75	145,32	122,40	2.096,87
	VA mensual mixto	203,22	305,98	321,49	187,31	382,80	294,27	321,21	208,38	156,11	134,32	190,03	144,07	2.849,18
Ribarroja	Ingreso mensual medio	155,99	135,60	191,41	179,74	384,34	325,68	360,39	235,56	176,26	131,62	180,86	152,33	2.609,78
	Ingreso mensual mixto	252,93	380,82	400,14	233,13	476,44	366,25	399,78	259,35	194,29	167,17	236,51	179,31	3.546,12
	VA mensual medio	77,48	67,35	95,07	89,28	190,89	161,76	179,00	117,00	87,55	65,37	89,83	75,66	1.296,24
	VA mensual mixto	125,63	189,15	198,74	115,79	236,64	181,91	198,57	128,81	96,50	83,03	117,47	89,06	1.761,31
Flix	Ingreso mensual medio	55,06	47,86	67,56	63,44	135,65	114,95	127,20	83,14	62,21	46,45	63,83	53,77	921,10
	Ingreso mensual mixto	89,27	134,41	141,22	82,28	168,16	129,26	141,10	91,53	68,57	59,00	83,47	63,29	1.251,57
	VA mensual medio	27,35	23,77	33,55	31,51	67,37	57,09	63,18	41,29	30,90	23,07	31,71	26,70	457,50
	VA mensual mixto	44,34	66,76	70,14	40,87	83,52	64,20	70,08	45,46	34,06	29,36	41,46	31,43	621,64

La tabla 3 recoge una tentativa de estimar rendimientos por hm³ turbinado a partir de los escasos datos disponibles a los que hemos tenido acceso. Se usan dos precios para los cálculos, el medio mensual obtenido en el mercado diario y lo que hemos denominado precio mixto, que es un precio ponderado del medio y del máximo, con ponderaciones de 2/3 del medio y 1/3 del máximo. Se recurre a éste para captar en

Almazan, M.A.; Sanchez-Choliz, J. *El embalse de Mequinenza: aportación al delta del Ebro y desarrollo económico* alguna forma el hecho de que las centrales hidroeléctricas entran en funcionamiento o incrementan su actividad en muchas ocasiones para cubrir horas de alta demanda, en las cuales el precio de la energía es más elevado. La obtención del valor añadido se hace a partir del coeficiente de valor añadido bruto a precios básicos sobre producción del sector “Energía eléctrica” de la tabla simétrica de Aragón 2005, Pérez y Parra (2009). Observamos en la tabla 3, las diferentes rentabilidades según el embalse. Los valores añadidos a precio mixto son 2.849 €, 1.761 € y 622 € diferencias debidas principalmente a la altura del salto. La alta rentabilidad de Mequinenza, frente al resto, hace que la sustitución de turbinación en Mequinenza por la de las otras centrales requiera más volumen de agua turbinada; cada hm³ turbinado en Mequinenza requiere aproximadamente 1,5 en Ribarroja y más de 4 en Flix. Se ha de subrayar, además, que las productividades aparentes son mucho menores que las obtenidas con el regadío (tabla 1). La productividad aparente del agua para usos de regadío es 116 veces mayor que la de usos hidroeléctricos en Mequinenza y 215 veces en Ribarroja. Esto hace que, aunque en su valoración deban tenerse en cuenta otros factores, no se deban excluir por no eficientes los usos de agua para regadío.

Turismo

El turismo en las poblaciones que rodean los embalses de Mequinenza y Ribarroja está fuertemente asociado a éstos, dependiendo por tanto de las condiciones de los embalses: instalaciones, nivel de agua, autorizaciones, etc. De esta manera tenemos que, en la zona, oferta hotelera y campings se orientan principalmente hacia la pesca. En la tabla 4 hemos recogido los datos de establecimientos y plazas de alojamiento desglosados por tipo de alojamiento y embalse. Como se ha mencionado previamente, el embalse de Mequinenza y el de Ribarroja son adyacentes, lo que facilita la comparación. Sin embargo, las diferencias propias radican en el tamaño; mientras Mequinenza es capaz de albergar 1.530 Hm³ y cuenta con más de 100 Km de longitud, la capacidad de Ribarroja es de tan sólo 210 Hm³ contando con unos 30 Km de longitud. Por lo tanto, el hecho de que, el embalse de Mequinenza disponga de menos establecimientos y menos plazas de alojamiento, está revelando condiciones de infradesarrollo relativo. Siendo buena parte de ello debida al papel subsidiario que se le ha atribuido hasta ahora a Mequinenza, pues los niveles pueden variar en Mequinenza hasta 20 metros pero son prácticamente constantes en Ribarroja. Ello explica el bajo desarrollo de urbanizaciones y zonas de turismo (Andrades, 2010) en el embalse de Mequinenza en favor de Ribarroja.

Nótese que en la tabla 4 el municipio de Mequinenza se asocia con el embalse de Ribarroja, y es que la actividad turística de este municipio, puesta de manifiesto por el emplazamiento de sus alojamientos y la ubicación de su núcleo urbano, no recae sobre el embalse homónimo, sino sobre el de Ribarroja. De esta manera, el embalse de Mequinenza se explota turísticamente desde Caspe, donde se ubica el único camping asociado a este embalse, y Escatrón.

Con el objetivo de estimar el valor añadido del sector hemos observado los emplazamientos, a día de hoy activos, junto con los datos de ingresos y empleo disponibles. El resumen de estos datos puede verse en la tabla A1 del Apéndice.

La tabla 5 presenta las estimaciones de empleo, producción y valor añadido del sector turístico. Estas estimaciones se han realizado en base a los datos publicados en los institutos estadísticos autonómicos y el ratio VAB / Producción (55%) de las tablas I-O de Aragón 2005 (Pérez y Parra, 2009).

Tabla 4: Establecimientos y plazas de alojamiento en la zona

Municipio		Hoteles, Hostales y similares		Campings		Turismo Rural y Apartamentos	
		Establecimientos	Plazas	Establecimientos	Plazas	Establecimientos	Plazas
Embalse de Mequinenza	Caspe	8	191	1	608	5	47
	Chiprana	0	0	0	0	3	23
	Escatrón	3	50	0	0	0	0
	Total EM	11	241	1	608	8	70
Embalse de Ribarroja	Mequinenza	4	88	2	228	5	47
	Almatret	0	0	0	0	1	4
	Batea	1	27	0	0	1	9
	Fayon	1	17	2	364	0	0
	La fatarella	3	30	0	0	0	0
	La Granja de Scarp	0	0	0	0	0	0
	La pobla de Massaluca	0	0	1	123	2	22
	Ribarroja	1	42	1	195	0	0
	Serós	0	0	0	0	0	0
	Villalba dels arcs	1	20	0	0	1	15
	Torrente del Cinca	0	0	0	0	0	0
Total ER	11	224	6	910	10	97	
Total	24	574	7	1.518	18	167	

