

<b>CHD</b>	<b>OFICINA DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA</b>
R/ENTRADAN.º	94
R/SALIDAN.º	
FECHA	27/4/2011

Cartagena, 25 de abril de 2011

Destinatario: D. Víctor M. Arqued Esquía  
Jefe de la Oficina de Planificación Hidrológica  
Confederación Hidrográfica del Duero  
c/ Muro, 5  
47004 Valladolid.

De: Evaristo San Vicente Callejo  
Ingeniero Técnico en Mecánica  
c/. Soldado Rosique, 1, 15º, izq.  
30205 Cartagena (MURCIA)

Asunto: Alegaciones al borrador del PHD. Corrección de 25 de abril de 2011 al documento  
“VALOR ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL DEL AGUA  
EXCEDENTE EN LA CUENCA DEL DUERO.

Acuso recibo de su Oficio de 03/03/2011, en el que se me ofrece la oportunidad de participar, mediante alegaciones, en la configuración del Plan Hidrológico de la cuenca del Duero, parte española.

Estudiado el borrador del PHD, creo que la “innovación” Presa Aérea de Derivación de Caudales tiene cabida en el territorio de la Demarcación Hidrográfica del Duero, como obra menor, mediana o mayor; para evitar daños por riadas y aprovechar esas aguas en uso posterior, en lo que se crea más apropiado en el binomio económico / medio ambiental.

En el estudio que aportamos, presentamos tres opciones de aprovechamiento económico / medio ambiental del agua excedente superficial de la Cuenca del Duero. Espero lo encuentren de su agrado y se ponga en práctica, como una innovación útil a la Cuenca del Duero.

Me gustaría recibir la noticia de que, un día no lejano, desde la Confederación Hidrográfica del Duero se produce una oferta de agua a los organismos de la Cuenca del Segura, de las Opciones 2 y 3, para mejor aprovechamiento económico / ecológico medio ambiental del agua excedente del Duero; en beneficio de la propia cuenca del Duero, de la del Segura y del Gobierno de España. Sin menoscabo de mi beneficio por patente de invención.

Reciban un cordial saludo.

Atentamente.



Evaristo San Vicente Callejo  
Ingeniero Técnico en Mecánica

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

**Innovación: Presa Aérea de Derivación de Caudales**

**Por: Evaristo San Vicente Callejo**

**Ingeniero Técnico en Mecánica**

Cartagena, 22 de noviembre de 2010.

Corrección 25 de abril de 2011.

## Valor económico del Agua.

**La Directiva Marco del Agua.-** “Determina que para el año 2010, los Estados miembros deberán asegurar que los precios del agua incorporan incentivos para lograr un uso eficiente del agua y una contribución adecuada de los diferentes usos al coste de los servicios que requieren y condicionan” (PHD 2009-2015).

El aprovechamiento y uso eficiente del agua y, el precio adecuado del agua según el uso que se le de, son los objetivos que nos planteamos en este estudio.

## Valor ambiental del agua.

**Sequías e inundaciones.-** Son consecuencia del comportamiento natural de los ríos. En una cuenca, la del Duero, poblada por 2.200.0000 habitantes, que necesitan agua para suministros urbanos, riegos, la industria, caudales ecológicos en los ríos y generación de electricidad; se hace imprescindible embalsar el agua cuando los ríos disponen en abundancia para atender las demandas en periodos de aportes menores o sequías y mantener caudales ecológicos apropiados para el desarrollo de la vida fluvial y de la vegetal de los márgenes de los cauces. La observancia de caudales ecológicos y de sequía en más de 800 tramos de los ríos de la cuenca, creemos que es una medida acertada para preservar los valores medioambientales de los ríos.

**Las inundaciones.-** A pesar de los embalses construidos en la cuenca, no se han podido impedir, en la gran llanura de la cuenca del Duero, inundaciones ordinarias y extraordinarias que ocasionan daños en zonas pobladas y en los márgenes de los cauces de los ríos. Para evitar esos daños y retener el agua excedente que circula por los cauces, para su posterior uso; es para lo que hemos diseñado **Presa Aérea de Derivación de Caudales**, que dependiendo del lugar donde se instale puede ser una obra menor, mediana o mayor.

**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; para evitar inundaciones en vegas y poblados. Permite, sin posibilidades de graduar o cortar, el paso de un caudal de agua predeterminado y constante; a la vez que deriva caudales superiores hacia uno o ambos márgenes del cauce del río, para poder ser depositados en embalses. Ver PATENTE DE INVENCION.

