

3



MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

CHD OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

R/ENTRADA N.º 35

R/SALIDA N.º 28121204

FECHA 28/2/2011

Confederación Hidrográfica del Duero

Presidencia

25/02/2011

ENTRADA N.º 32

25/02/2011

Fecha envío: 23.12.2010
N.º Registro:

65 - 101/2311
6 - 101/2724

Secretaría de la Ministra

A:

- Subsecretario
- Secretaria General Técnica
- Director/a General de Servicios
- SE de Cambio Climático
- Director/a Oficina Española del Cambio Climático
- Director/a General de Calidad y Evaluación Ambiental
- SE de Medio Rural y Agua
- Secretaría General de Medio Rural
- Director/a General de M. Natural y Política Forestal
- Director/a General de Recursos Agrícolas y Ganaderos
- Director/a General de Desarrollo Sostenible del M. Rural
- Director/a General de Industria y Mercados Alimentarios
- Director/a General del Agua
- Secretaria General del Mar
- Director/a General de Ordenación Pesquera
- Director/a General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar
- Director/a General de Recursos Pesqueros y Acuicultura
- Director del Gabinete de la Ministra
- Director de Comunicación

- Conocimiento y efectos Fecha límite
- Informar
 - Despachar
 - Preparar contestación a la firma de:
 - Contestar directamente con copia a esta Secretaría
 - Tramitar
 - Comité de Dirección
 - Comité de Dirección
 - Reunión día:

OBSERVACIONES

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA
REGISTRO

05 ENE 2011

Entrada: 120/36

Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino

22 DIC 2010

Secretaría Particular del Secretario de Estado de Medio Rural y Agua

ENTRADA 1373

CHD

P. SE A COM+DT+OPH

PARA CONOCIMIENTO

PARA INFORMAR

PARA DESPACHO

PARA PREPARAR CONTESTACIÓN

PARA DESPACHO

PARA REUNIÓN

FECHA: 28/2/2011

FIRMA: [Signature]

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA
UNIDAD DE APOYO

N.º 36+644

INFRAESTRUCT.
C.H. DUERO

Para propuesta de contestación

Para informe

Para conocimiento

Fecha: 15 FEB 2011

Firma: [Signature]



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE,
Y MEDIO RURAL Y MARINO

SECRETARÍA DE ESTADO
DE MEDIO RURAL Y AGUA

DIRECCIÓN GENERAL
DEL AGUA

SUBDIRECCIÓN GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS
Y TECNOLOGÍA

NOTA INTERIOR

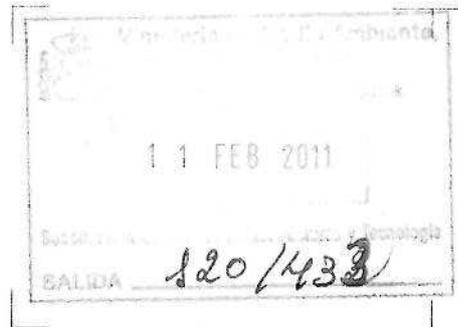
S/REF.

N/REF.

FECHA 11 de febrero de 2011

ASUNTO ESCRITO DE D. EVARISTO SAN VICENTE
CALLEJO RELATIVO AL AGUA
EXCEDENTE EN LA CUENCA DEL DUERO

DESTINATARIO: UNIDAD DE APOYO DE LA DIRECCIÓN
GENERAL DEL AGUA



Analizada la documentación aportada se informa lo siguiente:

1º.- En es escrito se hace referencia a dos estudios: uno sobre el valor económico, social y ambiental de las aguas excedentes del Ebro y otro sobre el valor económico, social y ambiental de las aguas excedentes del Duero. En la citada documentación solo consta el segundo, relativo al Duero.

2º.- Tanto en el escrito como en el estudio relativo al Duero se habla de "innovación tecnológica de Presa Aérea de Derivación de Caudales" sin que se haya podido determinar en qué consiste ni en qué fundamento técnico está basada.

3º.- El referido informe sobre los excedentes del Duero consta de un prolijo análisis de caudales, potencias hidroeléctricas instaladas o por instalar, consumos y costes de energía, etc. de difícil constatación por esta Unidad.

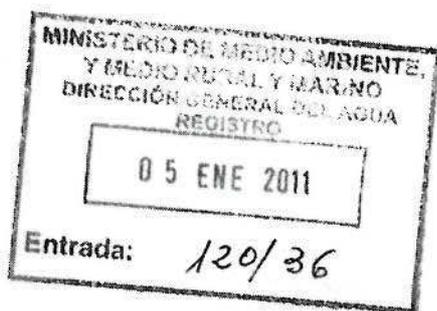
4º.- Como consecuencia de ponerse en práctica las sugerencias del informe, habría que modificar las concesiones actuales (cuyos costes no parecen evaluarse) y, además, se afectaría la actual planificación hidrológica.

En consecuencia con lo anteriormente expuesto, se propone su remisión a la Confederación Hidrográfica del Duero para su análisis y posibilidad de que esta opción pueda ser contemplada en la futura planificación de la Demarcación Hidrográfica del Duero.

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA UNIDAD DE APOYO	
Nº	644
	36/2011
	C.H. DUERO
	Para propuesta de contestación
	Para informe
	Para conocimiento
Fecha	15 FEB 2011 Firma:

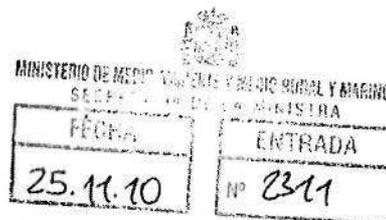
LA SUBDIRECTORA GENERAL

Rosa Sofía Xuclá Lerma



Cartagena, 22 de noviembre de 2010

Excma. Sra. D^a. Rosa Aguilar Rivero
Ministra de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino
Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino
Paseo de Infanta Isabel, 1
28071 MADRID



Excma. Sra.

Permítame que me presente: Evaristo San Vicente Callejo, Ingeniero Técnico en Mecánica, Ex Director General de Carreteras de la C. A. de Murcia.

En principio me place felicitarla por su nombramiento de Ministra de Medio Ambiente, así como por su acierto en elegir a Pedro Antonio Ríos para un alto cargo en ese Ministerio. Le conozco personalmente, como persona honesta y trabajadora, en quien se puede confiar.

Como ministra, usted va ha tener la opción de hacer cosas, dejar huella, como ya hizo en Córdoba de alcaldesa. Para esto la escribo, para pedirle que haga ciertas cosas.

Adjunto le remito dos estudios: uno sobre el valor económico, social y ambiental de las aguas excedentes del Ebro y otro sobre el valor económico, social y ambiental de las aguas excedentes del Duero para que, si le parece oportuno, se lo de a técnicos (Ingenieros de Caminos) de su Ministerio para que le presenten informe sobre ello.

Para ilustrarla brevemente en el tema, voy a utilizar esta carta.

Hace más de 77 años que un político manifestó en público la necesidad de traer a las tierras de Murcia un caudal trasvasado de 1.000 Hm³/año. En 1979, terminado el canal del Trasvase Tajo-Segura comenzó a trasvasar agua a las tierras de Murcia. Con altos y bajos, no exento de problemas en su funcionamiento, al día de hoy, creo que no nos equivocariamos si dijéramos que no se está haciendo nada para cumplir con el objetivo apuntado en aquel año de 1933.

No hacer nada, significa que se están perdiendo (ver estudio) beneficios empresariales en el origen del valor económico del agua, por valor de 153 millones de euros por año. El Estado (ingresos del Gobierno) está perdiendo ingresos por valor de 230 millones de euros por año, entre impuestos a la electricidad que no se genera y la Rentabilidad Fiscal que no se produce, porque no llega el agua a las tierras de Murcia. Se están perdiendo beneficios ambientales en las riberas y cauces de los río Duero y Ebro y, se están perdiendo beneficios sociales en las Comunidades Autónomas de Valencia, Murcia y Aragón: sin que la consecución de estos beneficios perjudicara a nada ni a nadie.

Por lo que conozco de usted, creo que es persona que entiende el cargo público como la oportunidad para hacer algo en beneficio de la sociedad, esta es la razón por la que me atrevo a escribirle, porque conecto con esa visión del cargo público.

De los estudios que adjunto, se pueden extraer muchos de los datos para confeccionar la base de proyectos de Concesión Administrativa para la construcción, mantenimiento y explotación de obras de aprovechamiento del agua excedente de los ríos Duero y Ebro:

Presa Aérea de Derivación de Caudales, situada en, con capacidad de bombeo de Kwh. Embalse de decantación de M2 de extensión. Tubería de presión de M3/s de capacidad de bombeo, de Km. de longitud. Etc. Etc. Precios del agua al consumidor. Caudales ecológicos de los ríos. Beneficios máximos y mínimos de empresa. Etc. Etc. Plazos para la construcción de cada obra. Fecha de puesta en servicio. Instalaciones nuevas o adicionales. Expropiación de terrenos, fórmulas de pago de la expropiación Etc. Etc. Todo ello sin que tenga que desembolsar un solo euro El Estado y, aunque Europa vive tiempos difíciles, quizás pudiéramos aprovechar parte de aquellos 1.262 millones de euros disponibles para subvenciones.

España, como la mayoría de los países, se encuentra en una situación complicada para salir de la crisis. A los españoles nos preocupa nuestra crisis y aunque estas obras que propongo no ingresarían a las arcas del Gobierno dineros inmediatos ni tampoco crearían empleos inmediatos, si podrían, para un plazo aproximado de año y medio, estar contratadas y en el comienzo de su ejecución.

Además de los beneficios económicos, sociales y medioambientales que estas obras reportarían para la Cuenca Mediterránea, Castilla La Mancha, Castilla-León, Aragón y, posiblemente Navarra, sin perjudicar a ningún territorio; está el beneficio político de poder presentar la ejecución de unas obras que, hasta ahora, no ha sabido hacer nadie.

Las tres provincias valencianas, Murcia y Almería dispondrían de esa agua que necesitan para su total desarrollo agrícola, turístico e industrial. También Aragón podría disponer del agua que demanda.

Los estudios que le presento están en total consonancia con el Programa A.G.U.A. del Gobierno en tanto en cuanto contemplan el *valor económico, social y ambiental* del agua excedente en las riadas de los ríos Ebro y Duero que, con la misma técnica puede ser ampliable a toda España, principalmente a los ríos Guadalquivir, de Galicia y de la Cornisa Cantábrica; aprovechando la *innovación tecnológica de Presa Aérea de Derivación de Caudales*.