Elaboración propia a partir de datos del IAEST e IDESCAT

Tabla 5: La actividad turística de la zona

Empleados en servicios de alojamiento		Producción estimada	VAB estimado
Embalse de Mequinenza	Caspe	23	1.945.846 €
	Escatrón	2	169.204 €
	Total EM*	25	2.115.050 €
Embalse de Ribarroja	Mequinenza	4	338.408 €
	Almatret	0	29.494 €
	Batea	3	284.076 €
	Fayon	1	82.274 €
	La fatallera	2	176.966 €
	La Granja de Scarp	1	80.721 €
	La pobla de Massaluca	1	45.018 €
	Ribarroja	2	162.995 €
	Serós	4	315.123 €
	Villalba dels arcs	1	91.587 €
	Torrente del Cinca	1	84.602 €
Total ER	20	1.691.264 €	
Total EM + ER	45	3.806.314 €	

*En esta tabla se han omitido los 20 empleados en "servicios de alojamiento de Sástago ya que están ligados en gran medida al monasterio de Rueda y no así al embalse

Caracterización del empleo:

La Tabla 6 nos muestra a nivel municipal la proporción de trabajadores empleados en cada sector. Como puede verse, tanto a nivel municipal como en el agregado, la agricultura representa alrededor del 40% del empleo, lo que supone un sesgo significativo respecto de la media aragonesa (7%) o Nacional (5,3%). Por su parte, la construcción en las poblaciones asociadas al embalse de Ribarroja (casi un 10%) llega a representar el doble que en las asociadas al de Mequinenza, hecho que afianza

Almazan, M.A.; Sanchez-Choliz, J. *El embalse de Mequinenza: aportación al delta del Ebro y desarrollo económico* que la demanda de segundas residencias o la de construcción de instalaciones deportivas o turísticas es menor en Mequinenza que en Ribarroja, a pesar de la diferencia de tamaño de estos embalses. Puede verse

también en la tabla que el sesgo que se hace patente hacia el sector primario proviene en gran medida de la debilidad del sector servicios. Pues éste tiene un peso inusualmente bajo, poniendo de manifiesto que esta zona es tradicionalmente agrícola y tiene una gran dependencia de este sector. Por este motivo pensamos que el agua de los embalses debiera estar mucho más comprometida con los usos agrarios, rompiendo así con la situación actual en la que los únicos objetivos son predominantemente la producción hidroeléctrica y la regulación fluvial.

En este primer análisis hemos podido comprobar que el entorno del embalse de Mequinenza está pagando con costes de oportunidad y también financieros el hecho de que la regulación fluvial recaiga en exclusiva sobre él. Tenemos como contrapunto el embalse de Ribarroja, que tiene niveles prácticamente constantes y cuyo entorno, dada la proximidad, es muy semejante. Su comparación nos ha revelado que la constancia en el nivel de los embalses puede favorecer el desarrollo; o contrariamente, como la elevada varianza en los mismos, al generar incertidumbre en costes o incluso en la disponibilidad, lastra el crecimiento.

Tabla 6: Afiliados a la seguridad social por ramas de actividad (media anual)

Municipio		Agricultura	Industria	Construcción	Servicios	Total
Embalse de Mequinenza	Caspe	1.218 33,21%	270 7,36%	188 5,13%	1.992 54,31%	3.668
	Chiprana	228 78,89%	8 2,77%	5 1,73%	48 16,61%	289
	Escatrón	322 61,69%	53 10,15%	23 4,41%	124 23,75%	522
	Mequinenza	153 18,82%	331 40,71%	31 3,81%	298 36,65%	813
	Total EM	1.921 36,30%	662 12,51%	247 4,67%	2.462 46,52%	5.292
Embalse de Ribarroja	Almatret	30 49,18%	5 8,20%	7 11,48%	19 31,15%	61
	Batea	270 44,55%	100 16,50%	53 8,75%	183 30,20%	606
	Fayón	23 15,44%	55 36,91%	18 12,08%	53 35,57%	149
	La Fatallera	72 29,51%	24 9,84%	34 13,93%	114 46,72%	244
	La Granja d'	85 54,49%	6 3,85%	13 8,33%	52 33,33%	156
	La pobla de	41 46,59%	2 2,27%	16 18,18%	29 32,95%	88
	Ribarroja	9 6,34%	3 2,11%	25 17,61%	105 73,94%	142
	Serós	214 42,71%	42 8,38%	42 8,38%	203 40,52%	501

lizados en gran medida al monasterio de Rueda y no así al embalse

Modelo hídrico

Dado nuestro interés de asociar el análisis de Mequinenza con las garantías medio ambientales del delta, veamos en primer lugar de forma breve algunas de las propuestas hechas hasta ahora para el delta. En la Tabla 7 hemos recopilado las propuestas hechas por la CHE (2014) y por la ACA (2007)². La propuesta de la ACA se divide a su vez en tres diferentes, según el año sea seco, medio o húmedo.

¹ Recientemente la ACA se ha adherido a la propuesta de caudales ecológicos realizada por la Comisión por la Sostenibilidad de las Tierras del Ebro (CSTE, 2015). Esta propuesta realiza requerimientos ligeramente menores, pero los cambios realizados no cambian las conclusiones que se han obtenido. Los caudales propuestos pueden verse en la tabla A2 del apéndice.

Como puede verse, los requerimientos para cada mes son distintos en las propuestas, implicando a su vez que el agua anual comprometida con el cumplimiento de los caudales medioambientales sea muy distinta. Para años secos, la ACA pide que pasen por Tortosa, último punto de control previo al delta, más del doble de los caudales a fecha de hoy comprometidos. A la vista de los totales anuales, en nuestra opinión, únicamente son viables las propuestas del Plan Hidrológico para el Ebro, que denominaremos a partir de ahora PPHE, y la de los años secos realizada por la ACA (2007), que llamaremos PACA.

Una razón para excluir de nuestros criterios de gestión la existencia de diferencias según el tipo de año que plantea ACA (2007) es la dificultad de determinar *ex ante* el tipo de año. Otra razón es en base a los flujos totales anuales, pues en los últimos 30 años éstos sólo han superado los requerimientos en 18, 12 o 5 ocasiones, según éstos sean para años secos, medios o húmedos. En lo que respecta a los mínimos propuestos por la CHE, se puede comprobar que se han superado siempre en los últimos 30 años.

Tabla 7: Propuestas de caudales medioambientales para Tortosa

Propuesta para Tortosa de CHE (2014)														
	oct	nov	dic	Ene	Feb	mar	abr	may	Jun	Jul	ago	sep	Media	Total
Caudal m ³ /s	50	50	91	95	150	150	91	91	51	50	50	50	95,55	
Aportación hm ³	216,27	207,26	261,72	256,65	269,26	401,26	225,87	245,72	209,95	216,27	216,27	207,26		2.016,60
Propuesta ACA (2007) para años secos														
Caudal m ³ /s	57	125	245	285	327	276	226	296	252	167	116	102	227,05	
Aportación hm ³	223,02	249,92	666,24	762,24	1.052,20	729,24	870,91	1.060,65	652,15	467,29	310,69	266,95		7.166,65
Propuesta ACA (2007) para años medios														
Caudal m ³ /s	119	202	259	285	426	260	425	500	242	195	150	125	300,97	
Aportación hm ³	218,72	522,95	961,55	1.029,22	1.072,61	956,22	1.109,25	1.229,20	326,65	230,22	401,76	249,92		9.697,95
Propuesta ACA (2007) para años húmedos														
Caudal m ³ /s	207	217	469	465	511	526	569	622	452	256	187	210	397,65	
Aportación hm ³	856,42	821,66	1.202,60	1.252,69	1.255,29	1.408,56	1.474,95	1.662,64	1.176,15	680,22	500,56	546,22		12.542,47

Fuente: Elaboración propia a partir de CHE (2014)

Para avanzar en el análisis bajo este marco general, hemos construido un modelo hidrológico sencillo basado en los flujos y caudales del tramo bajo del Ebro. Este modelo se ha creado a partir de un escenario base o escenario cero, que identificamos como “sin regulación”. Para desarrollar este escenario hemos buscado la relación entre las entradas en el tramo (El agua que entra en Mequinenza vía Ebro y el agua que entra en Ribarroja vía Cinca y Segre) y el agua que al final llega a Tortosa. Para ello, se han tenido en cuenta las mediciones mensuales de las estaciones de aforo del tramo bajo del Ebro, en el periodo 1964-2014. Sin embargo, para ganar en realismo, para algunas de las conclusiones se han utilizado los resultados relativos a los últimos veinte años.

