

REPERCUSION DE LA ENERGIA HIDROELECTRICA PERDIDA EN LOS COSTES DE LA TRANSFORMACION DE SECANOS EN REGADIOS

Fernando Mejón
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Hace años, se pretendió realizar un estudio sobre el tema de referencia, que quedó inconcluso. Aunque en el momento actual, el autor no dispone de las misma facilidad que entonces para utilizar datos preciosos, considera que ante el Plan Hidrológico, y puesto que en él se contempla la posibilidad de ampliar los regadíos, puede tener interés, la valoración, aunque sea aproximada, de lo que representa para la Economía Nacional, uno de los factores que incluye en el coste de la transformación de secano en regadío, factor que normalmente no se tiene en cuenta.

En el Estudio, y concretamente en las cuencas de Duero, Tajo y Júcar, se calcula la energía hidroeléctrica que dejaría de producirse por cada Ha puesta en riego, en las centrales existentes, energía que tendría que sustituirse con carbón o fuel-oil, y según el número de centrales afectadas, ello representaría un coste que podría alcanzar las 100.000 ptas por Ha, llegándose a la conclusión que prescindiendo de otros factores que los exclusivamente económicos, las transformaciones sólo deberían realizarse cuando el número de centrales afectadas sean mínimas o nulas.

1º.- Propósito

Hace ya más de 10 años por iniciativa del entonces Ingeniero Director del CEDEX se constituyeron en el seno del Centro de Estudios Hidrográficos varias Comisiones cuyo objetivo no viene al caso y en una de ellas se encargó al autor de estas notas el estudio de referencia.

Antes de concluir el estudio cambió el Director del CEDEX y como tantas veces ocurre en España se dejó en el olvido las labores comenzadas, y por supuesto desaparecieron esas Comisiones.

En los proyectos de Directrices de los Planes Hidrológicos de cuenca se habla de ampliar los regadíos en unas 600.000 Has y podría tener interés la conclusión de aquel trabajo.

Recibido en ROP: noviembre 1993

Ciertamente que los datos de partida no estarán frescos, y además el autor ya no tiene las mismas posibilidades de actualizarlos, pero los resultados que se obtendrían con un perfeccionamiento de los datos en todo caso serían más negativos, si bien las diferencias no serían demasiado grandes: ello ha animado esta publicación

2º.- Consideración fundamental

Puesto que la producción hidroeléctrica en una central es aproximadamente $h/400$ kwh por cada metro cúbico de agua, siendo h el desnivel del Salto, es evidente que si se reduce el caudal por haberse consumido en un uso aguas arriba de ella, y ese caudal consumido es " q " medido en m^3 , la central dejará de producir $h/400$ kwh.

Esto conduciría a una consideración demasiado simplista: El consumo de un m^3 a 600 metros

CUENCA DEL TAJO

Río Central	Coeficiente						kWh/Ha (6000m ³ /Ha)	Ptas. (10ptas/Kwh)	Tec.	Tep.
	Máximo	Acumulado	Mínimo	Acumulado	Medio	Acumulado				
Tajo										
Cedillo	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	300	3000	0.120	0.069
Alcántara	0.259	0.309	0.135	0.185	0.215	0.265	1590	15900	0.636	0.366
Torrejón-Tajo	0.056	0.365	0.056	0.241	0.056	0.321	1926	19260	0.770	0.443
Valdecañas	0.174	0.539	0.113	0.354	0.150	0.471	2826	28260	1.130	0.650
Azután	0.067	0.606	0.067	0.421	0.067	0.538	3228	32280	1.291	0.742
Castrejón	0.067	0.673	0.067	0.488	0.067	0.605	3630	36300	1.452	0.835
Almoguera	0.033	0.706	0.033	0.521	0.033	0.638	3828	38280	1.531	0.880
Zorita	0.033	0.739	0.033	0.554	0.033	0.671	4026	40260	1.610	0.926
Bolarque	0.095	0.834	0.083	0.637	0.090	0.761	4566	45660	1.826	1.050
Entrépeñas	0.173	1.007	0.072	0.709	0.141	0.902	5412	54120	2.165	1.245
Guadela										
Hasta Bolarque	0.834	0.834	0.637	0.637	0.760	0.760	4560	45600	1.824	1.049
Buendía	0.156	0.990	0.071	0.708	0.128	0.888	5328	53280	2.131	1.225
Molino Chíncha	0.250	1.240	0.226	0.934	0.239	1.127	6762	67620	2.705	1.555
Alberche										
Hasta Azután	0.606	0.606	0.421	0.421	0.538	0.538	3228	32280	1.291	0.742
Picadas	0.125	0.731	0.125	0.546	0.125	0.663	3978	39780	1.591	0.915
San Juan	0.135	0.866	0.076	0.622	0.113	0.776	4656	46560	1.862	1.071
Puente Nuevo	0.149	1.015	0.137	0.759	0.143	0.919	5514	55140	2.206	1.268
Burguillo	0.342	1.357	0.259	1.018	0.306	1.225	7350	73500	2.940	1.691
Tietar										
Hasta Alcántara	0.309	0.309	0.185	0.185	0.265	0.265	1590	15900	0.636	0.366
Torrejón-Tietar	0.060	0.369	0.060	0.245	0.060	0.325	1950	19500	0.780	0.449
Alagón										
Hasta Alcántara	0.309	0.309	0.185	0.185	0.265	0.265	1590	15900	0.636	0.366
Valdeobispo	0.108	0.417	0.108	0.293	0.108	0.373	2238	22380	0.895	0.515
Gabriel y Galán	0.135	0.552	0.076	0.369	0.113	0.486	2916	29160	1.166	0.671
Arrago										
Hasta Alcántara	0.309	0.309	0.185	0.185	0.265	0.265	1590	15900	0.636	0.366
Borbollón	0.025	0.334	0.002	0.187	0.020	0.285	1710	17100	0.684	0.393