Lo que le estoy pidiendo, no es fácil. Si se toma la molestia de echar un vistazo detenido a los dos estudios que adjunto, se dará cuenta de que llevan muchas horas de trabajo, algunos viajes, borradores, consultas, correcciones muchas, hasta conseguir lo que le presento. Se que usted puede hacerlo, porque sabe que cuanto más difícil de alcanzar se presenta el objetivo, mayor es el placer cuando se consigue. YO LO HARÍA.

Reciba un cordial saludo.


Evaristo San Vicente Callejo

EVARISTO SAN VICENTE CALLEJO
C/ Soldado Rosique, 1 - 15ª Izq.
30205 CARTAGENA (Murcia)
Tel. 968 50 67 84

VALOR ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL DEL AGUA EXCEDENTE EN LA CUENCA DE DUERO

Bancos de agua Duero 1 y Pisuerga 1
Innovación: Presa Aérea de Derivación de Caudales

Por: Evaristo San Vicente Callejo
Ingeniero Técnico en Mecánica
Ex Director General de Carreteras de la Región de Murcia.
Cartagena, 22 de noviembre de 2010

EVARISTO SAN VICENTE CALLEJO
C/ Soldado Rosique, 1 - 15º Izq.
30205 CARTAGENA (Murcia)
Tel. 968 50 67 84

Murcia y el agua

PRÓLOGO

Un tema viejo: Manuel Lorenzo Pardo e Indalecio Prieto, conferencia en Alicante, febrero de 1933. Francisco Franco, construcción de los embalses Entrepeñas y Buendía y del Canal del trasvase Tajo-Segura para una capacidad de 1.000 Hm³/año. Se comienza a trasvasar agua a la cuenca del Segura en 1979. Al día de hoy, Murcia sigue sin solucionar sus problemas de agua.

El agua desalada del mar.- Debería ser el último recurso, por su precio en origen, y el gran consumo de energía. Desalar 1 Hm³ de agua del mar, consume 4.349.917 Kwh. en el compresor principal. A esta cifra, habría que sumarle el consumo de las bombas auxiliares.

El costo de desalinizar agua se ha de calcular con los componentes de: amortización de obras e instalaciones, costo de explotación, costo de mantenimiento y periodo de vida de la instalación.

Las aguas del Tajo.-Un estudio de los aforos de la cabecera del Tajo en los últimos 26 años (1980-2006) viene a demostrar que el agua captada por los embalses Entrepeñas y Buendía, da una media de 732 Hm³/año, de los que serían excedentes 350 Hm³: descontados evaporación, caudales ecológicos y de servicio hasta Aranjuez.

El aprovechamiento de los embalses Entrepeñas y Buendía y de las obras del trasvase Tajo-Segura, está demandando aguas complementarias o sustitutorias de las de la cabecera del Tajo.

El río Duero y su afluente Pisuerga.- Disponen de caudales excedentes, en las riadas, que no pueden ser captados por sus embalses para riegos, suministros urbanos o generación de electricidad. Estos caudales, captados mediante la innovación **Presa Aérea de Derivación de Caudales**, pueden complementar o sustituir los de la cabecera del río Tajo.

Presa Aérea de Derivación de Caudales.- Es una innovación de las actuales presas para contención de agua y creación de embalses que, por sus peculiares características ha obtenido patente de invención.

Puede ser instalada en zona llana del cauce del río, sin cerradas naturales y sin inundar vegas ni poblados. Su objetivo es permitir, sin posibilidades de graduar o cortar, el paso de un caudal de agua predeterminado y constante a la vez que derivar caudales superiores hacia uno o ambos márgenes del cauce del río, para poder ser trasvasados.

Estudio sobre los valores económico, social y ambiental del agua.- Planteamos dos opciones:

Opción 1. Complementar el excedente de la cabecera del río Tajo con 650 Hm³ año de la cuenca del río Duero.

Opción 2. Sustituir el agua excedente de la cabecera del río Tajo con 1.000 Hm³/año de la cuenca del río Duero.

En ambas opciones se toman en consideración los valores económico, social y ambiental del agua, con el objetivo de garantizar su disponibilidad y su calidad, mejorando los sistemas medio ambientales asociados.

ESTUDIO ECONÓMICO. TRASVASE DE HASTA 1.000 HM³/AÑO DE AGUA A LA CUENCA DEL SEGURA.

EL RIO TAJO

Creemos que es el río de España mejor regulado para generación de electricidad, desde Entrepeñas/Buendía a Cedillo.

Las aguas de su cuenca, pueden haber dado el servicio de suministro urbano, ganadero o industrial, o regadíos de huertas. Las residuales, convenientemente depuradas; y las escorrentías irán al cauce del Tajo donde, en el primer embalse que las acoja, y de ahí en todos los saltos de agua río abajo, generarán electricidad hasta la frontera con Portugal.

Dos grandes embalses en la cabecera, Entrepeñas (1956) y Buendía (1958), con una capacidad de 2.474 Hm³, evitan riadas, regulan la cabecera y el curso medio del río y sirven como reserva para el trasvase a la cuenca del río Segura. Otros dos grandes embalses, ya en Extremadura, Valdecañas (1964), de 1.446 Hm³ de capacidad, y Alcántara (1969), de 3.160 Hm³ de capacidad, retienen las aguas del río en el último tramo español y las regulan para generación de electricidad.

Si el agua embalsada en Entrepeñas y Buendía, se envía río abajo, Genera electricidad en los saltos de: Bolarque, Azután, Valdecañas, Torrejón, José María de Oriol y Cedillo. También en los saltos de Entrepeñas y Buendía.

De la fórmula $Pe = \rho \cdot 9.81 \cdot nt \cdot ng \cdot nm \cdot Q \cdot H$; en la que:

Pe = Potencia en vatios (w)

ρ = Densidad del fluido en Kg/m³ (agua = 1.000 Kg/m³)

nt = Rendimiento de la turbina hidráulica (entre 0.75 y 0.90): tomamos 0.894.

ng = Rendimiento del generador eléctrico (entre 0.92 y 0.97): tomamos 0.963.

nm = Rendimiento mecánico del acoplamiento turbina alternador (entre 0.95 y 0.99): tomamos 0.981.

Q = Caudal turbinable en m³/s.

H = Desnivel disponible en la presa entre aguas arriba y aguas abajo, en metros (m).

Hemos obtenido los siguientes resultados:

<u>Central Hidroeléc.</u>	<u>Potencia MW</u>	<u>Unidades</u>	<u>Salto en m.</u>	<u>Capacidad embalse Hm³</u>	<u>Embalsado Hm³</u>	<u>Caudal neceser. m³/s</u>	<u>m³ para 1 KWh.</u>
<u>Entrepeñas</u>	24.4		70	835 Hm ³	357	42.00 m ³ /s	6.196
<u>Buendía</u>	20.878		60	1.639 Hm ³	363	42.00 m ³ /s	7.242
<u>Bolarque I</u>	15		36	31 Hm ³	27	50.290 m ³ /s	12.070
<u>Azután</u>	180	3	32	113 Hm ³	66	678.923 m ³ /s	13.578
<u>Valdecañas</u>	225	3	75	1.446 Hm ³	1.151	362.092 m ³ /s	5.794
<u>Torrejón</u>	130	4	48	188 Hm ³	176	326.889 m ³ /s	9.052

<u>José M^a de Oriol</u> (Alcántara)	934	4	108	3.160 Hm ³	2.701	1.043.810 m ³ /s	4.023
<u>Cedillo</u>	473	4	48	260 Hm ³	227	1.189.373 m ³ /s	9.052

(Caudal necesario, para generar la máxima potencia de la central hidroeléctrica)

1 HM³ DE AGUA DESEMBALSADA EN ENTREPEÑAS Y ENVIADA RÍO ABAJO, generaría la energía siguiente, en Kwh.:

Entrepeñas	161.394 Kwh.
Bolarque I	82.850 Kwh.
Azután	73.648 Kwh.
Valdecañas	172.592 Kwh.
Torrejón	110.472 Kwh.
José M ^a de Oriol	248.570 Kwh.
Cedillo	110.472 Kwh.
TOTAL	959.998 Kwh. Generados por 1 Hm³ de agua

desde Entrepeñas hasta Cedillo, ambas incluidas. A partir de Cedillo, el agua pasa la frontera con Portugal.

VALOR ECONÓMICO DE 1 HM³ DE AGUA (959.998 KWH). Suponiendo la totalidad de la energía consumida en Tarifa ATR 2.0A: precios B.O.E. del 30/06/2010.

Para **Eléctrica**: 0.0931 €/ Kwh. **89.375,81 euros.**

Para **El Estado**: 0,0775 €/ Kwh. **74.399,84 euros.**

UN CAUDAL DE 350 HM³/AÑO QUE NO SE TRASVASARA A MURCIA

Generarían 959.998 Kwh. x 350 Hm³ = **335.999.300 Kwh.**

Para Eléctrica: 9.375.81 € x 350 Hm³ = **31.281.533,50 euros/año.**

Para El Estado: 74.399.84 € x 350 Hm³ = **26.039.944,00 euros/año.**

Para Eléctrica: Valor del CO₂. Compromiso de Kyoto: 0.625 Kg. de CO₂ por Kwh. generado: 14.66 € por tonelada de CO₂. 335.999.300 Kwh. x 0.625 Kg. = 209.999 Toneladas de CO₂ x 14.66 €/Ton. = **3.078.593 euros.**

AFOROS EN LA CABECERA DEL TAJO 1980 – 2006. (Comisaría de Aguas del Tajo)
Estación de aforos N^o 5, río Tajo, en Trillo.

Entre 1936 y 1980, los caudales aforados en esta estación, que capta las aguas de 3.353 Km² dieron una media de 694.4 Hm³/año. Entre 1980 y 2006, la media aforada baja a 419.185 Hm³/año.

Estación de aforos N^o 45, río Escabas, en Priego.

Capta las aguas de 345 Km². La media aforada entre 1980 y 2006 es de 108.695 Hm³/año.

Estación de aforos N^o 41, río Guadiela, en Alcántara.

Capta las aguas de 666 Km². La media aforada entre 1980 y 2006 es de 161.092 Hm³/año.

Estación de aforos N^o 270, río Ompovelda, en Pareja.

Capta las aguas de 117 Km². La media aforada entre 1989 y 2006 es de 5.200 Hm³/año.

Estación de aforos N^o 173, río Guadalmejud, en La Peraleja.

Capta las aguas de 253 Km². La media aforada entre 1980 y 2006 es de 7.516 Hm³/año.

Estación de aforos N^o 172, río Mayor, en Huete.

Capta las aguas de 460 Km². La media aforada entre 1979 y 2006 es de 15.970 Hm³/año.

Estación de aforos Nº 186, río Trabaque, en Priego.

Capta las aguas de 361 Km². La media aforada entre 1980 y 2006 es de 14.696 Hm³/año.