El modelo, que tiene como principal ventaja su sencillez y facilidad en la interpretación, permite simular restricciones adicionales a las que suponen los caudales ecológicos, pues, se pueden simular reducciones porcentuales en las disponibilidades actuales de agua, en línea con la tendencia decreciente de los aforos en Tortosa (Sánchez-Chóliz y Sarasa, 2015) que pudieran estar provocadas por incrementos en los usos aguas arriba, por el cambio climático (MMA, 2005), revegetación en cabecera (Bielsa et al, 2011), etc. De igual manera, el modelo permite evaluar el cumplimiento de los caudales ecológicos incrementando éstos de

Almazan, M.A.; Sanchez-Choliz, J. *El embalse de Mequinenza: aportación al delta del Ebro y desarrollo económico* manera proporcional en cualquiera de las vías (CHE y ACA), devolviendo como resultado el número de fallos total y el nivel de cada embalse en cada uno de los 600 meses simulados. Esta versatilidad hace que el modelo resulte muy interesante para todas las investigaciones futuras acerca del Bajo Ebro, y que, mediante la exportación y adaptación de la metodología, permita también evaluar la disponibilidad de agua y el cumplimiento de unos caudales mínimos en todas aquellas zonas de la cuenca donde se pueda establecer una correlación fiable.

Los datos con los que hemos trabajado en todo momento y con los que se desarrolla el modelo son datos mensuales. No obstante, la relación que se establece entre las entradas y las mediciones en Tortosa es una relación entre los totales anuales, pues de esta manera descontamos la intervención humana intra-anual. En concreto, hemos obtenido la siguiente correlación lineal, con un $R^2 = 0,944$:

$$\text{Aforo en Tortosa} = 1,03895 (\text{Entrada en Mequinenza} + \text{Aforo Serós} + \text{Aforo Fraga}) - 1.545,54$$

Al ser datos anuales, la estimación está relativamente libre de las modificaciones de muy corto plazo que suponen las regulaciones actuales, por lo que podemos considerarla una relación aproximada de las condiciones sin regulación. Por otra parte, el significado del coeficiente es fácilmente interpretable, al flujo que suponen las tres entradas se añade un 3,895%. Este casi 4% corresponde a las aportaciones de otros afluentes menores y de las precipitaciones. Por su parte, el término constante, 1.545,54, también es fácilmente interpretable ya que se ajusta a los datos. Éste representa el agua que no pasa por Tortosa aunque va hacia el delta; pensemos que las retiradas en Cherta, a escasos 15 kilómetros aguas arriba de Tortosa, para los canales de la margen derecha e izquierda suponen, según los datos disponibles unos 1.000 hm³ al año. A ello hay que añadir los usos industriales y urbanos y otros usos de regadío.

Apoyándonos en la regresión anterior, definimos el modelo de flujos mensuales sin intervención. Asumimos que éstos tienen su origen en cuatro puntos o fuentes, entradas mensuales de Mequinenza, aforos mensuales de Fraga, entradas mensuales de Rialb y aforos mensuales de Serós reducidos en las entradas mensuales de Rialb³. La suma de las cuatro entradas mensuales, incrementada en un 3,895% es el agua que potencialmente puede ser enviada a Tortosa. Pero esta cuantía mensual se debe reducir en la parte correspondiente de los 1.545,54 hm³ retirados. Para distribuir estas retiradas mensualmente nos hemos apoyado en los aforos mensuales de los dos canales de Cherta, ya que las retiradas que aquí se producen son las más voluminosas.

³ De cara a incluir en las simulaciones el embalse de Rialb se han creado dos entradas en el modelo, una son las entradas en Rialb y otra el resto de aforo de Serós. Las entradas de Rialb se identifican con las que aparecen como entradas del embalse de Rialb, en los años en que existen datos, 2000-2001 a 2013-2014, y con los aforos de Ponts en los años 1964-1965 a 1980-1981. Para los años intermedios en que no existe información, hemos obtenido los totales anuales por correlación lineal con los datos de Serós; una vez obtenidos estos totales, cada uno de ellos los distribuimos mensualmente con las mismas proporciones que tenga el año entre 2000-2001 a 2013-2014 que más parecido sea al total anual en cuestión. Tras estas estimaciones, la entrada de Serós en el modelo es justamente la diferencia entre el aforo medido en esa estación y la estimación de la entrada en Rialb.

Sin regulación no es posible alcanzar los mínimos requeridos (ver Tabla 8), por lo que la existencia de caudales ecológicos obliga a realizar una gestión activa. En consecuencia, proponemos y simulamos dos tipos de regulación, una de largo plazo que denominamos “plurianual” y otra de acción puntual que denominamos “mensual”. La primera, que reduciría la incertidumbre actual sobre los niveles, la identificamos con la fijación de niveles óptimos mensuales para cada embalse (óptimos para nuestros objetivos), niveles que se mantienen a lo largo del tiempo y a los que se confía, a través de la regulación que suponen, la reducción de los fallos de los caudales mínimos exigidos. Esta política de control plurianual puede recaer y se puede simular en el modelo para cada uno de los tres embalses citados en particular o para varios de ellos.

Para obtener estos niveles óptimos, se han impuesto algunas restricciones, en concreto se han fijado niveles mínimos que garanticen el abastecimiento a todos los sectores a la vez que no dañen sobre manera los entornos. En esta planificación plurianual se obtienen niveles óptimos para cada mes (fijos todos los años) según dos restricciones básicas: hay una cota máxima de embalse y una cota mínima. Las cotas máximas son los niveles a los que cada embalse tiene sus aliviaderos, las mínimas por el contrario son una decisión arbitraria que por nuestra parte hemos querido fijar en cotas que suponen poco más del 50% de la capacidad total y que dan lugar a cotas medias que representan más del 75% de capacidad. En el caso de Mequinenza, el nivel mínimo fijado es la cota 110, cinco metros por encima del nivel crítico de 105, nivel al que están situadas las tomas de regadío. En el caso de Ribarroja, el nivel mínimo elegido es la cota 64. En Rialb hemos optado por una cota mínima de 415. Cuando en la optimización un embalse no participe en la gestión, este se mantendrá en la cota media.

El establecimiento de niveles mínimos que representan alrededor del 50% de la capacidad de los embalses intenta capturar un hecho fundamental: no se puede dañar ecológicamente un entorno para favorecer el buen estado de los demás. Y es que todos los embalses tienen requerimientos medioambientales que exigirán sin duda una primera condición: el vaciado del embalse debe ser limitado si no queremos afectar seriamente a su fauna y flora y si no queremos deteriorar el entorno.