sobre el nivel del mar reduciría la producción hidroeléctrica en 1,5 kwh, y si por tratarse de un regadío se consumieran al año 8.000 m³. dejarían de producirse 12.000 kwh, y como esa energía habría de producirse quemando carbón o fuel-oil, puesto que para obtener un kwh, con carbón se necesitan 0,4 kg. de carbón tipo de 7.000 kcal, habría que consumir 5,8 Toneladas (t.e.c.), o bien se precisan 0,23 kg. de fuel-oil, y habría que consumir 2,76 toneladas (t.e.p), ambas de importación. Si además se valora esa energía a 10 ptas/kwh resulta que la repercusión anual sería 120.000 ptas. por Ha.

Sin embargo, la cosa no es tan simple. Para que se produjera una situación tan negativa sería necesario que en el río existiera una cadena completa de saltos de agua con sus correspondientes centrales, y ello no es así; además, parte de la do-

tación del regadío retorna aguas abajo aunque de forma imprecisa. Por eso, aunque laborioso, se han considerado varios de los ríos que podrían resultar afectados, y en ellos se ha valorado la cantidad de energía que ese m³ produciría en cada una de las centrales existentes, partiendo para realizar el cálculo de los coeficientes energéticos que en su día facilitaron las Empresas Eléctricas para valorar la energía almacenada en los embalses. No obstante se llega a resultados bastante pesimistas, variables según la ubicación de esos posibles regadíos, pues como es natural cuanto más aguas abajo se encontrara el regadío, menor sería la afección.

Otros de los factores negativos no valorados son que, al aumentar el consumo de car-

bón e incluso de fuel-oil para sustituir a la energía que se dejara, aumenta la emisión a la atmósfera de compuestos de azufre, de CO₂ y de calor, con su incidencia en el medio ambiente y especialmente en el efecto invernadero, que podría dar lugar a un desplazamiento del anticiclón de Las Azores, con las nefastas consecuencias que ello podría traer en un país como España propenso a las sequías.

3º Método de cálculo

En los ríos seleccionados se han tomado las centrales existentes comenzando por la situada más aguas abajo, para terminar con la más aguas arriba calculándose las sumas parciales cada vez que se añade una nueva central. A cada central se ha asignado su coeficiente energético, es decir, la

cantidad de energía que produce con un m³ de agua. Si la central está dotada de embalse regulador con amplia oscilación se han considerado los coeficientes energéticos máximo y mínimo y se ha calculado el que correspondería aun volumen de agua medio, como si un embalse fuera una pirámide triangular invertida, puesto que el coeficiente energético disminuye con el nivel del embalse. Por supuesto si la central es de energía fluyente o si el embalse se mantiene a nivel prácticamente constante durante la explotación (por ser de volumen reducido o por disponer de otro situado aguas arriba que efectúa la regulación), los tres coeficientes son el mismo, incluso si no existe central con embalse regulador en el río, entonces se prescinde de estas distinciones. En los cuadros que ilustran estas notas, se expresa claramente que las columnas 1,3 y 5 corresponden respectivamente a los coeficientes energéticos, máximo, mínimo y medio. En el río Júcar sólo aparece la columna 5, ya que todas las centrales situadas aguas abajo de La Toba (Villalba) son de energía fluyente.