Sumando las medias de las cuatro estaciones de aforos, nos da un total de 732,354 Hm³/año; captados en 5.555 Km² de terreno. Aportación media de los últimos 26 años.

Si a este caudal medio le restamos una evaporación estimada del 8 % y un caudal ecológico y de servicio, entre la cabecera del Tajo y Aranjuez, de 315.360 Hm³/año: quedan de **excedentes una media de 358,406 Hm³/año.** Trasvasables a la Cuenca del Segura, según Ley.

Resulta evidente que la Cabecera del Tajo no puede satisfacer las capacidades de la obra del Trasvase Tajo-Segura, construida para trasvasar hasta 1.000 Hm³/año. Por lo que, parece que debería imponerse la idea de **complementar el caudal de la cabecera del Tajo para poder trasvasar 1.000 Hm³/año. También se podrían sustituir los caudales trasvasables de la Cabecera del Tajo.**

POSIBLE PROCEDENCIA DEL AGUA COMPLEMENTARIA O SUSTITUTORIA DE LA CABECERA DEL TAJO

Del Ebro, en Castejón, no.- Según datos de la estación foronómica 9002, en el río Ebro, en Castejón, aporta un caudal medio (últimos 20 años) de 5.313.8 Hm³. Si se extraen 1.000 Hm³/año, todavía queda agua suficiente para un caudal medio de 136,7 m³/s. Utilizando Presa Aérea de Derivación de Caudales, esta extracción no afectaría a los caudales mínimos, si en cambio rebajaría los máximos y los punta, con lo que evitaría algunas inundaciones.

El primer problema está en que el Ebro, en Castejón discurre a 300 m.s.n.m. El camino más corto es un canal hasta el Duero en Soria. Aquí, el Duero se sitúa a 900 m.s.n.m.

El costo de la energía para bombear el agua desde 300 a 900 m.s.n.m. (600 metros superior), lo hace económicamente inviable: ligeramente inferior a la energía consumida para desalar el agua del mar.

El costo de obras del Ebro al Duero y de este al Tajo más la suma del costo de la energía podría hacer que esta agua, puesta en Murcia, resultase a un precio por m³ igual o superior al del agua desalada en las costas de Murcia, desestimadas subvenciones en uno y otro caso.

Del Ebro, en el embalse de Mequinenza, no.- Con ligeras diferencias vendría a resultar un caso parecido al de agua del Ebro en Castejón, si se quiere aprovechar el ya construido canal del trasvase del Tajo al Segura.

En caso contrario, procedería construir un nuevo canal paralelo a la costa mediterránea. Pero en Mequinenza, las aguas del Ebro están demandadas por:

- 1.- Las centrales hidroeléctricas de Mequinenza, Riba Roja, Flix y Xerta.
- 2.- Cataluña (Tarragona y Barcelona).
- 3.- Los regadíos del Delta.
- 4.- El caudal ecológico del cauce del Delta.
- 5.- Las tierras e instalaciones industriales del Bajo Ebro.

Demasiadas demandas, para llegar a un acuerdo: aun con el concurso de **Presa Aérea de Derivación de Caudales.**

Del Duero, es posible.- Veamos, más adelante, un estudio de trasvase de hasta 1.050 Hm³ año de agua desde la cuenca del Duero a los embalses de Entrepeñas y Buendía.

CREACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE BANCOS DE AGUA

Se trataría de concesiones administrativas, por el máximo tiempo posible (75 a 100 años) con capital privado.

Objetivo del Banco de Agua.- Captar las aguas excedentes en un determinado lugar del río y embalsarlas en terrenos de escaso valor económico y ecológico, o en los embalses ya construidos, para venderlas, a precio de mercado, incluidos trasvases, allí donde sean demandadas: suministro urbano/industrial, regadíos, generación de electricidad, etc.

a.- Regadíos, beneficio social.- El agricultor, dependiendo del clima, del sistema de riego y del producto que quiera obtener, podrá pagar un determinado precio por el agua. En la cuenca mediterránea, donde la otra opción es el agua desalada del mar, el agua de lluvia trasvasada puede ser rentable en la explotación de todos los terrenos regables a un precio que no podrían pagar en ninguna otra región de España. El rendimiento es muy variable desde cítricos y hortalizas hasta claveles y rosas, para consumo interno y exportación.

Precios del agua para riegos.

En 1997, los regantes de la Cuenca del Segura pagaron el agua trasvasada del Tajo a 0,115270 €/m³ (S.C.R.A.T.S).

En 2007 (L.V. 11/07/2007). Los regantes de Lorca aceptaban el agua de las desaladoras a 0,36 €/m³, a pie de planta; que calculaban se pondrían en 0,40 €/m³ en la Casa Mata del casco urbano de Lorca.

En 2008, los regantes de la Cuenca del Segura compran 93 Hm³ de agua a los regantes de Estremera, (agua del Tajo), al precio de 0,22 €/m³.

A la vista de lo anterior, parece ser que precios de agua dulce para riegos entre 0,115270 €/m³ y 0,22€/m³ serían aceptados. Para nuestros cálculos, tomaremos **0,18031 €/m³ en Opción 1, para un caudal de 534 Hm³/año neto para riego; y 0,1700 €/m³ en opción 2, para un caudal de 800 Hm³/año neto para riego.**

Opción 1. 534.000.000 m³ x 0,18031 €/m³ = **96.285.540 euros. Valor.**

Opción 2. 800.000.000 m³ x 0,1700 €/m³ = **136.000.000 euros. Valor.**

Precios del agua para suministros

En 1997 se adquirieron 140,00 Hm³ de agua del trasvase Tajo Segura para abastecimiento al precio de 0,1509350 €/m³, en los 7 años siguientes, se adquirieron 155,00 Hm³/año (S.C.R.A.T.S.).

En factura de 24/05/2010., AGUAS DE MURCIA cobra un **precio unitario de 1,095709 €/m³**; además de *cuota de servicio de agua, conservación de contador, cuota servicio alcantarillado, consumo de alcantarillado I.V.A. AL 7%, I.V.A. AL 16%, Cuota servicio canon de saneamiento y cuota consumo canon de saneamiento.* En un total de 35,50 euros para un consumo de 9,00 m³ de agua, que viene a resultar en **3,9444 €/m³ consumido.**

Si tomamos como referencia el 50 % del precio que Aguas de Murcia le cobra al consumidor (*precio unitario del agua*), tendríamos un **precio unitario de de 0,5479 €/m³.**

Opción 1. 100.000.000 m³ x 0,5479 €/m³ = **54.790.000 euros. Valor.**

Opción 2. 150.000.000 m³ x 0,5479 €/m³ = **82.185.000 euros. Valor**

Como referencia práctica, a Aguas de Murcia, se le podría aplicar como precio anual el **50 % del precio unitario** aplicado al consumidor en el año anterior.

Beneficiarios de un banco de agua.- Deberán ser beneficiarios:

- 1.- La empresa concesionaria, gestora del Banco de Agua.
- 2.- La Confederación Hidrográfica a la que pertenece el río, cuando se trate de trasvases a otras Confederaciones Hidrográficas; mediante cuota o canon de origen por metro cúbico trasvasado.
- 3.- El municipio donde se instale la "presa aérea de derivación de caudales"; por la misma razón que la Confederación Hidrográfica.
- 4.- Los propietarios de los terrenos expropiados para construcción de embalses e instalaciones.
- 5.- El propio río y sus usuarios, aguas abajo de la instalación. Regulación constante de un caudal ecológico (Beneficio medio ambiental).
- 6.- En términos generales, debe considerarse beneficiario el Gobierno Regional del Territorio originario del agua; por mejoras medio ambientales en el territorio y en el propio río y sus riberas; por mejoras económicas del municipio donde se construyen las instalaciones, la Confederación Hidrográfica, y los particulares expropiados.

BANCOS DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO DUERO.

El Duero tiene un excedente de agua. Este excedente discurre, en las avenidas de diciembre y marzo, principalmente, por el tramo central, de 500 Km. de longitud y suave pendiente, de 1 m/Km., donde solo dispone de dos embalses: los Rábanos y San José, de 8 y 6 Hm³ de capacidad, respectivamente.

El Pisuerga, en Valladolid. Tiene el excedente que le proporciona su propia cuenca y sus afluentes Carrión, Arlanza y Arlanzón.

Ambos excedentes, del Duero y el Pisuerga, que se manifiestan en las grandes avenidas, no pueden ser retenidos por los embalses de Los Arribes del Duero, por su poca capacidad de embalse, con ligera excepción de las presas de Bemposta (Portugal) 129 Hm³, Aldeadávila (115 Hm³) y Saucelle (181 Hm³) a embalse vacío: no más del 25% a nivel normal; por lo que el mayor caudal del agua excedente acaba siendo evacuada por los aliviaderos de las presas, entrando en Portugal a cota de 200 m.s.n.m.

BANCO DE AGUA DUERO, 1.

JUSTIFICACIÓN.- Desde que en 1979 se puso en funcionamiento el Trasvase Tajo-Segura, la cabecera del Tajo (según datos de la Comisaría de Aguas del Tajo) no ha respondido al aporte de agua (hasta 1.000 Hm³ año) para el que fue construida la obra. Los afloros de los últimos 20 años, muestran que la cabecera del Tajo, en largos periodos de sequía, solo dispone de una media de 350 Hm³ año de excedente.

La cuenca del Segura sigue demandando 1.000 Hm³ año pues, con la producción de los caudales trasvasados, se ha demostrado que los cálculos de productividad del terreno fueron acertados. Para aprovechar la obra del Trasvase Tajo-Segura y aportar el agua demandada en ese territorio mediterráneo, es para lo que proponemos las siguientes alternativas:

1.- Complementar los 350 Hm3/año excedentes de la cabecera del Tajo con 650 Hm3/año excedentes de la cuenca del Duero.

2.- Sustituir las aguas del Tajo por aguas de la cuenca del Duero para trasvasar 1.000 Hm3/año a las tierras mediterráneas.

La obra del Trasvase Tajo-Segura y los embalses de Entrepeñas y Buendía, habrían de alquilarse al Estado para una reserva de hasta 1.500 Hm3 de agua procedente de la cuenca del Duero, y trasvase de hasta 1.000 Hm3/año de agua de la cuenca del Duero a la del río Segura.

AGUAS EXCEDENTES EN EL DUERO

1.- Navapalos, río Duero, entre Almazán y San Esteban de Gormaz.

Computados los datos de aforos de los últimos 17 años, da una media de 563.4 Hm3/año; con caudales mínimos de entre 10.35 y 3.09 m3/s y máximos instantáneos de entre 13.80 y 275.00 m3/s.

