



***CONCLUSIONES DE LA JORNADA “LAS PRESAS DE EMBALSE Y LOS CAUDALES ECOLÓGICOS”
24 de febrero de 2022***



Francisco Javier Flores Montoya

JORNADA SOBRE LAS PRESAS DE EMBALSE Y LOS “CAUDALES” ECOLÓGICOS

José Trigueros, Presidente del Instituto de Ingeniería de España, abrió la jornada asegurando su interés en convertir el IIE en un ágora en el que debatir los temas importantes de la ingeniería dejando a un lado la política.

Y así ha comenzado el turno de palabra de Moisés Rubín de Célix Caballero, Presidente de SEPREM, que llamó la atención de sobre que *“la trascendencia de los caudales ecológicos es inconmensurable”*.

Aún se desconocen los efectos que tendrán en la regulación, así como a nivel económicos estos instrumentos, ha señalado, destacando lo positivo que sería una interconexión entre las cuencas de toda la península que permitiría equilibrar y laminar las desigualdades.

Y sobre todas estas cuestiones se ha reflexionado y debatido en una jornada muy interesante con el foco puesto en los embalses y su utilidad, los efectos que los caudales ecológicos pueden tener sobre la disponibilidad de agua, en lo referente a la regulación jurídica y también los efectos económicos y sociales.

Ponente: Francisco Javier Flores Montoya

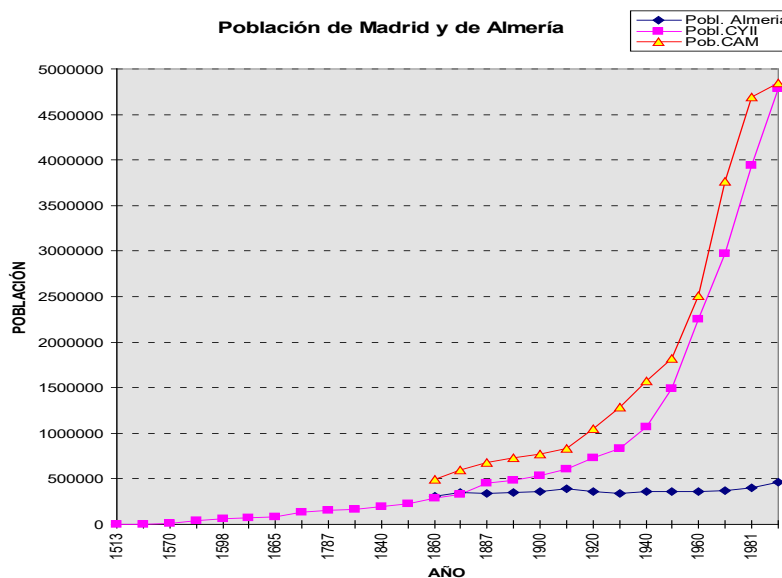
Que fue Consejero del Consejo de Obras Públicas entre 2005 y 2021, comenzó su presentación diciendo que quería poner en valor la importancia de los embalses en dos aspectos que tienen gran incidencia en la economía: el agua y la energía y que eso nos obligaba a diferenciar en cada caso entre:

- el valor del agua,
- el coste del agua
- el precio del agua

Los embalses son huchas para guardar el agua y amortiguar el efecto de las sequías y las inundaciones, que sin agua no hay vida y que alterar la calidad del agua es perjudicar la vida del hombre y de los seres vivos que de ella dependen.

Que con la ayuda de la ingeniería sanitaria se habían reducido las enfermedades de origen hídrico y permitido el crecimiento de la población.

Presentó una gráfica con la evolución de la población española desde 1700 para poner de manifiesto como se había duplicado la población en el siglo XX. Como ejemplo claro de que el agua ha sido un factor limitante del desarrollo presentó una gráfica de la evolución de la población en las provincias de Madrid y Almería apreciándose que son autoexplicativas:



En 1860, momento en que el agua del Lozoya empieza a llegar a Madrid, ambas provincias tenían poblaciones similares, mientras que 100 años después, la población de Almería incluso con tasas de natalidad superiores, no había crecido nada mientras que la de Madrid se había multiplicado por 9.

Presentó otro ejemplo de la cuenca del Tajo sobre que los proyectos de regadío fruto de los planes de desarrollo y de contar con aguas reguladas con embalses sirvieron para mantener la población alrededor de donde se construyeron zonas regables por el Estado.

En la irregularidad hidrológica influyen causas del origen geográfico (relieve, geología, latitud, ...), y de origen meteorológico (la lluvia) y que el hecho diferencial más significativo que afecta a la irregularidad de nuestros ríos es la pendiente de nuestras cuencas y ríos

Presentó los perfiles de los ríos de la vertiente atlántica y de la vertiente mediterránea y resaltó como las diferencias de pendiente entre ellos afectan a la irregularidad y a su aprovechamiento.

Una presa de embalse es una infraestructura de regulación dentro de un sistema de explotación de recursos hidráulicos que se utiliza para incrementar los recursos disponibles para satisfacer demandas y aumentar sus garantías. La demanda puede ser agua para distintos usos, producción de energía y mejora del medio ambiente. Cada demanda exige una calidad determinada y una garantía. La cantidad, la calidad, la garantía y la cota a la que se encuentra el agua tienen un valor, un coste y un precio.