## Valor social del agua.

**La tecnología actual.-** Permite poner al servicio de la Sociedad, toda el agua de que se dispone para ese desarrollo socioeconómico y de bienestar social, que creemos puede ser el objetivo a conseguir por el Plan Hidrológico del Duero.

## EL RÍO DUERO

**EL RÍO DUERO.-** Entre Soria y los Arribes del Duero, el río discurre por 500 kilómetros de llanura, donde solo dispone de dos pequeños embalses: Los Rábanos y San José con nula capacidad de retención de agua, por encontrarse al máximo nivel ambos. Tampoco los embalses de los Arribes tienen capacidad para retener agua de una riada sobre su nivel normal. Al embalse de Villalcampo le cabrían 6 Hm<sup>3</sup>, 2 Hm<sup>3</sup> al embalse de Castro, 15 Hm<sup>3</sup> en Aldeadávila y 21 Hm<sup>3</sup> en Saucelle.

Para los caudales circulantes, nos remitimos a los convenios internacionales entre España y Portugal.

El Convenio de Albufeira, que establece un caudal (Q) mínimo anual de 3.500 Hm<sup>3</sup>/año en la Presa de Miranda, (**110,985 m<sup>3</sup>/s de caudal constante**), creemos que es fácil de cumplir: el caudal mínimo del Duero en Toro, que establece el borrador del PHD, es de 29.804 m<sup>3</sup>/s, lo que da un caudal anual Q1 = 939.899 Hm<sup>3</sup>/año. Restado de los 3.500, quedan 2.510,101 Hm<sup>3</sup>/año, que puede aportar el Esla.

La estación de aforos del río Esla en Breto, aporta cifras desde 1943-44 continuadas hasta 2006-2007, y de un caudal medio de 4.279 Hm<sup>3</sup>, equivalente a 135.686 m<sup>3</sup>/s que, sumados a los 29.804 m<sup>3</sup>/s del Duero en Toro, da un total de **165,490 m<sup>3</sup>/s de caudal constante**. Superior al caudal convenido en Albufeira (3.500 Hm<sup>3</sup>/año en la presa de Miranda, = **110,985 m<sup>3</sup>/s constantes**), que puede ser turbinado en todas las centrales hidroeléctricas de los Arribes del Duero sin soltar un solo m<sup>3</sup> de agua por los aliviaderos (ver tabla al respecto).

La estación de aforos del Esla en Breto, da un mínimo de 1.378 Hm<sup>3</sup>/año y máximo de 11.241 Hm<sup>3</sup>/año. Creemos que el embalse de Ricobayo tiene capacidad para regular estos caudales y poder turbinarlos de acuerdo con el mejor criterio de aprovechamiento económico del agua.

### **Recursos de agua en la cuenca del Duero (parte española)**

Según datos del borrador del PHD, las precipitaciones anuales de la Cuenca del Duero son de **46.231,8 Hm<sup>3</sup>/año** de los que quedan, como recursos naturales, en los embalses de superficie y en los acuíferos, **12.385,1 Hm<sup>3</sup>/año**. De ellos, se consumen **4.883,67 Hm<sup>3</sup>**: en servicio urbano, la industria, las actividades recreativas y la agricultura; 4.500,71 Hm<sup>3</sup>/año en regadíos de cereales, leguminosas, tubérculos, raíces y oleaginosas, principalmente.

Caudales ecológicos. De la tabla 2, deducimos que el caudal ecológico asignado al Esla aguas abajo de la presa de Ricobayo es de 26.762 m<sup>3</sup>/s; al Duero en Aldeadávila, 69,001 m<sup>3</sup>/s; en el río Agueda 0,463 m<sup>3</sup>/s. Si sumamos Aldeadávila y Agueda tenemos un total de 69.464 m<sup>3</sup>/s, equivalente a 2.190,617 Hm<sup>3</sup>/año. Este caudal, medido en las cercanías de la frontera con Portugal, estimamos que puede representar el 85 % del caudal ecológico empleado en todos los tramos de los ríos de la cuenca y que, en contacto con el aire en la superficie de su masa de agua, se ha evaporado en un 15 % de la suma de los caudales originales que se desembalsaron de los embalses. Así pues, el caudal ecológico usado será aproximado a **2.577,196 Hm<sup>3</sup>/año**; que no puede haber tenido otro uso que el de caudal ecológico; del que en las centrales hidroeléctricas de los Arribes del Duero, se turbinan 2.176,015 Hm<sup>3</sup>/año. Quedan, pues, (12.385,1 – 4.883,67 – 2.577,196 = 4.924,234) **4.924.234 Hm<sup>3</sup>/año** que, en las avenidas de la cuenca, en parte, generan electricidad en las centrales de los arribes del Duero: hasta 497 m<sup>3</sup>/s en Villalcampo; 417 m<sup>3</sup>/s en castro; 588,4 m<sup>3</sup>/s en Miranda; 217,2 en Picote; 291,3 m<sup>3</sup>/s en Bemposta; 989,2 m<sup>3</sup>/s en Aldeadávila y 763,4 m<sup>3</sup>/s en Saucelle. Caudales superiores a los aquí señalados, hay que evacuarlos por los aliviaderos de cada presa.