Si establecemos un caudal constante de 10.0 m3/s, **Habría un excedente de 248 Hm3/año**, trasvasables a la cabecera del Tajo, **240 Hm3 neto**; considerando pérdida por evaporación del 3 %. El caudal constante de 10.0 m3/s se convertiría en caudal ecológico del Duero entre Navapalos y la desembocadura del Pisuerga; más las aportaciones de los ríos Riaza, Duratón y Cega, por la margen izquierda; y los ríos de menor caudal de la margen derecha. Habría una mejora de caudal en todo este tramo del cauce del Duero en las estaciones secas.

2. Cabezón de Pisuerga, río Pisuerga, aguas arriba de Valladolid.

Computados los datos aforados en los últimos 20 años, da una media de 1.817.300 Hm3/año, con aportaciones máxima de 5.076 Hm3 (2000-01) y mínima de 638 Hm3 (1988-89); con caudal máximo instantáneo de 2.370 m3/s y mínimo de 4.03 m3/s.

Si establecemos un caudal constante de 25 m3/s, equivalente a 788 Hm3/año, quedaría un excedente medio de 1.029 Hm3/año; **trasvasables a la cabecera del Tajo hasta 850 Hm3/año, neto.**

COMPLEMENTAR LA CABECERA DEL TAJO PARA TRASVASAR AL SEGURA HASTA 1.000 HM3/AÑO

<u>Procedencia del agua, en Hm3.</u>	<u>Entrepeñas</u>	<u>La Bujeda</u>	<u>Talave</u>
	<u>Buendía</u>		
Desde la cabecera del Tajo al Segura.	350	333,33	316,64
Desde el Duero, Navapalos, a cabecera del Tajo	240	228.58	217.16
Desde Cabezón del Pisuerga, a cabecera del Tajo.	460	438.09	416.20
Totales	1.050	1.000,00	950,00 Hm3

Se contempla una pérdida por evaporación del 5 % en los embalses de Entrepeñas y Buendía y en el trayecto hasta el embalse de La Bujeda, del cual deben partir 1.000 Hm3/año. Se considera otra pérdida del 5 % en el canal desde La Bujeda al embalse de Talavé y en el paso por el embalse de Alarcón. Se calcula la llegada de 950 Hm3/año, netos al embalse de Talavé. Se disminuirían pérdidas si se recubren las partes del canal a cielo abierto.

SUSTITUIR LAS AGUAS DE LA CABECERA DEL TAJO TRASVASABLES A LA CUENCA DEL SEGURA POR LAS DEL DUERO Y PISUERGA.

<u>Procedencia del agua, en Hm3.</u>	<u>Entrepeñas</u>	<u>La Bujeda</u>	<u>Talave</u>
	<u>Buendía</u>		
Desde el Duero, Navapalos, a cabecera del Tajo.	240	228,58	217,16
Desde Cabezón de Pisuerga, a cabecera del Tajo.	810	771,42	732,84
Totales	1.050	1.000,00	950,00 Hm3

Se contempla una pérdida por evaporación del 3 % en los embalses de Pisuerga y Duero 1, y los mismos 5 % entre Entrepeñas y La Bujeda y 5 % entre La Bujeda y Talave, que en el ejemplo anterior.

BANCO DE AGUA EN NAVAPALOS

Presa Aérea de Derivación de Caudales, en el río Duero.

Se habría de situar en el cauce del río Duero, aguas abajo de su confluencia con el río Ucero, a cota de 863 m.s.n.m. Tendría capacidad de coleccionar hasta 500 Hm3/año de aguas excedentes, procedentes de la cabecera de la cuenca del Duero, incluido el río Ucero.

Bombeo del agua desde los canales de derivación al embalse de decantación.- Para la redacción del proyecto, se deberá estudiar el rendimiento de dos sistemas posibles:

a). Bombeo mediante bombas acopladas de forma individual a motor Diesel, tipo "Common rail"; que vayan activándose, de forma automática, en batería, a medida que aumenta el nivel de agua en el canal de derivación y desactivándose a medida que disminuye.

La descarga de cada bomba, estará conectada a tubería de impulsión, donde se situará una válvula de retención que, actuada por muelle metálico tensionado, cierre el camino de retorno del agua a la bomba. Cada tubería de descarga, irá conectada a una tubería general de descarga del agua al embalse de decantación.

El embalse o embalses de decantación podrían situarse en territorio de Berlanga de Duero a cota aproximada de 920 – 940 m.s.n.m.

b). Bombeo mediante bombas acopladas, de forma individual, a motor eléctrico. Un número, determinado, de motores acoplados a las bombas, recibirá la corriente eléctrica de un generador accionado por motor Diesel, tipo "Common rail". Se instalarán los grupos de motor Diesel y generador eléctrico necesarios, cada grupo para entrar en funcionamiento, en batería, a medida que aumenta el nivel de agua en el canal de derivación, así como desactivarse cuando el nivel de agua disminuya.

Se desaconseja la conexión eléctrica a la red general. Podría fallar el suministro en el momento que se necesite. La generación propia de la energía, creemos que resultará más barata que la comprada a la empresa suministradora.

Se necesitaría instalar una potencia de 145.413 Kw., para extraer de los canales de derivación hasta 500 Hm3 año, en un régimen de hasta 200 m3 s y bombear hasta una altura, aproximada, de 65 m.

$P = p \times 9,81 \times Q_s \times H / \eta_b \times \eta_m$: $p = 1000 \text{ Kg/m}^3$, $Q_s = 200 \text{ m}^3 \text{ s}$, $H = 65 \text{ m}$, $\eta_b = 0,894$ (rendimiento de la bomba); $\eta_m = 0,981$ (rendimiento del acoplamiento motor eléctrico – bomba). $P = 145.413,870 \text{ w}$.

Qh. = 720.000 m³/hora; 1Kwh = 720.000 m³/h./ 145.413.870 Kw. = 4.951 m³. 1 Kwh. bombea 4.951 m³ de agua a 65 metros de altura.

248.000.000 m³/ 4.951 m³/Kwh. = **50.090.890 Kwh. Para elevar una media de 248 Hm³/año a 65 metros se necesitarán 50.090.890 Kwh.**

Calculando un valor medio de 0,1058 €/Kwh. (se ha tomado el precio del Kwh. en horas punta, horas valle y horas llanas en un año) **El costo de bombear 248 Hm³ de agua sería de 5.299.616 euros.**

Bombear un metro cúbico de agua costaría 0,0214 euros (3,5607 pesetas)

Costo del agua de trasvase, 217,16 Hm³/año.

Amortización de obras	0.034357 €/m ³
Canon de origen (Confederación y Municipio)	0.003000 €/m ³
Peaje por trasvasar y alquiler embalses	
Entrepeñas y Buendía	0.016966 €/m ³
Conservación y Explotación	0.004500 €/m ³
Pago de patente	0.003030 €/m ³
Otros gastos variables	0.001000 €/m ³

Suma de costos por metro cúbico 0,062853 euros (10,4584 pesetas/m³)

217.160.000 m³ x 0.062853 €/m³ = 13.649.157 euros.

Costo de 217,16 Hm³/año = 13.649.157 euros

Trasvase del agua desde el embalse de decantación/reserva, en la cuenca del Duero, hasta el embalse de Entrepeñas, en el Tajo. Construcción de central hidroeléctrica.

Se contempla una tubería de unos 100 Km. de longitud. La cota de salida es 935 m.s.n.m. y la de llegada 723 m.s.n.m. Entre ambas cotas se encuentran los Altos de Barahona. Procede un estudio para instalar una central hidroeléctrica a pie del embalse de Entrepeñas consiguiendo la mayor altura de salto posible, con embalse de carga, y funcionamiento de la central en horas punta. Tomamos 1.500 horas punta por año.

Calculamos un embalse de carga de entre 10 y 20 Hm³ de capacidad y un salto de no menos de 177 m de altura.

Este trasvase desde la cota 935 m.s.n.m. hasta el embalse de carga, puede resultar a costo cero en gasto de energía.

COSTO DEL AGUA

Opción 1.

634 H³ neto a 0.062853 €/m³.: 634.000.000 m³ x 0.062853 €/m³ = **39.848.802 euros**

El costo del agua en Opción 1, es de 39.848.802 euros/año.

Opción 2.

950 Hm³ neto a 0.062853 €/m³.: 950.000.000 m³ x 0.062853 €/m³ = **59.710.350 euros**

El costo del agua en Opción 2, es de 59.710.350 euros/año.

TRASVASE DESDE EL PISUERGA A LA CABECERA DEL TAJO

Elevación desde el cauce del Pisuerga a embalse de Duero 1.

Elevación del cauce del río a embalse decantación, cota 700 a 765 m.s.n.m.

(1) $474.000.000 \text{ m}^3 / 4.951 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = \mathbf{95.738.234 \text{ Kwh.}}$ x 0.1058 €/Kwh. = 10.129.105 euros. **Costo de elevación = 10.129.105 euros.**

(2) $835.000.000 \text{ m}^3 / 4.951 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = \mathbf{168.652.797 \text{ Kwh.}}$ x 0.1058 €/Kwh. = 17.843.465 euros. **Costo de elevación = 17.843.465 euros**

Trasvase a embalse del Duero 1, cota 750 a cota 928 m.s.n.m.

El trasvase se ejecutará en horas valle (4.400 horas valle/año) $Q_s = 54 \text{ m}^3/\text{s.}$ $H = 178 \text{ m.}$

$P_b = 1.000 \times 9,81 \times 54 \times 178 / 0,894 \times 0,981 = 107.516.778 \text{ vatios.}$ $Q_h = 54 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s} = 194.400 \text{ m}^3\text{h.}$: $1 \text{ Kwh.} = 194.400 / 107.516.778 = 1.808 \text{ m}^3.$

(1) $474.000.000 / 1.808 = \mathbf{262.168.141 \text{ Kwh.}}$ x 0,079811 €/Kwh. = 20.923.901 euros.

Costo del trasvase = 20.923.901 euros.

(2) $835.000.000 / 1.808 = \mathbf{461.836.283 \text{ Kwh.}}$ x 0,079811 €/Kwh. = 36.859.615 euros.

Costo de elevación = 36.859.615 euros.

TURBINADO DE AGUA DE TRASVASE EN CENTRAL DE NUEVA CONSTRUCCIÓN. ENTREPEÑAS. EN HORAS PUNTA.

Tomamos 1.500 horas punta, máximo. $Q_s = 203.703 \text{ m}^3/\text{s.}$ $H = 177 \text{ m.}$

$P_e = 298.725.648 \text{ vatios.}$ Valor hora punta = 0,152632 €/Kwh.