Presentó un gráfico en el que se aprecia cómo ha crecido el volumen de embalse en España en el que se aprecia que entre mitad de los cincuenta y mitad de los noventa se había construido el 90% del volumen de embalse existente en España y resaltó que:

- Las características variadas de las cuencas de los ríos hacen que el aprovechamiento del agua resulte complejo y su coste muy distinto.
- Factores como la forma de la cuenca, las pendientes, la geología, la orientación o la pluviometría han resultado determinantes para el aprovechamiento del agua.
- Las cerradas adecuadas para construir embalses son un bien escaso.
- Históricamente la población se ha asentado en función de la disponibilidad del agua. Se ha pasado de tener dotaciones de 5 l/hab/día antes de tener suministros domiciliarios a 300 l/hab/día.

Y una tabla con la productividad de los embalses en $\text{m}^3/\text{año}/\text{m}^3$ de embalse, el coste del m^3 de embalse y el coste medio de la regulación.

	Productividad embalses $\text{m}^3/\text{año}/\text{m}^3$	Coste de los embalses ptas/ m^3	Coste medio de la regulación ptas/ m^3		
			4%	6%	8%
Norte	1,52	99	3,7	4,8	6
Duero	1,06	53	2,8	3,7	4,6
Tajo	0,64	36	3,2	4,2	5,2
Guadiana	0,31	27	4,9	6,4	7,9
Guadalquivir	0,41	64	8,8	11,4	14,3
Sur	0,38	84	12,4	16,1	20,1
Segura	0,59	66	6,3	8,1	10,2
Júcar	0,59	75	7,2	9,3	11,7
Ebro	1,69	71	2,4	3,1	3,8
C:I. Cataluña	1,44	107	4,2	5,4	6,8
Península	0,85	55	3,6	4,7	5,9

En la tabla pueden apreciarse resultados muy coherentes con los factores de irregularidad expuestos como que el coste del m³ de embalse ha sido mayor en las cuencas de los ríos con mayores pendientes (Vasos pequeños y presas altas), que la productividad ha sido mayor en las zonas donde más llueve porque con volúmenes más pequeños ha podido aprovecharse más agua (Norte y Pirineos) y que el coste medio de la regulación ha sido mayor coincide donde tiene más valor el agua y genera una productividad mayor.

Todos estos factores deberían de haberse tenido en cuenta a la hora de plantear los caudales ecológicos dado que la planificación hidrológica forma parte de la planificación económica del Estado.

Además, hay otros factores como:

los incendios en las sequías y tener en cuenta que los embalses pueden ayudar a luchar contra los incendios al poderse tomar agua para su extinción. Mostró unas imágenes de avionetas cogiendo agua de un embalse.

Respecto a las inundaciones históricas y los Grandes caudales de avenida, llamó la atención en que gracias a los embalses en la desembocadura del Ebro o en la del Tajo no se volverán a producir avenidas de 20.000 m³/s, pero que hay otros ríos que son difíciles de regular y que podrán sufrir inundaciones como otras conocidas y se puso de ejemplo el río Nervión y otros ríos cortos en zona muy pobladas.

Es muy importante resaltar que la mayoría de las inundaciones de los ríos españoles son evitables y que los embalses son una de las medidas más eficaces y beneficiosas para ello. Por ejemplo, el tramo medio del Ebro sigue y seguirá sufriendo inundaciones mientras no se regule adecuadamente la cabecera de ese río donde afluentes como el Ega con una aportación de casi 500 hm³/año no tienen ningún embalse y otros como el Arga o el Irati están muy escasamente regulados.

En el folleto divulgativo de la jornada se resumía como las inundaciones producidas en el tramo del Ebro agua arriba de Zaragoza en la primera quincena de diciembre de 2021 habían sido menores gracias a que sólo 5 embalses de los situados agua arriba habían retenido unos 500 hm³ en 15 días mientras sólo habían pasado por Zaragoza otros 500 hm³ que habían sido guardados en el embalse de Mequinzenza.

Algunos datos sobre la irregularidad en la cuenca del Tajo

RIO	Ap. Anual hm ³ /año	Aportación mensual MAX / MIN
Almonte	610	184
Jarama	1642	11
Tiétar	2155	31
Alagón	2427	41
Salor	300	94
Jarama (El Vado)	166	35
Tajuña (La Tajera)	52	5
Manzanares	261	11
Alberche (San Juan)	633	20
Tajo (Cedillo)	11.000	19

La variabilidad de los ríos del Tajo

Cuenca	Longitud	Superficie	Aportación	Apo/superficie
	km	km²	hm³	l/m²
Gallo	98	1.311	205,9	157
Escabas	62	772	155,7	201
Mayor	70,7	1.059	155,3	146
Guadiela	116,6	3.468	616,9	177
Lozoya	91	983	264	268
Sorbe	79,5	547	135,4	247
Henares	160	4.144	566,2	136
Manzanares	86,5	1.243	204,5	164
Tajuña	226	2.601	207,9	79
Jarama	194,2	11.597	1.559	134
Martín Román	65,7	1.315	46,2	35
Algodor	96	1.266	39,2	30
Guadarrama	129,2	1.703	166,3	97
Alberche	182	4.104	894,6	217
Tiétar	169,5	4.506	1.528,8	339
Tamuja	83,6	1.030	172,6	167
Almonte	120	3.113	537,9	172
Jerte	81	637	165,6	259
Árrago	70,6	1.022	341,1	333
Alagón	200,7	5.385	2.023,9	375
Salor	121,4	2.115	256,1	121
Tajo	862,7	58.839	10.178,8	172