La gestión mensual consiste en mantener los embalses en un nivel fijo y desembalsar sólo el agua necesaria para cubrir los caudales ecológicos, bajando incluso si fuera necesario de los niveles que establecimos como mínimos. El modelo incluye la posibilidad de repartir en cualquier proporción los pesos entre los tres embalses. Además, la gestión mensual puede implementarse a la gestión plurianual.

El funcionamiento del modelo es el siguiente: una vez fijado el nivel de cada embalse, ya arbitrariamente, ya por un proceso de optimización (gestión plurianual), la evolución de las reservas del embalse y por tanto el agua que sale de él está regida por los siguientes criterios. Asumiremos que en la fecha inicial, octubre de 1964, las reservas son exactamente las correspondientes a la cota media. Para cada embalse, si las reservas del mes anterior más las entradas no alcanzan el volumen planificado, éste no desembalsa ninguna cantidad, salvo que sea requerido por la gestión mensual. Pero sí por el contrario la suma supera dicho volumen, desembalsa todo el exceso que tenga manteniendo, exactamente, el nivel y las reservas previstas. Para la gestión mensual, los embalses, acorde al peso asignado, desembalsarán el agua estrictamente necesaria para cubrir los caudales mínimos exigidos en ese mes.

Almazan, M.A.; Sanchez-Choliz, J. *El embalse de Mequinenza: aportación al delta del Ebro y desarrollo económico*
 Para estimar las llegadas totales a Tortosa hemos procedido, acorde con la regresión mostrada al inicio de este apartado. Se incrementan las entradas en un 3,895% y se reducen las retiradas mensuales. Esto nos da como resultado un aforo teórico en Tortosa con el que evaluamos el mayor o menor cumplimiento de los requerimientos medioambientales.

Resultados del modelo

Los resultados obtenidos los hemos dividido en tres partes: los derivados de simular el curso natural, los derivados de optimizar mediante planificación plurianual y por último los asociados a la optimización mediante la gestión mensual. En todos los casos estimaremos el número de meses fallidos en el cumplimiento de los requerimientos medioambientales del delta, tanto a nivel anual como a nivel mensual, obteniendo el porcentaje de años y meses sobre el total que no cumplen los mínimos requeridos. Recordemos que los meses en análisis son 600, correspondientes a 50 años.

La programación de todo el modelo se ha hecho en Excel, permitiendo así ver claramente las relaciones y facilitando la interpretación. Para optimizar se ha usado la extensión Solver del propio Excel, usando la metodología evolutiva de resolución. Los cálculos referentes a la optimización pueden ser susceptibles de mejorar usando un software de cálculo más potente como Mathematica o Matlab, pero cualitativamente las diferencias no son significativas.

Resultados de las simulaciones del curso natural

Los datos referentes a la simulación del curso natural representan un escenario clave para la posterior comparación y evaluación de los distintos escenarios. En la Tabla 8, se muestran los resultados de la simulación del curso natural y como estos cambiarían en escenarios más desfavorables. D_M , D_F , D_S y D_R representan los niveles de disponibilidad respecto a los aforos reales de Mequinenza, Fraga, Serós y Rialb. S_T representa los caudales mínimos exigidos en Tortosa, tomando valor 1 cuando sólo exigimos cumplir lo establecido en cada una de las propuestas y 1,1 cuando exigimos un 10% adicional.

Tabla 8. Resultados de las simulaciones del curso natural

Escenarios	$D_M=1$	$D_M=1$	$D_M=0,8$	$D_M=0,8$	$D_M=0,8$	$D_M=1$	$D_M=1$	$D_M=1$
	$D_F=1$	$D_F=1$	$D_F=0,8$	$D_F=0,8$	$D_F=1$	$D_F=0,8$	$D_F=1$	$D_F=1$
	$D_S=1$	$D_S=1$	$D_S=0,8$	$D_S=0,8$	$D_S=1$	$D_S=1$	$D_S=0,8$	$D_S=1$
	$S_T=1$	$S_T=1,1$	$S_T=1$	$S_T=1,1$	$S_T=1$	$S_T=1$	$S_T=1$	$S_T=1$
PPHE	Años fallidos	0	0	2 (4%)	2 (4%)	2 (4%)	0	0
	Meses fallidos	62 (10,3%)	80 (13,3%)	132 (22%)	150 (25%)	85 (14,2%)	80 (13,3%)	78 (13%)
PACA	Años fallidos	11 (22%)	12 (24%)	18 (36%)	22 (40%)	12 (24%)	11 (22%)	11 (22%)
	Meses fallidos	210 (35%)	245 (40,8%)	315 (52,2%)	352 (58,7%)	256 (42,7%)	233 (38,8%)	219 (36,5%)

Se aprecia en la Tabla 8 que anualmente, el nivel de fallo de los requerimientos de PPHE es nulo o bajo en todas las alternativas. Sin embargo, a nivel mensual, el porcentaje de fallos en caso de no existir regulación sería elevado. Por su parte, los datos referentes a la PACA nos sirven para prever la gran dificultad y los elevados costes que tendría alcanzar los requisitos propuestos por la ACA, aun cuando sólo estamos analizando los propuestos para años secos. De hecho, en el caso más

favorable, el agua disponible anualmente no llegaría para cumplir estos requerimientos en al menos el 22% de los años.

La comparación de los resultados por columnas, nos evidencia la sensibilidad del número de fallos frente a las disminuciones en la disponibilidad o el incremento de los requerimientos. Por ejemplo, la cuarta columna muestra los resultados para unas reducciones en la disponibilidad del 20% y un incremento de los requerimientos en un 10%, condiciones que simulan un marco realista en el medio plazo (MMA, 2005). La conclusión más clara de este apartado es que es necesaria una gestión reguladora de la cuenca si queremos que las condiciones ambientales del delta no se degraden.

Regulación plurianual

En este punto evaluaremos los límites de la regulación plurianual, consistente en establecer niveles fijos por mes, siempre por encima de los marcados como mínimos, y que se repetirán cada año. Para ello, por simplicidad, supondremos que no hay reducciones en las entradas previstas y nos conformamos con cubrir los mínimos ($D_M=1$, $D_F=1$, $D_S=1$, $D_R=1$ y $S_T=1$). La Tabla 9 recoge algunos de los resultados que se han obtenido en estas simulaciones mostrando los fallos en las distintas alternativas de planificación. La primera alternativa de gestión coincide con la que antes hemos identificado como de no regulación o de curso natural.

Podemos ver que la planificación plurianual resulta útil pues consigue reducir los fallos. En el caso de que los tres embalses participen en la gestión para conseguir alcanzar PPHE, sólo fallan 16 de los 600 meses analizados, y no hay fallos anuales. Por el contrario, para la PACA, fallos mensuales quedan en todo momento por encima de 23%, mientras que los 11 fallos anuales no se reducen. Por último, respecto a esta tabla, destaca que el nivel de fallos no se reduce en exceso cuando planteamos niveles mínimos inferiores. Poniendo de manifiesto que, con este tipo de regulación, bajar de los mínimos que hemos marcado resultaría costoso y poco eficaz.