$Q_h = 203.703 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s} = 733.330 \text{ m}^3/\text{h.}$: $1 \text{ Kwh.} = 733.330 / 298.725.648 = 2.455 \text{ m}^3.$

(1) 700 Hm³/año, generan: $700.000.000 / 2.455 = \mathbf{285.132.382 \text{ Kwh.}}$ x 0.152632 €/Kwh. = **43.520.325 euros de valor**

Valor para Eléctrica (55%): $43.520.325 \times 55 / 100 = \mathbf{23.936.179 \text{ euros/año.}}$

Valor para El Estado (45%): $43.520.325 \times 45 / 100 = \mathbf{19.584.146 \text{ euros/año.}}$

(2) 1.050 Hm³/año, generan: $1.050.000.000 / 2.455 = \mathbf{427.698.574 \text{ Kwh.}}$ x 0.152632 €/Kwh. = **65.280.488 euros de valor.**

Valor para Eléctrica (55%): $65.280.488 \times 55 / 100 = \mathbf{35.904.268 \text{ euros/año.}}$

Valor para El Estado (45%): $65.280.488 \times 45 / 100 = \mathbf{29.376.219 \text{ euros/año.}}$

NÓTESE que el turbinado en esta central de nueva construcción compensa el costo energético de trasvase desde el Pisuerga al Duero.

COSTO Y AMORTIZACIÓN DE OBRAS.

Navapalos - Tajo. Trasvase de 217,16 Hm³/año.

Considerando una concesión administrativa de explotación por 75 años. Las obras a realizar son: presa aérea de derivación de caudales, embalse de decantación y reserva, tubería de trasvase de 100 Km. de longitud hasta el río Tajo, central hidroeléctrica en el Tajo, embalse de carga, tubería de carga. Se estiman 200 millones de euros para expropiación de terrenos y construcción de las tuberías de trasvase y carga, y 197 millones para expropiación de terrenos y construcción de la demás obras.

El costo total, estimado, es de 397 millones de euros.

Pisuerga – embalse en Navapalos –río Tajo.

Opción 1. Trasvase de 460 Hm³/año, durante 75 años. Por tubería de 300 Km. de longitud desde el Pisuerga hasta el embalse en Navapalos. Las obras a construir son: presa aérea de derivación de caudales, embalse de decantación y reserva, tubería de trasvase de 300 Km. de longitud y centros de bombeo en el trayecto hasta el embalse de Navapalos, para una diferencia de nivel de 230 m. Estimamos un costo de 375 millones de euros para expropiación de terrenos, construcción de la tubería de trasvase de 300 Km. de longitud y construcción de los centros de bombeo. Se estima, así mismo un costo de 200 millones de euros para el resto de obras.

El costo total de las obras, se estima en 575 millones de euros.

Opción 2. Trasvase de 810 Hm³/año, durante 75 años. Estimamos un costo de 550 millones de euros para expropiación de terrenos, construcción de la tubería de trasvase de 300 Km. de longitud y construcción de los centros de bombeo. Se estiman 200 millones para el resto de obras.

El costo total de obras, se estima en 750 millones de euros.

EL CAMINO DEL AGUA (1.000 Hm³/año) DESDE ENTREPEÑAS/BUENDÍA HASTA EL EMBALSE DEL TALAVE, EN EL RÍO MUNDO.

El canal del trasvase Tajo-Segura (Entrepeñas/Buendía hasta el embalse del Talave, en el río Mundo) está construido para trasvasar 1.000 Hm³/año.

OPCIÓN 2. Sustitución, para trasvase, de las aguas de la cabecera del Tajo por aguas del Duero y el Pisuerga. 950 Hm³, netos, en Talave.

Generación de electricidad; de un caudal de 33 m³/s en Entrepeñas, 30 m³/s en Talave.

Desembalse de agua de Entrepeñas/Buendía. A razón de 33 m³/s. en la central hidroeléctrica de Entrepeñas, con un salto de 70 m produce: $Pe = p \cdot 9,81 \cdot nt \cdot ng \cdot nm \cdot Q \cdot H$ (en vatios)

$Pe = 1.000 \times 9,81 \times 0,894 \times 0,963 \times 0,981 \times 33 \times 70 = 19.138.760 \text{ W} = 19.138 \text{ Kw.}$

En una hora, se turbinan un caudal hora $Qh = 33 \text{ m}^3 \times 3600 \text{ s.} = 118.800 \text{ m}^3$; $1 \text{ Kwh.} = 118.800/19.138 = 6,207 \text{ m}^3$ turbinados; 1 Hm^3 turbinado en la central de Entrepeñas genera $1.000.000/6,207 = 161.108 \text{ Kwh.}$; **1.000 Hm³ generan 161.108.000 Kwh.**

Salto de Belmontejo. $Q = 33 \text{ m}^3/\text{s}; H = 50 \text{ m.}$ $Pe = 1.000 \times 9,81 \times 0,894 \times 0,963 \times 0,981 \times 33 \times 50 = 13.670.542 \text{ W} = 13.670 \text{ Kw.}$

En una hora se turbinan un caudal $Qh = 118.800 \text{ m}^3$. $1 \text{ Kwh.} = 118.800/13.670 = 8,690 \text{ m}^3$ turbinados. 1 Hm^3 , turbinado en la central de Belmontejo genera $1.000.000/8,690 = 115,074 \text{ Kwh.}$ **1.000 Hm³ generan 115.074.000 Kwh.**

Central hidroeléctrica de Alarcón. $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}; H = 49,65 \text{ m.}$

$Pe = 1.000 \times 9,81 \times 0,894 \times 0,963 \times 0,981 \times 30 \times 49,65 = 12,340 \text{ Kw.}$

En una hora se turbinan un caudal $Qh = 108.000 \text{ m}^3$. $1 \text{ Kwh.} = 108.000/12,340 = 8,752 \text{ m}^3$.

1 Hm^3 turbinado en la central de Alarcón genera $1.000.000/8,752 = 114,259 \text{ Kwh.}$

950 Hm³ generan 108.546.050 Kwh.

Salto de Villagordo. $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}; H = 22 \text{ m.}$ $Pe = 1.000 \times 9,81 \times 0,894 \times 0,963 \times 0,981 \times 30 \times 22 = 5,468.217 \text{ W} = 5,468 \text{ Kw}$

En una hora se turbinan un caudal $Qh = 108.000 \text{ m}^3$. $1 \text{ Kwh.} = 108.000/5,468 = 19,750 \text{ m}^3$ turbinados. 1 Hm^3 turbinado en Villagordo, genera $1.000.000/19,750 = 50,632 \text{ Kwh.}$

950 Hm³ generan 48.101.265 Kwh.

Salto de Fontanar. $Q = 30 \text{ m}^3/\text{s}$; $H = 160 \text{ m}$.

$P_e = 1.000 \times 9.81 \times 0.894 \times 0.963 \times 0.981 \times 30 \times 160 = 39.768.852 \text{ w} = \underline{39.768 \text{ Kw}}$.

En una hora se turbinan un caudal $Q_h = 108.000 \text{ m}^3$; $1 \text{ Kwh.} = 108.000/39.768 = 2.715 \text{ m}^3$.
turbinados. 1 Hm^3 turbinado en Fontanar, genera $1.000.000/2.715 = \underline{368.324 \text{ Kwh.}}$

950 Hm³ generan 349.907.918 Kwh.

Tramo uno del canal del trasvase. Elevación Altomira. Embalse de La Bujeda.

"Se inicia el acueducto con la toma en el embalse de Bolarque". Mediante tuberías de presión se eleva el agua hasta una altura de 210 metros, al embalse de La Bujeda, de 7.0 Hm^3 de capacidad; con una potencia reversible de 202.000 Kw. , en un régimen de $66 \text{ m}^3/\text{s}$.

Bombear $1.000 \text{ Hm}^3/\text{año}$, a razón de $33 \text{ m}^3/\text{s}$ consumirá:

$P = 1.000 \times 9.81 \times 33 \times 210 / \eta_b \times \eta_m$; $\eta_b = 0.894$ rendimiento de la bomba; $\eta_m = 0.981$ rendimiento del acoplamiento motor eléctrico/ bomba. $P = 77.516.778 \text{ vatios}$.

$Q_h = 33 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s} = 118.800 \text{ m}^3$ $1 \text{ Kwh.} = 118.800 \text{ m}^3 / 77.516.778 \text{ Kw} = 1.532 \text{ m}^3$.

Con la potencia de 1 Kwh. , elevamos 1.532 m^3 de agua desde el embalse de Bolarque al embalse de La Bujeda.

Para elevar $1.000 \text{ Hm}^3/\text{año}$, se necesita consumir una energía de $1.000.000.000 \text{ m}^3 / 1.532 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = 652.741.514 \text{ Kwh}$.

1.000 Hm³ consumen 652.741.514 Kwh.

Balance de energía entre Entrepeñas y Talave para 1.000 Hm³

Energía generada en Entrepeñas.....	161.108.000 Kwh.
Consumo eléctrico para elevar 1.000 Hm^3 al embalse de La Bujeda -	652.741.514 Kwh.
Energía generada en Belmontejo.....	115.074.000 Kwh.
" " Alarcón.....	108.546.050 Kwh.
" " Villagordo.....	48.101.265 Kwh.
Energía generada en Fontanar.....	349.907.918 Kwh.
Suma total	= 129.995.719 Kwh.

Hay un excedente de energía generada de 129.995.719 Kwh.

Valor de 129.995.719 Kwh. Según tarifa ATR 2.0A, Precios B.O.E. del 30/06/2010

Valor para Eléctrica: $129.995.719 \text{ Kwh.} \times 0.0931 \text{ €/Kwh.} = \underline{12.102.601 \text{ euros}}$.

Valor para El Estado: $129.995.719 \text{ Kwh.} \times 0.0775 \text{ €/Kwh.} = \underline{10.074.668 \text{ euros}}$.

Valor para Eléctrica: Ahorro en emisión de CO₂. Compromiso de Kyoto: 0.625 Kg./Kwh. ; $14.66 \text{ € por Ton. CO}_2$. $129.995.719 \times 0.625 = 81.247 \text{ Ton. CO}_2 \times 14.66 \text{ €} = \underline{1.191.081 \text{ euros}}$.

Opción 1. Complementar con 650 Hm³/año la cabecera del Tajo.

650 Hm^3 es el 65% de 1.000 Hm^3 . El excedente de energía correspondiente será: $129.995.719 \times 65 / 100 = \underline{84.497.217 \text{ Kwh. de energía excedente}}$.

Valor para Eléctrica: $84.497.217 \text{ Kwh.} \times 0.0931 \text{ €/Kwh.} = \underline{7.866.690 \text{ euros}}$.

Valor para El Estado: $84.497.217 \text{ Kwh.} \times 0.0775 \text{ €/Kwh.} = \underline{6.548.534 \text{ euros}}$.