Los caudales ecológicos en ríos importantes en el Plan del Tajo

Nombre	oct-dic	ene-mar	abr-jun	jul-sep	Ap media	10% Qmedio	Periodo
Embalse de Bolarque	6,6	7,2	7	6,4	1078,64	3,42	Hasta 31/12/2025
Embalse de Bolarque	7,3	8,8	8,1	6,9	1078,64	3,42	1/1/2026 - 31/12/2026
Embalse de Bolarque	7,7	10,1	8,9	7,1	1078,64	3,42	Desde 1/1/2027
Río Tajo en Aranjuez	6,8	7,5	7,2	6,5	1.139,10	3,61	Hasta 31/12/2025
Río Tajo en Aranjuez	7,5	9,1	8,3	7	1.139,10	3,61	1/1/2026 - 31/12/2026
Río Tajo en Aranjuez	7,9	10,4	9,1	7,2	1.139,10	3,61	Desde 1/1/2027
Río Tajuña tramo final	1,05	1,47	1,41	0,71	207,90	0,66	Vigencia del plan
Río Henares tramo final antes Jarama	2,3	2,6	2,5	1,2	566,20	1,80	Vigencia del plan
Río Jarama desde Embalse de El Vado hasta Arroyo del Madroñal	0,52	0,68	0,88	0,33	167,43	0,53	Vigencia del plan
Río Jarama tramo final antes del Tajo	5,7	8,1	8,3	3,4	1.559,00	4,94	Vigencia del plan
Río Guadarrama tramo final	0,96	1,99	1,35	0,41	166,30	0,53	Vigencia del plan
Embalse de Picadas	0,94	1,43	0,78	0,75	615,93	1,95	Vigencia del plan
Río Alberche desde Embalse de Cazalegas hasta Río Tajo	1,17	1,8	0,97	0,94	894,60	2,84	Vigencia del plan
Río Tajo desde Río Alberche hasta la cola del Embalse de Azután	16	24	19	13	3.936,04	12,48	Vigencia del plan

Llama la atención como en los ríos importantes de la cuenca del Tajo el caudal ecológico propuesto en estiaje es inferior al 10% del caudal medio, mientras en el tramo Bolarque-Aranjuez que afecta a las aguas excedentarias trasvasables a través del acueducto Tajo-Segura, ese valor es superior al 20% del Q_{medio} . Incluso en un río como el Alberche agua abajo del embalse de San Juan en el que hay establecido un caudal concesional mediante una ley casi centenaria de 1 m³/s se fija un caudal menor.

Efecto de la propuesta de caudales ecológicos a nivel español

Demarcación Hidrográfica	Volumen Q ecológico	
	Km ³ /año	% Ap.
Galicia Costa	1,00	12%
Miño-Sil	2,80	22%
Duero	0,89	8%
Tajo	1,02	11%
Guadiana	0,35	4%
Guadalquivir	0,29	4%
Mediterráneas de Andalucía	0,11	5%
Segura	0,06	8%
Júcar	0,06	2%
Ebro	3,45	22%
C. I. de Cataluña	0,03	1%
Resto	1,03	
Total	11,09	12%

CONCLUSIONES

Los “**caudales**” ecológicos para conseguir el buen estado de las masas de agua sólo pueden garantizarse a costa de soltar el agua recogida en los embalses.

El buen estado de las masas de agua es más un problema de calidad que de cantidad.

Los procedimientos hidrobiológicos para fijar los “**caudales**” ecológicos llegan a unas horquillas de posibles resultados demasiado grandes, dejando un margen excesivo a la discrecionalidad.

De los 500.000 km de cauce que hay en España, los mejor tratados han sido:

- En el Tajo, los 60 km de cauce no embalsado entre Bolarque y Aranjuez
- En el Ebro, los 60 km del tramo final entre Flix y el Delta.

¿Cómo afecta ese tratamiento especial a la economía general del País?

Ponente: Lu3 Garrote de Marcos

Luis Garrote de Marcos, Catedr3tico de Hidr3ulica e Hidrolog3a de la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Polit3cnica de Madrid, habl3 sobre los efectos sobre los recursos disponibles a nivel general espa3ol.

Inici3 su ponencia presentando las ideas b3sicas sobre lo que son los caudales ecol3gicos y fundamentalmente sobre los efectos que iban a tener la implantaci3n de los caudales ecol3gicos sobre los recursos disponibles resumi3ndolo en los siguientes puntos:

- Los caudales ecol3gicos: qu3 son y c3mo se calculan
 - Por qu3 es necesario asignar recursos para atender los caudales ecol3gicos
 - C3mo se determinan los caudales ecol3gicos
- Efecto de los caudales ecol3gicos sobre un sistema sencillo
 - Estudio espec3fico de la influencia del caudal ecol3gico en un sistema con dos embalses
- Efecto de los caudales ecol3gicos a escala nacional
 - Resultado de la estimaci3n de la disponibilidad de agua en Espa3a
 - An3lisis de los valores adoptados de caudal ecol3gico
 - Efecto de los caudales ecol3gicos sobre la disponibilidad de agua los recursos disponibles a nivel general espa3ol

Los caudales ecol3gicos son una medida de protecci3n del h3bitat fluvial para paliar los efectos de la intervenci3n humana sobre el ciclo hidrol3gico. Los efectos m3s significativos son:

- Alteraci3n de la morfolog3a fluvial: Islas y cauces trenzados, p3rdida de la capacidad de almacenamiento y de llanuras aluviales
- Cambios en el r3gimen de caudales: Aumento de la velocidad, cambios en el calado...
- Interrupci3n de la conectividad: Tierra-agua, agua arriba-agua abajo...
- Cambio en el transporte de sedimentos: Erosi3n, deposici3n, degradaci3n,

Con los caudales ecol3gicos se intentan preservar aspectos del r3gimen hidrol3gico natural como (magnitud, frecuencia, duraci3n, oportunidad, tasa de cambio).