Tabla 9. Nivel de cumplimiento de los caudales mínimos con Regulación plurianual

Alternativas / Embalses que asumen la regulación	PPHE		PACA	
	Años	MeSES	Años	MeSES
Los tres mantienen la cota media (sin regulación)	0	62 (10,33%)	11 (22%)	210 (35%)
Los tres para obtener PPHE	0	16 (2,67%)	11 (22%)	169 (28,17%)
Sólo Mequinenza para PPHE	0	20 (3,33%)	11 (22%)	164 (27,33%)
Ribarroja y Risib para PPHE	0	28 (4,67%)	11 (22%)	191 (31,83%)
Los tres para obtener PACA	0	29 (4,83%)	11 (22%)	139 (23,17%)
Sólo Mequinenza para PACA	0	36 (6%)	11 (22%)	143 (23,83%)

Con la gestión plurianual los desembalses puntuales para cumplir los caudales ecológicos se reducirán en número y también en volumen, lo que reduce la incertidumbre en los niveles de los embalses y dará a la concesionaria hidroeléctrica mayores garantías a la hora de turbinar permitiéndole aprovechar mejor el agua. Esta medida puede ser por tanto favorecedora de las energías renovables.

Podemos también concluir en base a los datos de la tabla 9 que la cooperación además de ser la solución más equitativa en términos de cohesión territorial es la solución más operativa, eficiente, pues aumentando la capacidad operativa reduce los fallos en mayor medida. Además, al exigir menores variaciones en los niveles incrementa el potencial de desarrollo vinculado al agua de la zona (sobre todo en el terreno turístico): En particular, esto favorecería al entorno de Caspe y a la margen derecha de Mequinenza, territorios con un declive demográfico y limitaciones estructurales muy acentuados.

Regulación mensual

En los apartados anteriores se ha comprobado que no era posible garantizar los caudales mínimos con las planificaciones plurianuales ensayadas. Por ello nos disponemos en este apartado a plantear intervenciones puntuales en los meses de fallo, intervenciones consistentes en desembalsar el agua estrictamente necesaria para cubrir los mínimos. Esta alternativa puede ser subsidiaria de la gestión plurianual antes comentada o puede implementarse sin realizar la gestión plurianual. En la Tabla 10, en el Anexo, se muestran los resultados de las simulaciones⁴.

Como vemos en la Tabla 10 la planificación mensual es capaz de garantizar los mínimos medioambientales del delta tanto para las exigencias de la PPHE como para la PACA. Si el objetivo de los caudales mínimos fuera prioritario y dedicáramos toda el agua disponible en el tramo a este objetivo, los caudales mínimos medioambientales pueden asegurarse. Más aún, ello es posible tanto para la PPHE como para la PACA implicando en la gestión a los tres embalses, utilizando sólo Mequinenza, e incluso apoyándonos únicamente en Ribarroja y Rialb.

Sin embargo, no todas las alternativas son social o medioambientalmente viables. Todas las alternativas que llevan asociadas regulaciones puntuales conducen al cumplimiento de los requerimientos para el delta, pero muchas de ellas implican varianzas en los niveles y niveles mínimos en los embalses poco aceptables. En rojo hemos marcado los casos en los que alguno de los embalses llega a mínimos que representan menos del 50% de su capacidad; pues, como ya mencionamos anteriormente, entendemos que esto representa costes económicos y medioambientales elevados, convirtiendo dichas alternativas en poco defendibles⁵. De hecho, teniendo esto en cuenta la PACA resultaría socialmente inviable, pues los desembalses puntuales que exige implican alcanzar cotas mínimas socialmente inaceptables para los embalses encargados de la gestión, además de someterlos a varianzas muy elevadas en los niveles y más elevadas aun en el volumen de agua embalsada; lo que significaría dañar gravemente el entorno.

Por otra parte, la Tabla 10 nos muestra que para afrontar los caudales ecológicos del actual plan hidrológico para el delta existen alternativas, de las cuales, cinco no hacen caer nunca el volumen de los embalses por debajo del 50% de su capacidad:

1. Los tres embalses colaboran en la gestión plurianual y Mequinenza se encarga de los desembalses puntuales (gestión mensual) cuando estos sean necesarios.

⁴ Al igual que en el apartado anterior, los pesos cuando los tres embalses comparten la gestión son 40%,30%,30%. Cuando la gestión recae sobre Ribarroja y Rialb estos afrontan el 50% cada uno. El modelo permite analizar cualquier otro tipo de reparto

⁵ Los fuertes descensos en Ribarroja, llegando hasta el 33%, son en gran medida debidos al fuerte peso asignado a Ribarroja en la modelización. Sin embargo, dado que tanto Mequinenza como Rialb preceden a Ribarroja, se pueden compensar las caídas en los niveles de Ribarroja de manera sencilla.

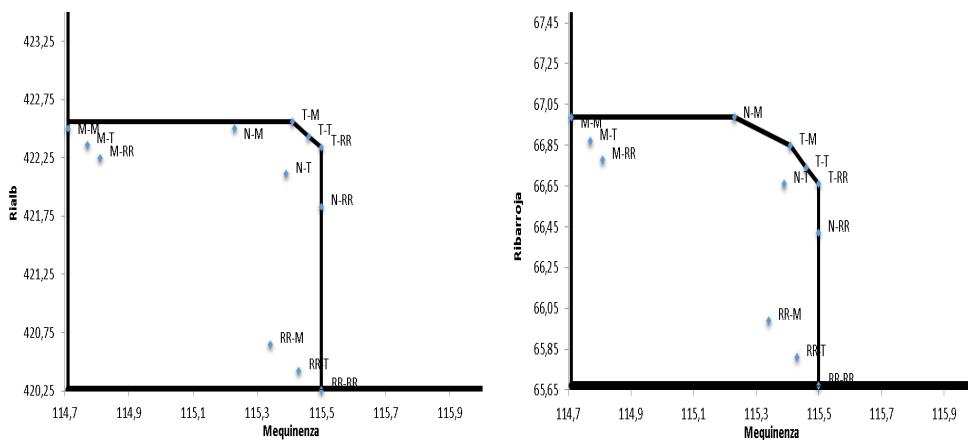
2. Mequinenza realiza la gestión plurianual y todos colaboran en los desembalses puntuales.
3. Mequinenza realiza tanto la gestión plurianual como la gestión mensual.
4. Ribarroja y Rialb se encargan de la gestión plurianual y Mequinenza de la mensual.
5. Sin planificación plurianual, Mequinenza se encarga de los desembalses puntuales (*Statu quo*)

Como podemos ver, el *statu quo* forma parte de este grupo de alternativas. Siendo lo más destacable de estas cinco posibilidades, que Mequinenza juega un papel fundamental, revelándose así como imprescindible para el cumplimiento de los caudales medioambientales. No obstante, se presentan tres alternativas al *statu quo* actual que hacen recaer la gestión no sólo en Mequinenza, sino también en Ribarroja y Rialb, repartiendo de esta manera los costes asociados a la gestión, demostrando así que el *statu quo* es un equilibrio, pero no único.

En lo que sigue, y para simplificar la representación gráfica hemos renombrado las alternativas de acuerdo con el siguiente criterio: en primer lugar se identifica quien asume la gestión plurianual y en segundo lugar, separado por un guion se identifica quien es el encargado de hacer los desembalses puntuales (gestión mensual). Los posibles actores son: ninguno (N), todos (T), Mequinenza (M) o Ribarroja y Rialb (RR). De esta manera, por ejemplo, el *statu quo*, en el que ningún embalse asume la gestión plurianual y es Mequinenza el embalse que realiza las sueltas puntuales, será el identificado por el punto N-M.