Valor para Eléctrica: Ahorro emisión de CO₂. Compromiso de Kyoto: $84.497.217 \times 0.625 = 52.810 \text{ Ton. CO}_2 \times 14.66 \text{ €/Ton.} = \underline{774.194 \text{ euros}}$.

Horas punta, horas media y horas valle.

Según IBERDROLA (16-03-2010), las horas punta tienen el valor de 0.152632 €/Kwh. , las horas llana tienen el valor de 0.120623 €/Kwh. , las horas valle tienen el valor de 0.079811 €/Kwh.

Si tomamos un año, consumiendo 1 Kwh., tendremos:

2.000 Kwh. de horas punta valen $2.000 \times 0,152632 = 305,26 \text{ €}$.

2.000 Kwh. de horas llana valen $2.000 \times 0,120623 = 241,24 \text{ €}$.

4.760 Kwh. de horas valle valen $4.760 \times 0,079811 = 379,90 \text{ €}$.

La suma de **8.760 Kwh.** de un año valen..... **926,40 €**

La media del valor de 1 Kwh. sería de 0,1058 €/Kwh. Este es el valor que tomamos para nuestros cálculos del costo de la energía para el trasvase del agua de la cuenca del Duero a la cuenca del Segura.

Central reversible de La Bujeda.

En la página anterior (Elevación Altomira), vemos que se puede elevar un caudal de 66 m³/s de agua del Trasvase, de los cuales, 33 m³/s se trasvasan y 33 m³/s se acumulan en el embalse de La Bujeda, para turbinarlos en horas punta, devolviendo esta agua al embalse de Bolarque. Los 66 m³/s de turbinado, se pueden elevar en horas valle, para turbinar en horas punta.

Nivel de agua embalse de La Bujeda. Cálculo semanal. Capacidad 7,0 Hm³.

La semana dispone de 88 horas valle y puede tener hasta 40 horas punta. A régimen de 33 m³/s. en las horas valle, acumula 10.454.400 m³. En las horas punta, a régimen de 99 m³/s de descarga, puede turbinar durante 105.600 segundos (29,33 horas).

En 8.00 horas valle, recibe 950.400 m³ de agua. En 6.00 horas punta, descarga 2.138.400 m³.

Día	08.00 horas	14.00 horas	24.00 horas
Lunes	7.000.000 m ³	4.861.600 m ³	4.861.600 m ³
Martes	5.812.000 m ³	3.673.600 m ³	3.673.600 m ³
Miércoles	4.624.000 m ³	2.485.600 m ³	2.485.600 m ³
Jueves	3.436.000 m ³	1.297.600 m ³	1.297.600 m ³
Viernes	2.248.000 m ³	347.200 m ³	347.200 m ³ (-1.900.800 m ³)
Sábado	1.297.600 m ³	2.248.000 m ³	3.198.400 m ³
Domingo	4.148.800 m ³	5.099.200 m ³	6.049.600 m ³
Lunes	7.000.000 m ³		

El Embalse de La Bujeda, esta comunicado por un túnel de presión y chimenea de equilibrio, con una central generadora en el embalse de Bolarque (Bolarque II) La altura H = 210 m., el caudal Qs = 99 m³. Con estos datos obtenemos que Pe = $1.000 \times 9,81 \times 0,894 \times 0,963 \times 0,981 \times 99 \times 210 = 172.248.841$ vatios.

Qh = $99 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s} = 356.400 \text{ m}^3$ por hora. 1 Kwh. = $356.400 / 172.248,8 \text{ Kwh.} = 2,069 \text{ m}^3$. 2,069 m³ generan 1 Kwh.

Turbinar 10.454.400 m³ de agua en horas punta, generan: $10.454.400 / 2,069 = 5.052.875$ Kwh. Al precio de 0,152632 €/Kwh. **valen 771.230 euros/semana.**

Elevar 10.454.400 m³ de agua en horas valle, consumen $10.454.400 / 1,532 = 6.824.020$ Kwh. Al precio de 0,079811 €/Kwh. **cuestan 544.632 euros/semana.**

Restando el costo de la energía con sumida para elevar el agua en horas valle del valor de la energía generada al turbinar en horas punta, resulta una diferencia a favor de **226.598 euros/semana.** Multiplicado por 50 semanas da un valor a favor, anual de **11.329.900 euros.**

Valor para Eléctrica (55%): $11.329.900 \times 55 / 100 = \underline{\underline{6.231.445 \text{ euros.}}}$

Valor para El Estado (45%): $11.329.900 \times 45 / 100 = \underline{\underline{5.098.455 \text{ euros.}}}$

PROTOCOLO DE KYOTO

Valor del CO2. Compromiso de Kyoto

BONOS DE CARBONO

Un bono de carbono representa el derecho a emitir **una tonelada de dióxido de carbono**. Permite mitigar la generación de gases invernadero, beneficiando a las empresas que no emiten o disminuyen la emisión y haciendo pagar a los que emiten más de lo permitido.

Certificados de emisiones reducidas (CER).- Un CER equivale a una tonelada de CO2 que se deja de emitir a la atmósfera y puede ser vendido en el mercado a países industrializados, de acuerdo a la nomenclatura del protocolo de Kyoto.

La producción de energía renovable puede aplicar Certificación de Emisiones Reducidas (CER).

Datos De la compañía WIND TO MARKET (24/5/2010)

Últimos precios cotizados, del 21/05/2010:

Para (EUA) European Union Allowances. **Precios del CO2 = 14,66 €/Ton. CO2.**

Mezcla de Producción en el Sistema Eléctrico Español 2009

<u>Generación de energía</u>	<u>Mezcla. %</u>
Renovable	27.9
Cogeneración de Alta Eficiencia	2.3
Cogeneración	9.3
CC Gas Natural	27.3
Carbón	12.1
Fuel/Gas	0.7
Nuclear	19.3
Otras	1.1
	Total 100,0 %

Contenido de Carbono = 0,33 Kg. de dióxido de carbono por Kwh.

De la Mezcla de Producción en el Sistema Eléctrico Español 2009, obtenemos que renovable más nuclear suman el 47.2 % de la producción de energía eléctrica nacional, que no emite dióxido de carbono a la atmósfera; por lo que los 0.33 Kg. de dióxido de carbono, de media, los produce el 52.8 % de la electricidad generada. Así pues, estos datos nos da **una media de 0,625 Kg. de dióxido de carbono de emisión por Kwh.** del grupo emisor que completa el 52.8 % de la producción de energía eléctrica nacional.

BANCO DE AGUA PISUERGA 1

PISUERGA, 1. Situando Presa Aérea de Derivación de Caudales en el cauce del río Pisuerga, entre Dueñas y Valladolid, a cota aproximada de 700 m.s.n.m.; con luz para permitir el paso de 25 m³/s. Con capacidad para coleccionar hasta 1.300 Hm³/año, de aguas excedentes procedentes de la cuenca del río Pisuerga, creemos que evitaría las inundaciones por riada en las inmediaciones de Valladolid.

En el río Duero, en la estación de aforos de Carrascal, anterior a la desembocadura del río Esla, habría un caudal mínimo constante de 35 m³/s (25 m³ del Pisuerga y 10 m³ del Duero procedentes de Navapalos), más los caudales aportados por todos los afluentes menores del Duero entre Navapalos y el Esla, más el caudal aportado por el río Esgueva. Todo el cauce del río Duero sería beneficiado con el control de riadas y un caudal superior al actual en las estaciones secas (Beneficio medio ambiental).

Presa Aérea de Derivación de Caudales. podría ubicarse aguas arriba de Cabezón de Pisuerga a cota 700 m.s.n.m. en el río Pisuerga.

Uno o varios embalses de decantación, con capacidad total de 400 Hm³, ubicados en la margen izquierda del río, a cota 750 – 760 m.s.n.m., serían suficientes para controlar las riadas.

Se necesita extraer de los canales de derivación, una media de 850 Hm³/año, en un régimen de hasta 1.200 m³/s, en puntas de riada, y bombearla hasta una altura de 60 – 70 m. La potencia a instalar sería: $P_e = 1.000 \times 9,81 \times 1.200 \times 65 / 0,894 \times 0,981 = 872.483.221$ vatios. **Potencia a instalar = 872.484 Kw.**

$Q_h = 1.200 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s} = 4.320.000 \text{ m}^3/\text{h}$. $1 \text{ Kwh.} = 4.320.000 / 872.483.221 = 4,951 \text{ m}^3$:
1 Kwh. bombea 4,951 m³ de agua. $850.000.000 \text{ m}^3 / 4,951 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = 171.682.488 \text{ Kwh.}$

Para extraer 850 Hm³/año se consumen 171.682.488 Kwh.

BALANCE DE VALORES Y COSTOS DE LAS OPCIONES 1 Y 2

Opción 1: Trasvase de cabecera del Tajo al Segura 350 Hm³/año. Trasvase de 650 Hm³/año de la cuenca del Duero al Segura: 534 Hm³ netos, para riego más 100 Hm³ netos, para abastecimiento.

INGRESOS NETOS DE EMPRESA.

Elevación de 248 Hm ³ a embalse decantación Duero. Costo.	-	5.299.616 euros
Elevación de 474 Hm ³ a embalse decantación Pisuerga. Costo.	-	10.129.105 euros
Trasvase de 474 Hm ³ de Pisuerga a embalse decantación Duero. Costo	-	20.923.901 euros
Costo de 634 Hm ³ en Duero y Pisuerga.	-	38.848.802 euros
Valor de 534 Hm ³ de agua para riegos en cuenca del Segura.		96.285.540 euros
Valor de 100 Hm ³ de agua para abastecimiento		54.790.000 euros
Turbinado de 700 Hm ³ en central de nueva construcción. Valor.		23.936.179 euros
Central reversible de La Bujeda. Valor.		6.231.445 euros
Excedente de energía generada menos energía consumida. Valor.		7.866.690 euros
Valor del CO ₂ . Compromiso de Kyoto.		774.194 euros
Opción 1. Trasvase a Murcia		114.682.624 euros

INGRESOS. EL ESTADO

Valor. Energía turbinada de 700 Hm3 de agua, nueva central.	19.584.140 euros
Valor. Central reversible La Bujeda.	5.098.455 euros
Valor. Excedente de energía generada menos energía consumida.	6.548.534 euros
Valor. Alquiler al Estado de embalses y acueducto para 650 Hm3.	11.027.900 euros
Opción 1. Trasvase a Murcia	42.259.029 euros

Rentabilidad fiscal de 1.000 Hm3/año trasvasados. **142.968.208 euros**

Total ingresos de EL ESTADO/año 185.227.237 euros

Opción 2.- 350 Hm3 de agua cabecera del Tajo, no se trasvasan, generan electricidad en las centrales del Tajo. Se trasvasan 850 Hm3/año de agua para riego y 150 Hm3/año para abastecimientos, de la cuenca del Duero al Segura.