Dijo que la controversia estriba en los m3todos de c3lculo de estos caudales, pues a nivel internacional se han desarrollado varios, que en nuestro pa3s se reducen b3sicamente a dos que a continuaci3n, present3 los m3todos de c3lculo de caudales ecol3gicos m3nimos:

- M3todos hidrol3gicos (que funciona o bien por medias m3viles, o por distribuci3n de caudales mediante percentiles,
- M3todo de modelaci3n de h3bitat, algo m3s complejo, que se desarrolla por curvas de preferencia de h3bitat

Pero m3s all3 de esto, otro gran escollo para estos caudales ecol3gicos estriba en su repercusi3n sobre la garant3a de suministro para los usos de agua, particularmente, aquellos reconocidos en las distintas concesiones.

Resalt3 que dichos m3todos de c3lculo producen resultados muy dispares y que presentan gran sensibilidad a los criterios de c3lculo.

A continuación, al objeto de analizar el efecto de los caudales ecológicos sobre la disponibilidad de recursos, presentó los resultados de dos estudios realizados, uno sobre un sistema sencillo de la cuenca del Duero, y otro realizado a escala nacional.

El Análisis en un sistema sencillo consiste en garantizar un caudal ecológico en un tramo del río Valdavia situado agua abajo de dos embalses, el del Villafría y el de las Cuevas, de 12,1 y 10,9 hm³ cada uno respectivamente, una aportación regulada de 13,48 hm³/año, una aportación sin regular de 53,76 hm³/año, una demanda de 13,95 hm³/año y un caudal ecológico de 11,16 hm³/año.

Los análisis, hechos en hoja de cálculo, se ha realizado sobre:

- Efecto del caudal ecológico sobre la garantía
- Máxima demanda respetando el caudal ecológico
- Máximo caudal ecológico respetando la demanda

Los resultados presentados han sido:

Que el máximo caudal ecológico respetando la demanda de 13,95 hm³/año es de 3,54 hm³/año y que respetando el caudal ecológico la máxima demanda garantizada baja a 10,68 hm³/año. Lo que significa que el 23 % de la demanda no puede satisfacerse.

El análisis a escala nacional ha utilizado los resultados del modelo WAAPA/ADAPTA que es un modelo de disponibilidad de agua (Water Availability and Adaptation Policy Analysis/ Análisis de Disponibilidad de Agua y Políticas de Adaptación), desarrollado para estimar la disponibilidad de agua superficial cubriendo todo el territorio nacional y diferentes hipótesis de caudales ecológicos. Presentó una tabla extraída del Libro Blanco elaborado en el año 2000 por el CEDEX donde figura para cada cuenca la aportación natural total en hm³/año, la calculada, la capacidad de embalse, el volumen regulado con demanda uniforme y con demanda variable en hm³/año y en porcentaje.

Disponibilidad en el Libro Blanco del Agua (2000)

Ámbito	Aport. natural total (hm ³ /año)	Aport. de cálculo (hm ³ /año)	Capacidad de embalse total (hm ³)	Capacidad de embalse de cálculo (hm ³)	Regulado demanda uniforme (hm ³ /año)	Regulado demanda uniforme (%)	Regulado demanda variable (hm ³ /año)	Regulado demanda variable (%)
Norte I	12.689	12.603	3.040	2.427	4.735	38	3.937	31
Norte II	13.881	11.799	559	384	2.180	18	1.870	16
Norte III	5.337	4.437	122	79	471	11	353	8
Duero	13.660	12.422	7.667	6.691	5.253	42	6.095	49
Tajo	10.883	10.782	11.135	9.887	4.587	43	5.845	54
Guadiana I	4.414	4.097	8.843	7.550	1.678	41	1.922	47
Guadiana II	1.061	998	776	522	188	19	228	23
Guadalquivir	8.601	7.988	8.867	7.835	2.161	27	2.819	35
Sur	2.351	1.379	1.319	1.042	284	21	359	26
Segura	803	757	1.223	737	519	69	626	83
Júcar	3.432	2.745	3.349	2.417	1.766	64	2.095	76
Ebro	17.967	17.089	7.702	6.860	10.145	59	11.012	64
C. I. Cataluña	2.787	1.722	772	709	615	36	791	46
Galicia Costa	12.250	6.633	688	451	1.372	21	1.223	18
Península	110.116	95.451	56.063	47.591	35.954	38	39.175	41

Tabla 33. Volúmenes regulados en la situación teórica considerada, con las series obtenidas en este Libro

A continuación, proporcionó los resultados siguientes según el Proyecto SECA:

- Aportación total media 96,4 km³/año
- Disponible Natural, 8,8 km³/año (9% de la Aportación).

- Disponible Regulado, 42,7 km³/año (44% de la aportación).

Caudal ecológico propuesto en los PPHH, sin embalses hidroeléctricos, 20% abastecimiento 80% riego y Garantía riego IPH 50-75-100

Demarcación Hidrográfica	Disponible Qeco Real	
	km ³ /a	%Ap
Cantábrico Or.	0.69	17%
Cantábrico Occ.	1.30	12%
Galicia-Costa	0.58	7%
Miño-Sil	1.07	8%
Duero	5.26	48%
Tajo	4.91	54%
Guadiana final	3.62	43%
Tinto, Odiel, Piedras	0.17	22%
Guadalquivir	3.00	44%
Guadalete y Barbate	0.50	57%
C. Med. Andaluzas	0.75	34%
Segura	0.64	81%
Júcar	1.93	76%
Ebro	10.36	65%
C. Internas Cataluña	1.18	50%
Islas Baleares	0.02	14%
Total	35.98	37%