Desconocemos las estadísticas de desembalses en cada presa de los Arribes del Duero, que nos darían una cifra aproximada de los caudales que pasan la frontera de Portugal sin haber dado un servicio positivo a la cuenca del Duero cada año. Por ello, solicito se me conceda que, a esos **4.924,234 Hm3/año** que no tienen demanda para: servicio urbano, industrial, ocio, regadíos, etc. en la cuenca del Duero los denomine, en principio, **Caudales excedentes en la cuenca del Duero.**

Parte de estos caudales excedentes, pasarán a los acuíferos y de estos, en su rebosamiento en superficie, al río en sus zonas de tierras bajas (Portugal); parte, quizás desemboque en el Océano Atlántico, bajo el nivel del mar, frente a las costas de Portugal y parte discurre por el cauce del río:

**946 Hm3/año, discurren como caudal ecológico, adentrándose en Portugal.**

**1.978 Hm3/año, pasan a los acuíferos, podrían aprovecharse para ampliar regadíos.**

**2.000 Hm3/año, discurren por los cauces de los ríos como CAUDAL EXCEDENTE NETO.**

**Valor económico del agua.** Depende del uso que se le da al agua.

**1. Urbano/industrial.-** De acuerdo con la Directiva Marco del Agua, entendemos que el precio del agua al consumidor comprenderá los componentes de: captación, depuración, almacenamiento, transporte y distribución, depuración de residuales y beneficio de la empresa que pone el agua a pie de contador del consumidor. Si entre la captación y la distribución, intervienen varias empresas, todas ellas deberán obtener el beneficio lógico y legal que les corresponda.

Con todo ello, un metro cúbico de agua, no puede costarle al consumidor lo mismo en Ávila que en Cartagena. Ávila se suministra del embalse de Las Cogotas, que casi lame las murallas de Ávila. Cartagena se suministra: del río Taibilla, por una canal de 240 Km. de longitud; de la cabecera del Tajo, por un canal de 450 Km. de longitud y de plantas desaladoras en la costa mediterránea; donde desalar 1 m<sup>3</sup> de agua, es de un costo superior al de trasvasarlo desde el río Taibilla, desde la cabecera del Tajo y, como veremos más adelante, desde la cuenca del Duero.

**2. Regadíos.-** En el borrador del PHD se dice que los regadíos en la cuenca del Duero dan una productividad 2,6 superior a los secanos. De ello deducimos que un aumento de la superficie regada en la cuenca del Duero, ha de llevar condicionado el costo del agua de riego; que no puede superar aquel que rinda beneficios al agricultor.

**2.a. Regadíos en Murcia, Alicante y Almería.-** Según los agricultores, y debido al clima y al producto cosechado, en estas tierras del Levante español, el rendimiento en secano es cero. El rendimiento en regadío es entre 5 y 10 veces el rendimiento en tierras de las mesetas castellanas. Por comparación, el precio que el agricultor de Murcia, Alicante y Almería puede pagar por el agua es entre cinco y diez veces superior al que pagaría un agricultor castellano. Lo expondremos más adelante en dos supuestos concretos.

**3.- En generación de electricidad.-** Entre 1945 y 1970 se planificaron y construyeron el 90 % de los embalses y centrales hidroeléctricas de España. El objetivo era dotar a esta Nación de la energía eléctrica suficiente para su desarrollo industrial y económico, con una "Mezcla" de energía de 33,33 % de energía hidráulica, el 33,33 % de energía generada por centrales térmicas del carbón español y el otro 33,33 % de energía generada por centrales térmicas alimentadas con productos derivados del petróleo (importado). Al día de hoy, según datos de

prensa del 20/03/2011, el total de la energía generada en España es muy superior a aquella de los años 70 del anterior siglo: aquel 33,33 de energía hidráulica, manteniendo su producción, se ha quedado en el 14 % del "Mix" nacional actual: se ha reducido la energía térmica del carbón al 12,1%; se ha incrementado la generada con productos derivados del petróleo hasta el 39,6 %; y han entrado energías nuevas como la Nuclear, Eólica, y Solar.