Observemos entonces, en las Figuras 1 y 2 donde se representan los niveles medios a los que conducirían las propuestas para garantizar la PPHE con cero fallos expuestas en la Tabla 10, como las alternativas más colaborativas en lo que a la regulación plurianual se refiere, son las que dotan de mayores niveles medios a ambos embalses. Es más, como puede apreciarse en la representación gráfica (Figuras 1 y 2), en lo que a niveles medios se refiere, la gestión plurianual se convierte en un lastre cuando es llevada a cabo por Ribarroja y Rialb (esquina inferior derecha) o en solitario por Mequinenza (esquina superior izquierda). Sin embargo, en el caso de que los tres embalses colaboren en la gestión plurianual (esquina superior derecha), este lastre desaparece, convirtiéndose esta opción en la que mejores niveles medios reporta.

Figura 1 - Niveles Medios (Mequinenza – Rialb) Figura 2- Niveles Medios (Mequinenza – Ribarroja)



Almazan, M.A.; Sanchez-Choliz, J. *El embalse de Mequinenza: aportación al delta del Ebro y desarrollo económico*. Como mencionamos antes, el *statu quo* actual, está representado por el punto N-M. Si lo comparamos con la opción T-M, se ve claramente como los niveles medios de Mequinenza pueden mejorar bastante, manteniéndose los de Rialb, y bajando sólo los niveles medios de Ribarroja en 14 centímetros. Además, hemos visto en los puntos anteriores que al embalse de Mequinenza, el encargarse de la gestión en solitario le resulta muy costoso en términos medioambientales, económicos y de oportunidad.

Queremos remarcar antes de terminar este punto que es en materias como el agua donde, dada la inexistencia de soluciones únicas e indiscutibles, deberían siempre plantearse acuerdos institucionales y por tanto de cooperación entre los distintos agentes (Olona, 2015); pues estos organismos son, los que asumiendo el daño de todos, mejor pueden determinar que solución es la preferida y pueden velar mejor por llevar las medidas a cabo.

Conclusiones

La preocupación por los temas de salud pública, seguridad alimentaria y las consecuencias del cambio climático sobre la disponibilidad y calidad del agua dulce son algunos de los motivos que urgió a Europa a promulgar la Directiva Marco del Agua (DMA). Se establece con ello la necesidad de fijar caudales ecológicos mínimos en las cuencas europeas, buscando hacer este recurso más sostenible. Económicamente estos mínimos suponen restricciones a los usos de agua. De acuerdo con la DMA, los caudales ecológicos de la desembocadura del Ebro se están garantizando a día de hoy con cargo en exclusiva al embalse de Mequinenza, a pesar de que, como hemos demostrado, existen alternativas más colaborativas. Este embalse, si bien es el de mayor capacidad del tramo bajo del Ebro, está viendo como esta gestión le supone serios costes de oportunidad y financieros. Un primer contrapunto para valorar estos costes es la comparación con el embalse de Ribarroja, el cual, a fecha de hoy está liberado de toda gestión. Ambos embalses son adyacentes y tienen las mismas condiciones climáticas.

Los costes los hemos identificado mediante el análisis de los sectores más vinculados con el agua, como son la agricultura de regadío, la producción hidroeléctrica y el turismo, además de observar las estadísticas de empleo en la zona. En los tres subsectores analizados hemos observado indicios de que el embalse de Mequinenza, a pesar de su tamaño, muestra síntomas de infradesarrollo relativo o está penado con costes más elevados para sus usufructuarios frente a los del embalse de Ribarroja.

En concreto, hemos podido comprobar que los regantes que toman sus aguas de Mequinenza, en comparación con quienes se abastecen del embalse de Ribarroja, eligen productos menos consuntivos; productos que a su vez reportan menores valores añadidos (ver consumos de agua por hectárea en la tabla 1). Como explicación a este hecho, y dada la similitud de las características sociales y/o medioambientales, debemos atender a los elevados costes eléctricos que deben asumir los regantes para la elevación y correcta distribución del agua (Langarita et al. 2016), así como a la incertidumbre en la garantía de abastecimiento, ambos mayores en Mequinenza dada la elevada varianza y la distancia a entre la cota media y máxima.

Por tanto, la modernización de los regadíos en Aragón (Sánchez-Choliz y Sarasa, 2013), y la mejora de los sistemas de elevación y suministro permitiría el desarrollo total de los planificados en el Plan Estratégico del Bajo Ebro Aragonés (PEBEA), una posible compensación por los impactos negativos generados. Completar estos planes supondría, según nuestros cálculos, una retirada adicional de entre 200 y 250

Hm³. Estas demandas pueden entrar en conflicto con los usos hidroeléctricos de Mequinenza, pero como hemos visto pueden compensarse con turbinaciones en Ribarroja o Flix. No obstante, recordemos también la alta rentabilidad aparente por hectómetro cúbico del regadío frente a la industria hidroeléctrica. Además, los datos sobre empleos en la zona, nos ha revelado que la agricultura es uno de los motores principales en la zona. El sector primario representa alrededor del 40% de los empleos. Por este motivo pensamos que la gestión hídrica debe estar comprometida con este sector, al igual que valoramos de manera positiva la implantación del PEBEA, que como acabamos de comentar es posible sin especiales efectos negativos para los demás usuarios.

Otros costes que está soportando el entorno de Mequinenza son los costes de oportunidad para el desarrollo de su zona de influencia, estos costes no son fácilmente cuantificables, pero son reales, por ejemplo, el desarrollo sostenible del sector turístico es prácticamente inviable con la elevada varianza en los niveles que soporta Mequinenza, sin embargo, el entorno de Ribarroja muestra que sería posible si los niveles son estables. Además, el embalse de Mequinenza dispone de una ventaja comparativa, debido a su tamaño, en un mercado turístico específico: el turismo de pesca.

Por tanto, podemos decir que existe una manera de apoyar el crecimiento del entorno de Mequinenza, ésta es garantizar niveles mínimos e incrementar la previsibilidad de los niveles de este embalse. Lo que nos ha llevado a proponer alternativas de gestión en este sentido, alternativas que involucran no sólo a Mequinenza, sino también al embalse de Rialb y de Ribarroja.

Las hipótesis alternativas de gestión que proponemos se dividen en dos grupos: gestión plurianual y gestión mensual. La plurianual, que reduce la incertidumbre en los niveles, es resultado de la optimización (minimización del número de veces que los caudales ecológicos PPHE no se cumplen) condicionada al establecimiento de unos niveles mínimos en los embalses. Estos niveles mínimos representan alrededor de un 50% del volumen de cada embalse, dado que asumimos que volúmenes menores representan riesgos medioambientales importantes. Por su parte, la gestión mensual se basa en realizar desembalses puntuales, cuando estos sean necesarios para el cumplimiento de los caudales ecológicos fijados para el delta.

Estas alternativas de gestión han sido simuladas en un modelo hídrico sencillo, el cual se ha calibrado a partir de los aforos mensuales del tramo bajo del Ebro de los últimos 50 años. Con este modelo hemos evaluado la posibilidad de cumplir los caudales ecológicos actualmente propuestos por la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE, 2014), en adelante CHE, y los propuestos por la L'Agència Catalana de l'Aigua, en adelante ACA, para el delta del Ebro.