Disponibilidad natural con caudal ecológico propuesto en los PPHH, Sin embalses hidroeléctricos, 20% abastecimiento 80% riego, Garantía riego IPH 50-75-100

Demarcación Hidrográfica	Disp.Natural Qeco Real	
	km ³ /a	%Ap
Cantábrico Or.	0.43	11%
Cantábrico Occ.	0.72	7%
Galicia-Costa	0.34	4%
Miño-Sil	0.22	2%
Duero	0.59	5%
Tajo	0.20	2%
Guadiana final	0.07	1%
Tinto, Odiel, Piedras	0.00	0%
Guadalquivir	0.00	0%
Guadalete y Barbate	0.02	2%
C. Med. Andaluzas	0.06	3%
Segura	0.13	16%
Júcar	0.46	18%
Ebro	1.00	6%
C. Internas Cataluña	0.27	11%
Islas Baleares	0.00	1%
Total	4.51	5%

Finalmente presentó una tabla resumen de la disponibilidad de agua en España

Sin Caudal Ecológico

Con Caudal Ecológico

Demarcación Hidrográfica	Cap. máx. embalse	Vol. regulación	Ap media 80-19	Disponible Natural		Disponible Regulado		Disponible por Regulación		Disp.Natural Qeco Real		Disponible Qeco Real		Disponible por Regulación	
	km ³	km ³	km ³ /a	km ³ /a	%Ap	km ³ /a	%Ap	km ³ /a	%Ap	km ³ /a	%Ap	km ³ /a	%Ap	km ³ /a	%Ap
Cantábrico Or.	0.13	0.12	3.98	0.58	15%	0.85	21%	0.27	7%	0.43	11%	0.69	17%	0.27	7%
Cantábrico Occ.	0.56	0.34	10.67	0.83	8%	1.42	13%	0.58	5%	0.72	7%	1.30	12%	0.58	5%
Galicia-Costa	0.70	0.10	8.11	0.70	9%	0.90	11%	0.20	2%	0.34	4%	0.58	7%	0.24	3%
Miño-Sil	3.21	0.43	12.78	1.17	9%	2.05	16%	0.88	7%	0.22	2%	1.07	8%	0.85	7%
Duero	7.82	3.00	10.99	1.06	10%	5.79	53%	4.73	43%	0.59	5%	5.26	48%	4.66	42%
Tajo	11.13	5.87	9.03	0.57	6%	5.94	66%	5.38	60%	0.20	2%	4.91	54%	4.71	52%
Guadiana final	9.63	9.63	8.44	0.12	1%	3.91	46%	3.79	45%	0.07	1%	3.62	43%	3.55	42%
Tinto, Odiel, Piedras	0.35	0.35	0.76	0.00	0%	0.18	23%	0.17	23%	0.00	0%	0.17	22%	0.17	22%
Guadalquivir	8.59	8.58	6.78	0.17	2%	3.28	48%	3.11	46%	0.00	0%	3.00	44%	3.00	44%
Guadalete y Barbate	1.67	1.67	0.89	0.03	4%	0.56	63%	0.52	59%	0.02	2%	0.50	57%	0.48	54%
C. Med. Andaluzas	1.33	1.23	2.20	0.10	4%	0.83	38%	0.73	33%	0.06	3%	0.75	34%	0.69	31%
Segura	1.19	1.10	0.79	0.14	18%	0.70	88%	0.56	70%	0.13	16%	0.64	81%	0.51	65%
Júcar	3.35	3.08	2.55	0.48	19%	1.98	78%	1.50	59%	0.46	18%	1.93	76%	1.47	58%
Ebro	8.03	6.97	15.90	2.58	16%	13.10	82%	10.52	66%	1.00	6%	10.36	65%	9.35	59%
C. Internas Cataluña	0.75	0.75	2.34	0.28	12%	1.20	51%	0.92	39%	0.27	11%	1.18	50%	0.91	39%
Islas Baleares	0.01	0.01	0.14	0.00	1%	0.02	14%	0.02	12%	0.00	1%	0.02	14%	0.02	12%
Total	58.46	43.24	96.36	8.82	9%	42.71	44%	33.89	35%	4.51	5%	35.98	37%	31.47	33%

Como resultado importante es que la capacidad de embalse ha incrementado la disponibilidad bruta natural:

- Sin caudal ecológico: desde 8,82 km³/a hasta 42.71 km³/a (un 384%)
- Con caudal ecológico: desde 4,51 km³/a hasta 35.98 km³/a (un 700%)

Demarcación Hidrográfica	Disponible Regulado		Disponible Qeco Real		Disponible Qeco 5%		Disponible Qeco 10%		Disponible Qeco 15%	
	km ³ /a	%Ap	km ³ /a	%Ap	km ³ /a	%Ap	km ³ /a	%Ap	km ³ /a	%Ap
Cantábrico Or.	0.85	21%	0.69	17%	0.28	7%	0.24	6%	0.21	5%
Cantábrico Occ.	1.42	13%	1.30	12%	0.65	6%	0.58	5%	0.55	5%
Galicia-Costa	0.90	11%	0.58	7%	0.20	3%	0.18	2%	0.17	2%
Miño-Sil	2.05	16%	1.07	8%	0.97	8%	0.86	7%	0.79	6%
Duero	5.79	53%	5.26	48%	4.31	39%	3.83	35%	3.51	32%
Tajo	5.94	66%	4.91	54%	4.47	50%	3.70	41%	3.44	38%
Guadiana final	3.91	46%	3.62	43%	3.66	43%	3.48	41%	3.41	40%
Tinto, Odiel, Piedras	0.18	23%	0.17	22%	0.17	22%	0.16	21%	0.16	21%
Guadalquivir	3.28	48%	3.00	44%	2.94	43%	2.77	41%	2.54	37%
Guadalete y Barbate	0.56	63%	0.50	57%	0.49	55%	0.47	53%	0.44	50%
C. Med. Andaluzas	0.83	38%	0.75	34%	0.67	31%	0.60	27%	0.56	25%
Segura	0.70	88%	0.64	81%	0.45	56%	0.36	45%	0.30	37%
Júcar	1.98	78%	1.93	76%	1.06	42%	0.91	36%	0.84	33%
Ebro	13.10	82%	10.36	65%	7.99	50%	6.95	44%	6.22	39%
C. Internas Cataluña	1.20	51%	1.18	50%	0.87	37%	0.78	33%	0.73	31%
Islas Baleares	0.02	14%	0.02	14%	0.02	12%	0.02	11%	0.01	10%
Total	42.71	44%	35.98	37%	29.21	30%	25.87	27%	23.87	25%