De todas ellas, en el conjunto económico / ecológico, creemos que el primer lugar le corresponde a la energía hidráulica.

### **3.a. Equivalente del agua en una central hidráulica, con el combustible en una central térmica.**

3.a.1. Central hidráulica.- Está compuesta por:

1) Presa y embalse de agua. Para contener y almacenar el agua, que posee una determinada energía potencial; equivalente, en razón directa proporcional a la altura del salto.

2) **Masa de agua liberada en el salto que genera una unidad de energía eléctrica (1 Kwh.).**

3) Salto de agua e incidencia de la masa de agua sobre los álabes de la turbina hidráulica. La energía potencial del agua en el embalse, se convierte en energía cinética en la turbina.

4) Turbina hidráulica, conectada al eje del generador eléctrico.

5) Generador eléctrico, conectado a línea para salida de la corriente eléctrica.

3.a.2. Central térmica.- Está compuesta por:

1) Caldera. Con cámara de agua, cámara de vapor, hogar y quemadores. El combustible entra en los quemadores, se quema en el hogar, cede su poder calorífico al agua, que se convierte en vapor y almacena en la cámara de vapor a una determinada presión y una determinada temperatura.

2) **Masa de combustible que se quema para generar una unidad de energía eléctrica (1Kwh.).**

3) Salto térmico y salto de presión del vapor. Incidencia del vapor en los álabes de la turbina de vapor, donde cede presión y calor; convirtiendo la energía calorífica y la energía de presión en energía cinética.

4) Turbina de vapor conectada al eje del generador eléctrico.

5) Generador eléctrico, conectado a línea para la salida de la corriente eléctrica.

3.a.2.1. Central de ciclo combinado.- Es una versión moderna de la caldera de una central térmica, para mejor aprovechamiento del poder calorífico del combustible.

**Creemos que se puede ver, con claridad, la equivalencia de masa de agua liberada en el salto en una central hidráulica, con masa de combustible que se quema en una central térmica; para generar una unidad de potencia eléctrica (1 Kwh.).**

3.a.2.2 Valor del combustible Gas Natural en una central de ciclo combinado.- 1 m<sup>3</sup> de gas natural genera 11.735 Kwh (conversión facilitada por Gas Natural 29/10/2009).

Precio del gas al consumidor = **0,043276 €/Kwh.** (Gas Natural 29/10/2009).

## 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).

$\rho$  = Densidad del líquido en Kg./m<sup>3</sup> (agua = 1.000 Kg./m<sup>3</sup>).

$n_t$  = Rendimiento de la turbina hidráulica (entre 0,75 y 0,90) tomamos 0,804.

$n_g$  = Rendimiento del generador eléctrico (entre 0,92 y 0,97) tomamos 0,963.

$n_m$  = Rendimiento mecánico del acoplamiento turbina alternador (entre 0,95 y 0,99) tomamos 0,981.

$Q_s$  = Caudal turbinable en m<sup>3</sup>/s.

$H$  = Altura disponible en la presa entre aguas arriba y aguas abajo, en metros (**salto**).

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 <sup>3</sup>	Desnivel H (m)	Potencia MW	Turbinado Máx. (Qt)	m <sup>3</sup> de agua para 1 Kwh.	Energía gene- rada por 1 Hm <sup>3</sup>
Ricobayo	1.200	99	283	345,024 m <sup>3</sup> /s	4,389 m <sup>3</sup>	227.842 Kwh.
Villalcampo	66	50	206	497,273 m <sup>3</sup> /s	8,690 m <sup>3</sup>	115.074 Kwh.
Castro	26	55	190	416,955 m <sup>3</sup> /s	7,900 m <sup>3</sup>	126.582 Kwh.
Miranda (Port.)	28	80	390	588,400 m <sup>3</sup> /s	5,431 m <sup>3</sup>	184.128 Kwh.
Picote (Port.)	63	100	180	217,255 m <sup>3</sup> /s	4,345 m <sup>3</sup>	230.149 Kwh.
Bemposta (Port.)	129	87	210	291,339 m <sup>3</sup> /s	4,995 m <sup>3</sup>	200.200 Kwh.
Villarino (Almendra)	2.586	410	810	233,451 m <sup>3</sup> /s	1,060 m <sup>3</sup>	943.396 Kwh.
Aldeadávila	115	139	1.139,2	989,198 m <sup>3</sup> /s	3,126 m <sup>3</sup>	319.827 Kwh.
Saucelle	181	83	525	763,448 m <sup>3</sup> /s	5,235 m <sup>3</sup>	191.021 Kwh.