Una primera conclusión derivada de este análisis es que a día de hoy afrontar los caudales mínimos exigidos por la ACA (ACA, 2007; CSTE, 2015), aun para su propuesta de años secos, es inviable social y medioambientalmente, pues exige desembalses y niveles poco aceptables. En consecuencia, la actual propuesta del PPHE no debería ser modificada. Es más, el volumen total anual en que la PACA supera a los caudales mínimos propuestos por la CHE en el actual plan hidrológico, es superior a los 4.000 Hm³ (2.860 Hm³ en la rectificación propuesta en 2015) cifra

Almazan, M.A.; Sanchez-Choliz, J. *El embalse de Mequinenza: aportación al delta del Ebro y desarrollo económico* que representa más del 85% (más del 60% en la rectificación propuesta en 2015) del uso consuntivo de toda la cuenca⁶.

La gestión actual, garantiza el cumplimiento de los mínimos de la PPHE, como puede comprobarse directamente sobre los datos o bien en el modelo hídrico que hemos construido. Sin embargo, ésta es discutible, pues ha llevado en algunas ocasiones el nivel de Mequinenza por debajo de la cota 105, donde se sitúan las tomas de regadío⁷. Por ello resulta interesante otra de las conclusiones del modelo: la gestión no tiene por qué recaer en exclusiva sobre el embalse de Mequinenza, pues existen al menos tres alternativas que conducen al cumplimiento de los caudales ecológicos, reducen la incertidumbre en el nivel de los embalses y no recaen en exclusiva sobre el embalse Mequinenza. De hecho, la posibilidad y la conveniencia de esta cooperación es probablemente la conclusión más importante del estudio. Siendo otros hallazgos importantes la conveniencia de aplicar planificaciones plurianuales que reducen la incertidumbre, y la inevitabilidad de intervenciones puntuales como única forma de adaptarse a la elevada variabilidad de los flujos del Ebro.

Para finalizar recordemos la necesidad creciente de agua para el abastecimiento de economías y poblaciones crecientes, que, sumado la tendencia decreciente en disponibilidad de este recurso, motivan el creciente interés por un correcto reparto del agua, por un uso más eficiente y por la sostenibilidad de las soluciones de reparto en temas hídricos (Saleth y Dinar, 2004). Esta es nuestra línea de trabajo futuro, en el cual queremos incorporar el análisis de la cooperación, ya que esta se está revelando cada vez más eficiente y preferible (Dinar y Howit, 1997).

Bibliografía

- ACA (2007): “Proposta de cabals ambientals del tram final del riu Ebre”. Documento de discusión preparado para la Comisión de Sostenibilidad de las Tierras del Ebro. Disponible en: <http://www.unizar.es/fnca/cste/docu/docu7.pdf>
- Andrades, L. (2010): “Planificación turística y recreacional sostenible para el embalse de Alqueva en su margen español”. Revista de análisis turístico, 10, 2010, 23-33
- BOE (1985): “Ley de Aguas de 1985” Publicado en BOE núm. 189 de 8 de agosto de 1985
- Bielsa J.; Cazcarro, I. y Sancho, Y. (2011): “Integration of hydrological and economic approaches to water and land management in Mediterranean climates: An initial case study in agriculture”. Spanish Journal of Agricultural Research, 9(4): 1076-1088
- CHE (2014): “Plan hidrológico de la Cuenca del Ebro. Extracto del estudio sobre el régimen de caudales ecológicos en la Desembocadura del río Ebro”. BOE 1-3-2014

⁶ Según la CHE, la demanda hídrica que en la cuenca se hace para el total de actividades es de 8.184 Hm³/año, pero el consumo se limita a la cantidad de 4.685 Hm³/año, siendo la diferencia demanda de agua que tras su uso se revierte a la cuenca. Este dato se puede consultar en <http://www.chebro.es/>

⁷ En septiembre y octubre 2012 la cota bajó de los 105 m.s.n.m llegando a alcanzar los 100,32 m.n.s.m, con un volumen embalsado para dicha cota del 30,5%; más ejemplos son octubre y noviembre de 2011, noviembre y diciembre de 2007 y septiembre de 2006, periodos en los que se alcanzaron las cotas 103,12 ; 100,59 ; y 103,86 respectivamente.

- Creus, J. y Ferraz, J. (1995): Irregularidad pluviométrica y continentalidad térmica en el valle medio del Ebro. *Lucas Mallada*, 7: 147-164
- CSTE (2015): “Revisió i actualització de la proposta de règim de cabals ecològics al tram final del riu Ebre, delta i estuari”. Documento para la discusión de los caudales ecológicos del Ebro. Disponible: http://www.seo.org/wp-content/uploads/2015/07/12037_07_034f_Proposta_Qec_CSTE2015_CAT_v2-25_06_2014.pdf
- Dinar, A. y Howitt, R.E. (1997): “Mechanisms for allocation of environmental control cost: empirical tests of acceptability and stability”. *Journal of Environmental Management* 49, 183–203
- DMA (2000): “Directiva Marco del Agua” Parlamento Europeo 2000/60/CE.
- Homer-Dixon, T (1994): “Environmental Scarcities and Violent Conflict.” *International Security*.
- Langarita, R.; Sarasa, C.; Jiménez, S. (2016): “Los costes energéticos en la agricultura de regadío. Alternativas para su reducción y efectos de la implantación de una tarifa verde en España”. *Regional And Sectoral Economic Studies*, vol. 16-1.
- Martínez Cob, A.; Faci González, J.M. y Bercero Bercero, A. (1998): “Evotranspiración y necesidades de riego de los principales cultivos en las comarcas de Aragón”. Institución Fernando El Católico. Zaragoza
- Miles, D.; Myles, G. y Preston, I. (Eds.) (2003): “The Economics of Public Spending”. Oxford University Press, New York.
- MMA (2005): “Evaluación preliminar de los impactos en España por el efecto del cambio climático”. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid
- Nichols, S. J. y Dyer, F. J. (2013): “Contribution of national bioassessment approaches for assessing ecological water security: an AUSRIVAS case study”. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 7(5), 669-687.
- Olona, J. (2015): “La crecida del Ebro”. *Expansión*, 13 de marzo de 2015
- Ostrom, E. (1990): “Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action”. New York: Cambridge University Press
- Pérez y Pérez, L.; y Parra, F. (2009): “Estructura productiva y actualización del Marco Input-Output de Aragón. Año 2005”. Zaragoza: Consejo Económico y Social de Aragón.
- Robbins, L. (1932): “An Essay on the Nature and Significance of Economic Science”. London: Macmillan.
- Saleth R. M y Dinar, A. (2004): “The institutional economics of water: a cross-country analysis of institutions and performance”. Edward Elgar Publishing
- Sánchez-Chóliz, J. y Sarasa, C. (2013): “Análisis de los recursos hídricos de Riegos del Alto Aragón en la primera década del siglo XXI”. *Economía agraria y recursos naturales*, 13(1), 97-124.
- Sánchez-Chóliz, J. y Sarasa, C. (2015): “River Flows in the Ebro Basin: A Century of Evolution, 1913–2013”. *Water* 7, 3072-3082.
- Stern, N. H. (2006): “Stern Review: The economics of climate change”. London: HM treasury.
- Wolf, A. T. (1998): “Conflict and cooperation along international waterways”. *Water Policy*. Vol. 1. pp. 251-265