INGRESOS NETOS. EMPRESA.

Elevación de 248 Hm3 de agua a embalse decantación Duero. Costo.	- 5.299.616 euros
Elevación de 835 Hm3 de agua a embalse decantación Pisuerga. Costo.-	17.843.465 euros
Trasvase de 835 Hm3 desde Pisuerga al Duero. Costo.	- 36.859.615 euros
Costo de 950 Hm3 de agua, cuenca del Duero.	- 59.710.350 euros
Valor de 800 Hm3 agua de riego en cuenca del Segura.	136.000.000 euros
Valor de 150 Hm3 agua de suministros en cuenca del Segura.	82.185.000 euros
Valor. Electricidad generada por 1.050 Hm3 de agua en central nueva.	35.904.268 euros
Valor del excedente de energía generada menos consumida.	12.102.601 euros
Valor. Energía generada en Central reversible de La Bujeda.	6.231.445 euros
Valor. Del CO2 no emitido. Compromiso de Kyoto.	1.191.081 euros
Opción 2. Trasvase a Murcia. Ingresos netos empresa.	153.901.349 euros

INGRESOS. EL ESTADO

Valor. Electricidad generada por 350 Hm3 no trasvasados al Segura.	26.039.944 euros
Valor. Electricidad generada en nueva central de nueva construcción	29.376.219 euros
Valor. Excedentes de energía generada menos consumida.	10.074.668 euros
Valor. Energía generada en central reversible de La Bujeda.	5.098.455 euros
Valor. Alquiler al Estado de embalses y acueducto, para 1.000 Hm3.	16.966.000 euros
Opción 2. Trasvase a Murcia. Ingresos de El Estado	87.555.286 euros

Rentabilidad fiscal de 1.000 Hm3/año trasvasados **142.968.208 euros.**

Total, ingresos de EL ESTADO/año 230.523.494 euros

PORCENTAJE DE BENEFICIOS PARA OPCIÓN 1

Trasvase a Murcia de 633 Hm3/año, neto.

PARA LA EMPRESA. Se estiman ingresos netos por valor de 114.682.624 euros; para un capital de construcción de 972 millones de euros, que resulta en un **porcentaje de 11,79 % anual del capital invertido**, para un periodo de concesión de explotación (75 a 100 años).

Se entiende que el 11,79 % de beneficio anual, es suficiente para pagar los intereses del capital invertido en la construcción de la obra, si este no fuera propio, y obtener beneficios netos aceptables. Al disminuir el capital adeudado, por amortización de obras (0,034357 €/m³ trasvasado), en 21.747.981 euros cada año; El porcentaje de beneficio neto anual, irá aumentando cada año.

La obra se amortiza en 45 años. A partir del año 46 hasta el final de la concesión, los ingresos netos de empresa serán (114.682.624 + 21.747.981) **136.430.605 euros por año.**

PORCENTAJE DE BENEFICIOS PARA OPCIÓN 2

Trasvase a Murcia de 950 Hm³/año.

PARA LA EMPRESA. Se estiman ingresos netos por valor de 153.901.349 euros, para un costo de obra de 1.147 millones de euros, que resulta en un **porcentaje de 13,41 % anual sobre el capital invertido**; para un periodo de concesión de explotación de 75 a 100 años.

Aplicando los mismos argumentos que para OPCIÓN 1, tenemos que se amortizan 32.639.150 euros por año.

La obra se amortizará en 36 años. A partir del año 37 hasta el final de la concesión, los ingresos netos serán (153.901.349 + 32.639.150) **186.540.499 euros por año.**

RENTABILIDAD FISCAL DE 1.000 HM³/AÑO TRASVASADOS A LA CUENCA DEL SEGURA.

Es curioso constatar que del estudio económico para empresa privada, viene a resultar que, de las dos opciones que estudiamos, en ambas, el más beneficiado es El Estado, mediante impuestos y gravámenes a las fuentes de riqueza que genera la actividad privada.

La cifra de **142.968.208 euros/año que percibiría el Estado** como consecuencia de trasvasar 1.000 Hm³/año a la Cuenca del Segura, es el resultado de actualizar los ingresos calculados en el año 1978 como ***Rentabilidad fiscal del trasvase; para pleno rendimiento de la obra.*** Se basa en los siguientes:

Por:	<u>Estimado en 1978</u> (Equivalente en euros)	<u>Estimado en 2010</u>
Contribución rústica	7.216.052 €	53.037.982 €
Impuesto Sociedades	865.457 €	6.361.109 €
Trabajo Personal	2.408.856 €	17.705.091 €
Impuesto sobre tráfico	8.594.475 €	63.169.391 €
Trasmisiones patrimoniales y Actos Jurídicos Documentados	366.617 €	2.694.635 €
Suma de columnas	19.451.457 €	142.968.208 €

BALANCE DE LA ENERGÍA. CONSUMIDA/GENERADA

OPCIÓN 1.

Trasvase desde la cuenca del Duero de 650 Hm3/año, complemento a la cabecera del Tajo.

Elevación de 248 Hm3 del Duero a embalse decantación. Consumo.	- 50.090.890 Kwh.
Elevación 474 Hm3 Pisuega a embalse decantación. Consumo.	- 95.738.234Kwh.
Elevación 474 Hm3 embalse Pisuega a embalse Duero. Consumo.	-262.168.141 Kwh.
Turbinado 700 Hm3. en central de nueva construcción. Generación.	285.132.382 Kwh.
Trasvase 633 Hm3 Entrepeñas-Talave. Generación.	84.497.217 Kwh.

Balance de la energía. Generada – consumida = - 38.367.666 Kwh.

El trasvase de 633 Hm3, netos, desde el Duero, complementarios de la cabecera del Tajo, ocasiona un consumo de energía de 38.367.666 Kwh.

Trasvasar 1m3 de agua consume 0,0606 Kwh.

OPCIÓN 2.

Trasvase Desde la cuenca del Duero a la cuenca del Segura de 950 Hm3/año, neto, sustitutorio de la cabecera del Tajo.

Elevación de 248 Hm3 del Duero a embalse decantación. Consumo.	- 50.090.890 Kwh.
Elevación de 835 Hm3 Pisuega a embalse decantación. Consumo.	- 168.652.797 Kwh.
Elevación de 835 Hm3 embalse Pisuega a embalse Duero. Consumo.	- 461.836.283 Kwh.
Turbinado 1.050 Hm3. en central de nueva construcción. Generación.	427.698.574 Kwh.
Trasvase 950 Hm3. Entrepeñas-Talave. Generación.	129.995.719 Kwh.

Balance de la energía. Generada – Consumida = -122.885.677 Kwh.

Turbinado. 350 Hm3 en centrales hidroeléctrica Tajo. Generación.	335.999.300 Kwh.
---	------------------

Balance de la energía. Generada – consumida = 213.113.623 Kwh.

El trasvase de 950 Hm3, netos, sustitutorios de la cabecera del Tajo, a la cuenca del Segura, ocasiona un consumo de energía de 122.885.677 Kwh.

Trasvasar 1 m3 de agua consume 0,1294 Kwh.

NOTA.- Si se tiene en cuenta que la sustitución del agua de la cabecera del Tajo por la del Duero. implica que 350 Hm3 de agua del Tajo no trasvasada a Murcia. generarían 335.999.300; viene a resultar que, en conjunto **se genera un excedente de energía de 213.113.623 Kwh.**

De este excedente de energía se beneficia:

- La mezcla general de la energía. con un aporte de 336 millones de Kwh. de energía renovable, cada año, más.
- La empresa concesionaria o propietaria de las centrales hidroeléctricas del Tajo 55 % de su valor económico.
- El Estado, con el 45 % de su valor económico por impuestos a la energía.

EL TRASVASE DE LA CUENCA DEL DUERO, UN PROYECTO DE MEJORA MEDIO AMBIENTAL

Innovación. Presa Aérea de Derivación de Caudales.

Aprovechamiento. Canal del Trasvase Tajo-Segura, en alquiler.

Opción 1. Trasvasar 633 Hm³ de agua de lluvia, excedente en la cuenca del Duero, mejora caudales ecológicos del Duero entre Navapalos y la frontera con Portugal. Se evitan riadas en Valladolid y mejoran caudales ecológicos a su paso por esta ciudad castellana. Se realiza el trasvase a la cuenca del Segura con un consumo de energía de 0.0606 Kwh. por m³ trasvasado.

Opción 2. Trasvasar 950 Hm³ de agua de lluvia, excedente en la cuenca del Duero, a la cuenca del Segura, sustitutoria de las aguas de la cabecera del Tajo consume 0.1294 Kwh. por m³ de agua trasvasado. Las mismas mejoras de caudales ecológicos en el Duero y en el Pisuerga que en Opción 1.

Estudiadas todas las opciones posibles, podemos decir que NO EXISTE OTRA FÓRMULA O PROYECTO PARA PONER 950 HM³ DE AGUA, CADA AÑO, EN LA CUENCA DEL SEGURA, CON UN COSTO DE ENERGÍA INFERIOR, IGUAL O APROXIMADO.

Ocasiona, así mismo, que 350 Hm³ de agua de la cabecera del Tajo que no se trasvasan al Segura, **se liberen** para que discurran río abajo generando 335.999.300 Kwh./año: **quedando todo el caudal del Tajo a disposición de la cuenca del Tajo.**

Medidas preventivas a las obras de trasvase, para minimizar el impacto ambiental.

Se deben llevar a cabo las siguientes medidas preventivas:

- 1.- Todos los árboles que se encuentren en terrenos inundables por el agua de los embalses y puedan ser trasplantados, deberán ser trasplantados a zonas expropiadas y sin peligro de ser inundadas. Lo mismo deberá hacerse con los árboles que se encuentren en la franja de terreno por donde se construya el canal.
- 2.- El canal, en tanto en cuanto sea posible, deberá discurrir enterrado. Vegetación autóctona de hierbas y arbustos, deberá cubrir la tierra sobre el canal.
- 3.- Un camino de cinco metros de ancho, deberá discurrir a lo largo del canal, para su inspección y mantenimiento. Canal y camino, deberán formar una franja vallada, que impida el paso de personas y vehículos no autorizados, al mismo nivel, para evitar roturas en el canal. Se construirán puentes en caminos y pasarelas en sendas peatonales que crucen el itinerario del canal. La valla permitirá el paso de la fauna.
- 4.- En los embalses, el terreno colindante a la lámina de agua, con pendiente hacia el embalse, deberá repoblarse con árboles y arbustos que retengan el terreno, para prevenir la erosión y crear una franja verde en derredor de cada embalse.
- 5.- A las plantas nuevas y a las trasplantadas, se les deberá aplicar riego por goteo, donde sea posible, o regadas por cisternas cuando no exista mejor solución: hasta asegurar su enraizado en el terreno.