Cuando se ha calculado el coeficiente medio, se ha partido de él, para valorar la energía que se dejaría de producir por Ha suponiendo que dispone de una dotación de 6.000 m³/Ha. Por supuesto que normalmente las dotaciones son más elevadas (en general 8.000 m³), pero se toma esta valor más bajo para compensar los retornos, aunque estos puedan aparecer mucho más aguas abajo. Esta valoración se consigna en la columna 7ª. A la energía así obtenida se la aplica el precio de 10 Ptas/kwh, tanto por ser un precio medio de mercado, como por la facilidad de aplicar otro precio inferior, simplemente multiplicando el resultado consignado por el correspondiente coeficiente reductor y se consigna en la columna 8ª. Finalmente en las columnas 9ª y 10ª se exponen las toneladas equivalentes de carbón (tec) o de petróleo (tep) necesarias para sustituir esa cantidad de energía hidroeléctrica.

En los cálculos, cada vez que se añade una central situada más aguas arriba se arrastra la suma con las anteriores, como ya se ha expuesto, lo que permite conocer las afección de cualquier emplazamiento contemplando las centrales que situadas aguas abajo resultan afectadas.

Como ilustración de estas notas, sin pretender que los cálculos sean exactos, y para que se pueda tener una idea de lo que representa la afección, se incluyen los cálculos correspondientes a los ríos de las cuencas de Tajo, Júcar y Duero.

4º.- Breve análisis de los cuadros

De la simple contemplación del cuadro correspondiente a la cuenca del Tajo, se deduce que un nuevo regadío en la provincia de Cuenca, aguas arriba del Embalse de Buendía, haría disminuir la producción hidroeléctrica en 5.324 kwh al año por Ha, que, a 10 pts/kwh, representan 53.240 ptas/año, equivalentes al capital por Ha de medio millón de pesetas con una rentabilidad del 10%, y que obligaría a incrementar las importaciones de carbón o de petróleo en 2,13 ó 1,225 de toneladas equivalentes respectivamente. Si el nuevo regadío estuviera en Talavera de la Reina, la afección sería de unos 3.000 kwh con mejor climatología que en Cuenca, y si no afectara nada más que a las centrales de Alcántara y Cedillo se reduciría a 1.589 kwh/ha, menos de la cuarta parte que en Cuenca.

En la cuenca del Júcar la diferencia sería más espectacular, cualquier regadío aguas arriba de Alarcón, originaría una disminución de la producción hidroeléctrica de unos 8.600 kwh/Ha., prácticamente equivalentes a una inversión de cerca de un millón de pesetas, mientras que aguas abajo del embalse de Embarcadero, no produciría ninguna disminución en la producción de energía.

CUENCA DEL JUCAR

Río Central	Coeficiente		Medio	kWh/Ha (6000m ³ /Ha)	Ptas. (10ptas/Kwh)	tec.	tep	
	Máximo	Mínimo						
	Acumulado	Acumulado						
Jucar								
Cortes			0.144	0.144	864	8640	0.346	0.199
Alarcón			1.293	1.437	8622	86220	3.449	1.983
La Toba			0.313	1.750	10500	105000	4.200	2.415

Finalmente, en la cuenca del Duero cualquier nuevo regadío, menos los situados a orillas del Huebra, afectaría a las importantes centrales de Saucelle y Aldeadávila, y en la mayor parte de la cuenca además a Castro y Villalcampo, así que como mínimo originarían una reducción de la producción en 2,833 kwh/Ha y en general 3,900 kwh/Ha, pero según sea su ubicación las cifras anteriores pueden ser bastante más elevadas.