Hizo una comparación entre cuencas representando cómo se reduce la disponibilidad en función de lo que representa el caudal ecológico en función de las aportaciones para finalmente hacerlo a nivel global.

Como conclusiones finales llegó a que:

- **Los métodos de cálculo de caudales ecológicos pueden dar resultados muy dispares**
- **La implantación de los caudales ecológicos supone una merma en la disponibilidad potencial de agua para otros usos, siendo algunas regiones especialmente sensibles.**
- **Conviene realizar análisis de sensibilidad del efecto de aplicar/implantar diferentes criterios de caudales ambientales en las diferentes regiones.**
- **Conviene realizar estudios desagregados por cuencas, ya que los valores globales pueden no mostrar problemas/déficits importantes.**

Ponente: Antonio Fanlo Loras

Antonio Fanlo Loras, Catedrático de Derecho Administrativo, 1994-2018, de la Universidad de La Rioja, ha puesto el foco sobre los aspectos jurídicos y los efectos normativos.

Empezó llamando la atención sobre que los embalses van a tener más importancia si se aplican los caudales ecológicos.

Aunque los embalses para Bruselas no pueden justificarse para dar caudales ecológicos.

Los caudales ecológicos no pueden ser prioritarios a satisfacción de las demandas.

Es falso lo que dijo la Ministra Ribera el 21 de junio de 2021 al presentar los planes hidrológicos sobre que resulta imprescindible cumplir con esa obligación que marcaba la Directiva de dar caudales ecológicos. Recordó que la Directiva Marco no menciona la palabra caudal, sino que se refiere a estado de las aguas y que un volumen escaso puede tener una calidad excelente y una gran cantidad puede ser de muy mala calidad.

Fanlo ha hecho hincapié a qué cuestiones considera que da respaldo jurídico la Directiva Europea del Agua y las cuestiones a las que no, coincidiendo con sus compañeros de mesa en el hecho de que el buen estado de las aguas lo aporta la calidad, no la cantidad, que es lo que se está regulando en los PPHH.

A su parecer, los caudales ecológicos deben ser tenidos en cuenta como un instrumento para armonizar los valores ambientales de manera simultánea a los distintos usos y demandas del agua y que es igualmente esencial no subordinar los usos sociales, sanitarios y económicos del recurso, y señala que el abastecimiento, las actividades económicas y la protección en sequías e inundaciones estaban recogidos como claves de la Política Europea del Agua ya en 1998.

La Directiva Marco no habla de caudal ecológico. En el artículo 2 no figura el concepto de caudal ecológico. Se habla de caudal, profundidad, etc., en los anexos 2 y 5 para caracterizar las masas de agua y su estado, pero resaltó que solamente tiene un valor descriptivo, pero no impone nada prescriptivo.

La Directiva no tiene base jurídica para adoptar decisiones cuantitativas ni prescribir sobre la gestión del estado cuantitativo porque requiere la unanimidad de los Estados. Se habla de aspectos cuantitativos cuando se refiere a la caracterización de las masas de agua a las masas de agua subterránea.

La vinculación de caudales y directiva marco se hizo en la “infame exposición de motivos de la derogación del trasvase del Ebro”.

Se ha hecho una interpretación de la Directiva sesgada. Los objetivos fundamentales: Protección agua, suministro de agua para abastecimiento y actividades económicas y evitar inundaciones y sequías, han pasado a un segundo plano.

Es importante garantizar los suministros de buena calidad.

Después se preguntó si ¿Es sensato establecer normas para todos los ríos con la cantidad y variedad de ríos que tenemos?

Estamos vaciando el patrimonio hecho en los últimos 150 años.

Nuestro modelo de aguas es un modelo de aguas artificializado con nuestras infraestructuras.

Ha hecho más la directiva de depuración de aguas residuales que la directiva marco del agua.

Todo el desarrollo ha sido reglamentario, reglamento de Planificación e incluso la Instrucción de Planificación que es una Orden Ministerial.

Hay contradicciones en el procedimiento de aprobación de los caudales ecológicos.