AFECTACIÓN DE LAS OBRAS PROPUESTAS A LA CUENCA DEL DUERO EN PORTUGAL

Examinando el periodo 1990 – 2007 vemos que, en la Estación de Aforos del río Duero en Carrascal (Zamora) aparecen *medias diarias de caudales mínimos*, que van desde 16.68 m³/s (Año hidrológico 1996-97) a 0.44 m³/s (Año hidrológico 2005- 2006). Las obras propuestas conseguirían un caudal mínimo de 35 m³/s.

La estación de aforos de Carrascal, es la última en el cauce del río Duero antes de aceptar las aguas del río Esla. El Esla, en la estación de aforos de Breto da un mínimo característico anual de 25.97 m³/s. El embalse de Almendra, recibe del río Tormes un caudal medio de 42.43 m³/s. Dependiendo de los desembalses de la central hidroeléctrica de Ricobayo, en el Esla, y de la central eléctrica de Vilariño, en el Tormes; el río Duero portaría, al entrar en Portugal, un caudal mínimo de 107 m³/s, superior al caudal que en la actualidad aporta en las estaciones secas del año. No contamos con las aportaciones del río Agueda, no perteneciente a este estudio, que desemboca en el Duero haciendo frontera con Portugal.

La afectación de las obras aquí estudiadas, vemos que son, siempre, de carácter positivo: controlan caudales de riadas, impidiendo que lleguen a territorio portugués.

Aumentan caudales mínimos irregulares, a caudales superiores constantes que, generarán más energía eléctrica en todas las centrales hidroeléctricas de los Arribes del Duero, incluidas las portuguesas.

La cuenca portuguesa del río Duero no es deficitaria de agua. La cuenca portuguesa del río Duero recibe unas precipitaciones muy similares a las de Galicia:

Un tercio de su territorio, limítrofe con las provincias de Zamora y Salamanca recibe precipitaciones anuales de entre 500 y 1.000 mm anuales. Otra zona de aproximadamente dos tercios de su cuenca, recibe precipitaciones de entre 1.000 y 1.600 mm anuales: pequeñas zonas internas a esta zona, reciben precipitaciones de más de 1.600 mm anuales.

En todo caso.- Creemos que la construcción de las obras que aquí estudiamos para trasvase de agua a la cuenca del Segura, **afectarían de forma positiva a la ribera portuguesa del Duero, en tanto en cuanto disminuiría la fuerza y extensión de las riadas.**

PLANTAS DESDALADORAS EN LAS COSTAS DE MURCIA, ALICANTE Y ALMERÍA. ALTERNATIVA AL TRASVASE.

Opción 1. Desalar 633 Hm³/año, complementarios de los 350 Hm³ trasvasables de la cabecera del Tajo.

Energía necesaria. Desalar un m³ de agua del mar, por osmosis inversa, consume 4,3497 Kwh. en el compresor, más la energía que consumen las bombas auxiliares.

Tomando solamente el consumo del compresor, desalar 633 Hm³ de agua del mar consume: $633.000.000 \text{ m}^3 \times 4.3497 = 2.753.360.100 \text{ Kwh}$.

El trasvase del Duero de 633 Hm³ neto, consume 38.367.666 Kwh. total y 0,0606 Kwh./m³.

Desalar 633 Hm³ de agua, ocasiona un consumo de energía de 2.714.992.434 Kwh. más que trasvasar del Duero.

En cuanto al consumo de energía. **Desalar agua del mar, no es alternativa a la Opción 1 de trasvase.**

Costo del agua. Desalar un m³ de agua del mar, por osmosis inversa, cuesta no menos de 1,00 euros por m³ de agua desalada: computando como costes: amortización de la obra e instalaciones, en el periodo de vida de las instalaciones: costo de mantenimiento y costo de explotación

El agua trasvasada desde la cuenca del Duero, complementaria de la cabecera del Tajo, se puede vender a 0.18031 €/m³ en la cuenca del Segura, y el empresario obtiene ingresos netos por valor de 114.682.624 euros/año por trasvasar 633 Hm³/año.

Para que las desaladoras vendan al mismo precio, tienen que subvencionar el m³ de agua con 0.8197 euros por m³. La subvención, para 633 Hm³ desalados, ascendería a 518.870.100 euros/año.

Desde una óptica económica. **Desalar agua del mar, no es alternativa a la Opción 1 de trasvase.**

Opción 2. Desalar 950 Hm³/año de agua del mar, sustitutoria del trasvase del Tajo al Segura.

Energía necesaria:

Desalar 950 Hm³ consumiría $(950.000.000 \text{ m}^3 \times 4.34897 \text{ Kwh./m}^3) = 4.131.521.500$ Kwh./año.

Trasvasar 950 Hm³ de la cuenca del Duero a la de Segura, consumiría 122.885.677 Kwh. Desalar 950 Hm³ de agua, consumiría 4.008.635.823 Kwh/año más que trasvasar.

En cuanto al consumo de energía, desalar 950 Hm³ de agua del mar, no es alternativa a la **Opción 2** de trasvase.

Costo del agua:

Desalar agua del mar viene a resultar en un costo no inferior a 1,00 € m³. Para venderla a 0,1700 €/m³ para riegos, precio del trasvase de las aguas del Duero, habría que subvencionar con 0,8300 € m³.

Para 800 Hm3/año (800.000.000 m3 x 0,8300 €/m3), la subvención por desalación para riegos importaría 664.000.000 euros/año.

Costo por desalar 800 Hm3 de agua, a 1,00 €/m3.	- 800.000.000 euros
Valor del agua de riego, a 0,1700 €/m3.	136.000.000 euros
Resultado =	- 664.000.000 euros.

Desde la óptica económica. **Desalar 800 Hm3 de agua del mar, para riego, ocasiona una pérdida de 664.000.000 euros. No es alternativa a la Opción 2 de trasvase.**

Para suministros, el precio de venta del agua de trasvase es de 0,5479 €/m3. El agua desalada habría que subvencionarla con 0,4521 €/m3 para venderla al precio del agua de trasvase.

Para 150 Hm3, el coste de la subvención sería de 67.815.000 euros/año.

Costos de desalar 150 Hm3 de agua, a 1,00 €/m3.	- 150.000.000 euros
Valor de 150 Hm3 de agua, a 0,5479 €/m3.	82.185.000 euros

Resultado = - 67.815.000 euros,

Resulta evidente que, para suministros, **desalar agua del mar, no es alternativa a la Opción 2 de trasvase.**

Puede resultar alternativa al trasvase, si se rebajan los costos de la desalación, desalando aguas salobres de acuíferos con concentración salina de entre 10 a 15 gramos por litro.

NO HACER NADA. NO TRAER AGUA A LA CUENCA DEL SEGURA.

1.- En cuanto a la energía.-

No hay gasto alguno. Tampoco hay ahorro, porque ahorrar significa gastar menos en una actividad. **No hay actividad.**

2.- En cuanto a beneficios económicos.

No hay beneficios económicos para nadie:

Se pierde la oportunidad de obtener beneficios empresariales por valor de 153.901.349 euros/año (Acción económica negativa).

Se pierde la oportunidad de que El Estado obtenga beneficios económicos por valor de 230.523.486 euros/año (Acción económico social negativa).

Se pierde la oportunidad de que miles de familias vivan libres, con el producto de su trabajo (Acción social negativa).

3.- En cuanto a la sociedad.

Han pasado más de 77 años desde que alguien con responsabilidad política manifestara en público la necesidad de traer agua a las tierras reseca de Murcia. Hasta 1.000 Hm3 por año.

Nadie lo ha conseguido. Empieza a parecer un sueño.

En el estudio que presentamos están los argumentos y los datos que posibilitarían hacer ese **sueño** realidad: de traer *agua para siempre, agua para el Mediterráneo y agua para España*. Porque **Presa Aérea de Derivación de Caudales** ofrece esa posibilidad, al igual que para el Ebro y el Duero, para el Guadalquivir, los ríos de Galicia, y los de la Cornisa Cantábrica: dando al agua excedente, el de las riadas, el **valor económico, social y ambiental** que, intrínsecamente tiene y que, en la actualidad se pierde en el mar.

¿Quién se atreve? ¡YO LO HARÍA! Evaristo San Vicente Callejo.



INFORMACIÓN SOBRE LAS CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE LOS ARRIBES DEL DUERO

Centrales hidroeléctricas en los Arribes del Duero.

Por la fórmula $P_e = \rho \cdot 9.81 \cdot n_t \cdot n_g \cdot n_m \cdot Q_s \cdot H$, en la que:

P_e = vatios (w).

ρ = Densidad del líquido en Kg/m³ (agua = 1.000 Kg/m³).

n_t = Rendimiento de la turbina hidráulica (Entre 0.75 y 0.90) tomamos 0.894.

n_g = Rendimiento del generador eléctrico (Entre 0.92 y 0.97) tomamos 0.963.

n_m = Rendimiento mecánico del acoplamiento turbina alternador (Entre 0.95 0.99) tomamos 0.981.

Q_s = Caudal turbinable en m³/s.

H = Altura disponible en la presa entre aguas arriba y aguas abajo, en metros (m).
Tomamos el desnivel a presa llena.

Hemos obtenido los caudales necesarios en cada presa para conseguir la potencia máxima (Turbinado máximo Q_t) y hemos obtenido los siguientes resultados:

PRESA	Capacidad Hm ³	Desnivel H (m)	Potencia MW	Turbinado máximo (Q_t)	m ³ de agua para 1 KWh
Ricobayo	1.200	99 m	283	345.024 m ³ /s	4.389 m ³
Villalcampo	66	50 m	206	497.273 m ³ /s	8.690 m ³
Castro	26	55 m	190	416.955 m ³ /s	7.900 m ³
Miranda (Portugal)	28	80 m	390	588.400 m ³ /s	5.431 m ³
Picote (Portugal)	63	100 m	180	217.255 m ³ /s	4.345 m ³
Bemposta (Portug.)	129	87 m	210	291.339 m ³ /s	4.995 m ³
Vilariño	2.586	410 m	810	233.451 m ³ /s	1.060 m ³
Aldeadávila	115	139 m	1.139.2	989.198 m ³ /s	3.126 m ³
Saucelle	181	83 m	525	763.448 m ³ /s	5.235 m ³

Evaristo San Vicente Callejo. Ingeniero Técnico en Mecánica. Ex Director General de Carreteras de la C. A. de Murcia. (22 de noviembre de 2010)