Apéndice**Tabla A1: Empresas turísticas de la zona**

Nombre	Código	Localidad	Ingreso medio	Empleo
Visit Hotel SL	B99275653	Caspe	476.872	6
Bajoaragonesa de gestion sl	B50107192	Caspe	665.861	7
Magallon Cortes sl	B50598309	Caspe	472.742	5
Sierra Ebro sl	B99139586	Caspe	82.069	1
Wels-Camp-Matarraña sl	B50657808	Fayon	132.798	2
Sociedad de servicios	B99211898	Fayon	7.870	-
Camping club los almendros	B99018731	Fayon	-	-
Ebrus sl	B50634765	Mequinenza	-	-
Welscamp ribaraja sociedad	B55604300	Ribaraja	78.206	-
Camping pinyer sl	B43406644	Ribaraja	78.195	-
Hotel hacienda pepito sl	B43505866	Ribaraja	30.914	1

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos SABI

Tabla A2: Propuestas de caudales medioambientales para Tortosa

Propuesta para Tortosa de CHE (2014)														
	oct	nov	dic	Ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	Media	Total
Caudal m ³ /s	80	80	91	95	150	150	91	91	81	80	80	80	95,58	
Aportación hm ³	214,27	207,36	243,73	254,45	369,36	401,76	235,87	243,73	209,95	214,27	214,27	207,36		3.016,40
Propuesta ACA (2007) para años secos														
Caudal m ³ /s	87	135	248	285	327	276	336	396	252	167	116	103	227,03	
Aportación hm ³	233,02	349,92	664,24	763,34	805,2	739,24	870,91	1.060,65	653,18	447,29	310,69	266,98		7.164,68
Propuesta ACA (2007) para años medios														
Caudal m ³ /s	119	202	359	388	436	360	428	500	342	198	150	135	300,97	
Aportación hm ³	318,73	523,58	961,55	1.039,22	1.073,61	964,22	1.109,38	1.339,20	886,46	530,32	401,76	349,92		9.497,95
Propuesta ACA (2007) para años húmedos														
Caudal m ³ /s	207	317	449	468	511	526	569	623	453	254	187	210	397,45	
Aportación hm ³	554,43	821,66	1.202,60	1.253,49	1.258,29	1.408,84	1.474,85	1.668,64	1.174,18	680,31	500,86	544,32		12.542,47
Propuesta CSTE (2015) para años secos														
Caudal m ³ /s	84	153	204	143	166	212	329	303	268	147	107	120	186,13	
Aportación hm ³	224,99	396,57	546,39	383,01	408,76	567,82	852,77	811,55	694,65	393,72	286,59	311,04		5.877,86
Propuesta CSTE (2015) para años medios														
Caudal m ³ /s	124	219	249	219	260	283	410	410	310	180	132	151	245,19	
Aportación hm ³	332,12	567,65	666,92	586,57	640,22	757,99	1062,72	1098,14	803,52	482,11	353,55	391,39		7.742,89
Propuesta CSTE (2015) para años húmedos														
Caudal m ³ /s	192	326	396	321	316	410	475	413	368	212	166	178	314,16	
Aportación hm ³	514,25	844,99	1060,64	859,77	778,12	1098,14	1231,20	1106,17	953,85	567,82	444,61	461,38		9.920,94

Fuente: Elaboración propia a partir de CHE (2014) y CSTE (2015)

Tabla 10. Resultado de las simulaciones: Niveles máximos, medios, mínimos y varianza en los últimos 20 años

Objetivo	Plurianual	Mensual	Fallos	Embalse	Nivel	Nivel	Volumen	Nivel	Varianza
PPHE	Todos	Ninguno	16	Mequinenza	120,99	111,65	62%	115,5	7,5
				Ribarroja	68,39	64,5	60%	66,85	0,84
				Rialb	426,52	419,41	66%	422,56	4,51
		Todos	0	Mequinenza	120,99	111,65	62%	115,46	7,5
				Ribarroja	68,39	61,95	45%	66,74	1,14
				Rialb	426,52	416,53	59%	422,43	4,86
		Mequinenza	0	Mequinenza	120,99	110,89	59%	115,41	7,62
				Ribarroja	68,39	64,5	60%	66,85	0,84
				Rialb	426,52	419,41	66%	422,56	4,51
		Ribarroja y Rialb	0	Mequinenza	120,99	111,65	62%	115,5	7,5
				Ribarroja	68,39	59,5	33%	66,66	1,72
				Rialb	426,52	414,46	54%	422,34	5,56
PACA	Todos	Ninguno	139	Mequinenza	120,94	111,84	62%	115,25	8,82
				Ribarroja	422,5	66,14	70%	67,29	0,82
				Rialb	66,99	420,11	68%	423,14	5,98
		Todos	0	Mequinenza	120,93	109,72	55%	114,97	5,83
				Ribarroja	69,18	59,5	33%	65,41	8,74
				Rialb	428,7	371,66	vacío	419,64	53,83
		Mequinenza	0	Mequinenza	120,93	98,89	27%	113,67	12,33
				Ribarroja	69,18	66,13	70%	67,28	0,83
				Rialb	428,7	420,1	68%	423,09	5,71
		Ribarroja y Rialb	0	Mequinenza	120,93	111,83	62%	115,69	7,73
				Ribarroja	68,35	59,5	33%	64,48	9,8
				Rialb	428,7	364	vacío	416,12	210,34
PPHE	Mequinenza	Ninguno	20	Mequinenza	119,51	111,28	60%	114,81	6,33
				Ribarroja	66,99	66,99	76%	66,99	0
				Rialb	422,5	422,5	76%	422,5	0
		Todos	0	Mequinenza	119,51	110,63	58%	114,77	6,19
				Ribarroja	66,99	63,41	53%	66,87	0,31
				Rialb	422,5	418,28	63%	422,36	0,43
		Mequinenza	0	Mequinenza	119,51	109,63	55%	114,71	6,08
				Ribarroja	66,99	66,99	76%	66,99	0
				Rialb	422,5	422,5	76%	422,5	0
		Ribarroja y Rialb	0	Mequinenza	119,51	111,28	60%	114,81	6,33
				Ribarroja	66,99	60,51	38%	66,78	0,98
				Rialb	422,5	415,11	55%	422,25	1,3
PACA	Mequinenza	Ninguno	143	Mequinenza	120,940	111,72	62%	115,25	8,82
				Ribarroja	66,99	66,99	76%	66,99	0
				Rialb	422,5	422,5	76%	422,5	0
		Todos	0	Mequinenza	119,51	110,48	58%	114,04	4,75
				Ribarroja	66,99	59,5	33%	65,05	8,73
				Rialb	422,5	375,69	vacío	418,95	47,79
		Mequinenza	0	Mequinenza	120,94	93,37	17%	113,13	16,08
				Ribarroja	66,99	66,99	76%	66,99	0
				Rialb	422,5	422,5	76%	422,5	0
		Ribarroja y Rialb	0	Mequinenza	120,94	111,72	62%	115,25	8,82
				Ribarroja	66,99	59,5	33%	64,99	11
				Rialb	422,5	364	vacío	414,99	113,55