En definitiva, es clave lograr la armonía entre los usos y las reservas del agua, teniendo en cuenta que existen tres fases para los caudales ecológicos:

- Fase de estudio,
- Fase de concertación y
- Fase de aplicación o implantación;

En su opinión, es muy importante que en la fase de concertación se armonicen los aspectos jurídicos, hidrológicos y económicos, para que lleguen coordinadas las necesidades ambientales y económicas a su fase de aplicación

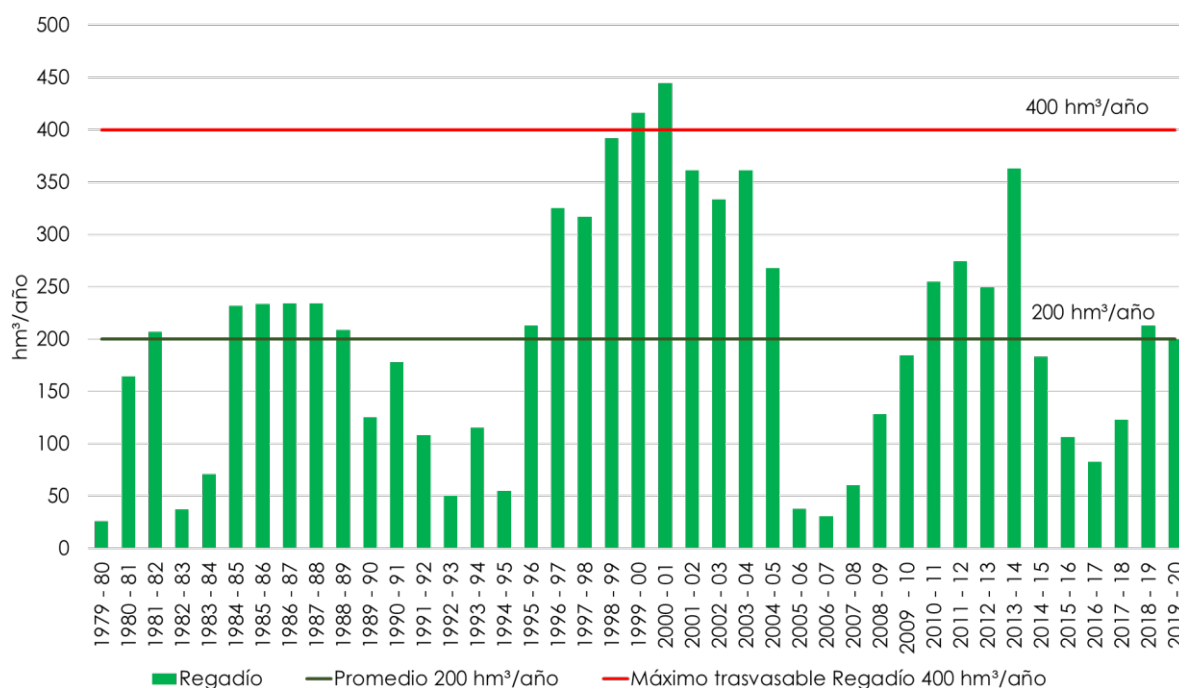
Fase de concertación previa a la aprobación del Plan ilustrada por una información de Contenido jurídico (afección a derechos, concesiones, etc), memoria hidrológica donde se estudie la afección a el funcionamiento de los sistemas de explotación y memoria económica, donde se analice sus implicaciones económicas y sociales.

Hizo la reflexión de ¿Por qué hay presas romanas sólo en España, Turquía y el norte de África y acueductos en toda Europa?

Ponente: Joaquín Melgarejo Moreno

Por su parte, Joaquín Melgarejo Moreno, Catedrático de Historia Económica de la Universidad de Alicante, ha abordado los efectos económicos y sociales de la aplicación de caudales ecológicos, centrados especialmente en el ámbito del Trasvase Tajo-Segura, sobre el que se han realizado estudios y trabajos en el marco de la Cátedra Agua, de la Diputación de Alicante y la Universidad de Alicante.

Melgarejo ha aportado datos sobre los volúmenes de agua trasvasados durante los años 1979-2020, que se han cifrado de media en 320 hm³/año, de los cuales 200 hm³/año corresponden a regadío, con grandes oscilaciones coincidiendo los mínimos con los períodos de sequía habiéndose sobrepasado los 400 hm³ en dos años 1999/2000 y 2000/2001.



A estos datos ha añadido que la reducción estimada para 2027 por caudales ecológicos es de 83,57 hm³/a, a lo que hay que sumar otras reducciones que será necesario realizar por modificaciones regulatorias y a causa de la llamada “tubería manchega”, que van a reducir la disponibilidad para regadío a 73 hm³/a para regadío. Estima las reducciones previstas para 2027 en 146,57 hm³/año y el trasvase medio en 163,43 hm³/año correspondiendo 73,43 hm³/año a riego y 90 hm³/año a abastecimiento.

También aportó el dato de la variación de los caudales ecológicos desde el actual 6 m³/s hasta el previsto para el 01/01/2027, de 8,65 m³/s.

Aportó el dato sobre el número actual de agrupaciones o comunidades de regantes (CCRR) (61) distribuidas entre Murcia (23), Alicante (31) y Almería (7), la superficie bruta regable Murcia (91.952), Alicante (51.555) y Almería (7.264) (en total 150.770 ha) y distribución de volúmenes procedentes del TTS para riego en función de las zonas regables (400 hm³/año). También aportó datos sobre la aplicación de recursos (hm³) para su uso en el regadío de las 18 UDA regables por el TTS en función del origen del recurso en el año 2021,

Recursos	Volumen en hm ³
Recursos Superficiales	90
Recursos Subterráneos Totales	60
Recursos Reutilización Totales	65

Recursos	Volumen en hm ³
Recursos Externos: Trasvase Tajo-Segura	205
Recursos Alternativos: Desalación	20
Agua Aplicada Total	440
Demanda Bruta Regadío	617
Déficit de Aplicación (Demanda - Agua aplicada)	177

Las aportaciones al PIB de las actividades vinculadas al trasvase ascienden, según un estudio de PWC de 2020, a 3.013,2 millones de euros (agricultura, comercialización y distribución y transformación de productos agrícolas).