5º.- Conclusiones

Tanto si se dan por buenos los cálculos expuestos en los cuadros como si no, es evidente que al calcular la viabilidad económica de una transformación de secano a regadío, es necesario tener en cuenta la valoración de la energía hidroeléctrica que dejaría de producirse en las centrales ya existentes, e incluso en las que se podrían

instalar, lo que no impide que consideraciones políticas y sociales pudieran aconsejar la implantación de regadíos en zonas con peor clima y con menor o nula rentabilidad, pero no debe olvidarse su repercusión en la Economía Nacional. Si sólo se consideraran factores económicos resultaría inconveniente la implantación de regadíos en las cotas altas de España, por la repercusión que tendría en la Economía Nacional y en el Medio Ambiente, cuando además en esas cotas el clima es menos favorable.

También hay que tener presente que, aunque la actual Ley de Aguas, así como la anterior, dan preferencia a los regadíos sobre los aprovechamientos hidroeléctricos, si para dotar de caudales a un regadío es necesario reducir los caudales de concesión de una central hidroeléctrica, ello conllevará una expropiación parcial del caudal concedido, y al calcular el "justiprecio" sobre la valoración de la energía que deja de producir el caudal expropiado se añade el % de afección, lo que es otro factor de incidencia negativa en la transformación de secanos en regadíos aguas arriba de centrales hidroeléctricas. ■

CUENCA DEL DUERO

Río Central	Coeficiente						kWh/Ha (6000m ³ /Ha)	Ptas. (10ptas/Kwh)	Tec.	Tep.
	Máximo	Mínimo	Medio	Acumulado	Acumulado	Acumulado				
Duero										
Saucelle	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	0.146	876	8760	0.350	0.201
Aldeadávila	0.328	0.474	0.328	0.474	0.328	0.474	2844	28440	1.138	0.654
Castro	0.089	0.563	0.089	0.563	0.089	0.563	3378	33780	1.351	0.777
Villalcampo	0.087	0.650	0.087	0.650	0.087	0.650	3900	39000	15.60	0.897
San José	0.016	0.666	0.016	0.666	0.016	0.666	3996	39960	1.598	0.919
Los Rábanos	0.020	0.686	0.020	0.686	0.020	0.686	4116	41160	1.646	0.947
Cuerda del Pozo	0.073	0.759	0.073	0.759	0.073	0.759	4554	45540	1.822	1.047
Tormes										
Hasta Aldeadávila	0.474	0.474	0.474	0.474	0.474	0.474	2844	28440	1.138	0.654
Almedra	0.843	1.317	0.588	1.062	0.738	1.212	7272	72720	2.909	1.673
Villagonzalo	0.021	1.338	0.021	1.083	0.021	1.233	7398	73980	2.959	1.702
Santa Teresa	0.110	1.448	0.030	1.113	0.088	1.321	7926	79260	3.170	1.823
Pisuerga										
hasta S.José	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	3996	39960	1.598	0.918
Aguilar	0.096	0.762	0.018	0.684	0.076	0.742	4452	44520	1.781	1.024
La Requejada	0.112	0.874	0.040	0.724	0.090	0.832	4992	49920	1.997	1.148
Carrion										
hasta S.José	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	3996	39960	1.598	0.919
Compuerto	0.393	1.059	0.218	0.884	0.328	0.994	5964	59640	2.386	1.372
Camproredondo	0.117	1.176	0.040	0.924	0.994	1.088	6528	65280	2.611	1.501
Tera										
Hasta Vallacám	0.650	0.650	0.650	0.650	0.650	0.650	3900	39000	1.560	0.897
Ricobayo	0.216	0.866	0.074	0.724	0.173	0.823	4938	49380	1.975	1.136
Cernadilla	0.133	0.999	0.100	0.824	0.106	0.929	5574	55740	2.230	1.282
Puente Porto	1.318	2.317	1.318	2.142	1.318	2.247	13482	134820	5.393	3.101
Orbigo										
EO	0.650	0.650	0.650	0.650	0.650	0.650	3900	39000	1.560	0.897
Ricobayo	0.216	0.866	0.074	0.724	0.173	0.823	4938	49380	1.975	1.136
S. Isidoro	0.448	1.314	0.150	0.874	0.360	1.183	7098	70980	2.839	1.633
Riaza										
hasta S.José	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	3996	39960	1.598	0.919
Linares	0.200	0.866	0.060	0.726	0.160	0.926	4956	49560	1.982	1.140
Duración										
Hasta S.José	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	0.666	3996	39960	1.598	0.919
Las Vencías	0.200	0.866	0.200	0.866	0.200	0.866	5196	51960	2.078	1.195
Burgomillodo	0.061	0.927	0.020	0.886	0.049	0.915	5490	54900	2.196	1.263