	Contribución al PIB	Millones de €
Agricultura	Impacto directo	646,3
	Impacto indirecto	488,2
	Impacto inducido	413,0
	TOTAL	1.547,6
Comercialización y distribución de productos agrícolas	Impacto directo	582,1
	Impacto indirecto	362,6
	Impacto inducido	201,3
	TOTAL	1.145,90
Transformación de productos agrícolas	Impacto directo	68,6
	Impacto indirecto	196,3
	Impacto inducido	54,8
	TOTAL	319,70
Total	Impacto directo	1.297,0
	Impacto indirecto	1.047,1
	Impacto inducido	669,1
	TOTAL	3.013,2

Un dato que la Cátedra Agua ha revisado y cifra en 3610 millones.

Y la aportación al empleo de las actividades vinculadas al trasvase Tajo-Segura ha sido cifrada en 97.230 empleos ETC (directo, indirecto e inducido).

	Contribución al empleo	Empleos ETC
Agricultura	Impacto directo	55.941
	Impacto indirecto	6.960
	Impacto inducido	6.240
	TOTAL	69.141
Comercialización y distribución de productos agrícolas	Impacto directo	13.617
	Impacto indirecto	5.575
	Impacto inducido	3.041
	TOTAL	22.233
Transformación de productos agrícolas	Impacto directo	1.466
	Impacto indirecto	3.563
	Impacto inducido	827
	TOTAL	5.856
Total	Impacto directo	71.024
	Impacto indirecto	16.098
	Impacto inducido	10.108
	TOTAL	97.230

La aportación económica del ATS al empleo (Informe 2021). Cifras en millones de euros y Unidades a Tiempo Completo

SECTOR	Empleo (UTC)
Agricultura	40.100
Actividades indirectas (Inputs)	5.570
Actividades indirectas (Outputs)	20.000
Efectos inducidos	12.000
TOTAL	77.670

La valoración patrimonial de las superficies SCRATS y el lucro cesante se cifra en 5.692 millones de euros al año distribuido entre 364,52 millones de euros el abastecimiento, 1.366,15 millones el regadío (Activo) y 3.966,15 millones el regadío (lucro cesante). Y todo esto, puntualiza Melgarejo, sin cuantificar los efectos que el hecho de que el 65% del riego en Alicante proceda del trasvase afecte al turismo, otro gran aportador al PIB nacional; y sin manejar también el incremento que supondrá sustituir la aportación de agua del trasvase por recursos desalinizados, que económicamente y energéticamente tienen un coste mucho mayor, con notables incrementos de emisiones contaminantes que será difícil compensar asociándolo a la fotovoltaica.

Sus conclusiones fueron que:

- Si tenemos en cuenta el número de empleados según los cálculos de PWC (2020), obtenemos un PIB por trabajador de 30.988 euros; y un **PIB por trabajador de 46.480 euros** en nuestro análisis (2021).
- El sector agrícola español realizó el 6,4% de las exportaciones de 2019 y contribuyeron a reducir el déficit comercial estructural de España en más de un 17%. De estas exportaciones, las provincias de Alicante, Almería, y Murcia suponen el 71% de las exportaciones nacionales de hortalizas y el 25% de las exportaciones de frutas. **Estas tres provincias realizan unas exportaciones agrícolas por valor de alrededor de 6.000 millones de euros, que es aproximadamente una tercera parte de las exportaciones agrícolas españolas.**
- El empleo generado es de 97.230 (PWC, 2020), esta cifra desciende hasta los 77.670 en nuestro estudio (2021). En cualquier caso, estas cifras suponen **entre el 4% y el 5% de la población activa** de las provincias de Alicante, Almería y Murcia. Si tenemos en cuenta que la población de las zonas regables por el trasvase supone alrededor del 55% del total de las tres provincias, esto indica que la importancia relativa de estos puestos de trabajo es todavía mayor.
- La actividad derivada del trasvase Tajo-Segura no solamente tiene un importante valor económico, sino que los beneficios financieros obtenidos y la forma en que se desarrolla dicha actividad suponen un **gran efecto social positivo para los trabajadores en particular y para la sociedad en general.**
- La sustitución de recursos del ATS por recursos desalinizados tiene un consumo energético neto de unos 3 kWh por metro cúbico. El escenario de emisiones en este caso, de acuerdo con el estudio de la UPCT, disminuiría el balance en unas 400.000 toneladas de CO2 al año.
- En caso de que para **2030 se sustituya el ATS por recursos de origen en la desalinización**, se **incrementarían las emisiones de CO2** en unas **500.000 toneladas**, cuyo valor sería de unos **125 M€/año**. En **2050**, estas emisiones nuevas alcanzarían un valor de **400 M€**, a precios constantes de 2016. **De mantenerse la**

situación actual, para 2050 el balance económico del sumidero de CO2 que representan los cultivos del ATS sería de unos 880-960 M€, a precios constantes de 2016.

- **El valor económico** de la fijación de entre 1,1-1,2 millones de toneladas de CO2 al año en 2020 ha sido de unos 88-96 M€. Para 2030, de acuerdo a la cuantificación de la Comisión Europea, este balance positivo de fijación de CO2 tendrá un valor 275-300 M€.
- **Los efectos directos sobre las actividades económicas** en la demarcación hidrográfica del Segura se pueden cuantificar en unos **5.692 M€**, en términos de valor presente a 2021.
- A esta cantidad habría que calcular los **costes derivados del despido de unos 15.322 trabajadores y sus prestaciones económicas derivadas de la pérdida del empleo.**