### Valor económico de 1 Hm<sup>3</sup> de agua, equiparado al valor del combustible, en las centrales hidroeléctricas de los Arribes del Duero. Cauce del Duero.

Central hidroeléctrica	Desnivel. <u>Salto.</u>	m <sup>3</sup> de agua <u>Para 1 Kwh.</u>	Valor del gas natural <u>que genera 1 Kwh.</u>	Valor de <u>1 m<sup>3</sup> de agua.</u>
Villalcampo	50 m.	8,690 m <sup>3</sup>	0,043276 / 8,690 =	0,0050 euros
Castro	55 m.	7,900 m <sup>3</sup>	0,043276 / 7,900 =	0,0055 euros
Miranda (Portugal)	80 m.	5,431 m <sup>3</sup>	0,043276 / 5,431 =	0,0080 euros
Picote (Portugal)	100 m.	4,345 m <sup>3</sup>	0,043276 / 4,345 =	0,0100 euros
Bemposta (Portugal)	87 m.	4,995 m <sup>3</sup>	0,043276 / 4,995 =	0,0087 euros
Aldeadávila	139 m.	3,126 m <sup>3</sup>	0,043276 / 3,126 =	0,0138 euros
Saucelle	83 m.	5,235 m <sup>3</sup>	0,043276 / 5,235 =	0,0083 euros

**Salto de 594 m.**

**Valor de 1 m<sup>3</sup> de agua = 0,0593 euros**

**Valor de 1 Hm<sup>3</sup> de agua equiparado al valor del combustible = 59.300,00 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 €/Tonelada CO2. (CER).**

GASES DE EFECTO INVERNADERO, AHORROS EN LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE ORIGEN HIDRÁULICO (CENTRALES HIDROELÉCTRICAS)

Fuente IBERDROLA, Marzo de 2011.

## Mezcla de producción en el Sistema Eléctrico Español

<u>Origen</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
<b>Total</b>	<b>100 %</b>

## Emisiones de carbono

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

De los datos que nos aporta IBERDROLA, obtenemos que renovable + nuclear suman el 47,2 % de la energía eléctrica nacional, **que no emite dióxido de carbono a la atmósfera**, por lo que deducimos que los 0,33 Kg. de CO2 por Kwh. los emite el 52,8 % de la electricidad generada: Cogeneración de Alta Eficiencia, Cogeneración, CC Gas Natural, Carbón, Fuel/Gas y Otras. Con los datos anteriores deducimos que **el ahorro de CO2 que consigue la generación de 1Kwh. de energía hidráulica es de  $0,33 \times 100 / 52,8 = 0,625$  Kg.** Una tonelada de CO2 que se deja de emitir a la atmósfera, **un CER equivale a la generación de 1.600 Kwh. de energía hidráulica. Vale 14,66 euros.**

### Valor del CO2, en el mercado,

En las centrales hidroeléctricas de Los Arribes, cauce del Duero, 1 Hm<sup>3</sup> de agua genera 1.366.981 Kwh.; que ahorra en emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera (1.366.981 Kwh. / 1.600 Kwh.) **854 Toneladas (CER) de CO<sub>2</sub>**. Al precio de 14,66 €/Ton., **Valen 12.519 euros.**

**El CO<sub>2</sub> que ahorra en emisión a la atmósfera 1Hm<sup>3</sup> de agua generando electricidad en las centrales de los Arribes del Duero tiene un valor económico de 12.519 euros.**

### Valor total de 1 Hm<sup>3</sup> de agua que genera electricidad en los Arribes del Duero.

Por equiparación del agua de una central hidráulica con el combustible en una central térmica, 1 Hm<sup>3</sup> de agua vale 59.300 euros (ver página 4). En las aguas captadas por Presa Aérea de Derivación de Caudales, esta equivalencia, deberán pagarla las empresas hidroeléctricas.

Por valor del CO<sub>2</sub> que se ahorra en emisión a la atmósfera, 1 Hm<sup>3</sup> de agua vale 12.519 euros.  $59.300 + 12.519 =$  **71.819 euros/Hm<sup>3</sup> de agua en los Arribes del Duero.**

## OPCIÓN 1.

### VALOR ECONÓMICO DE 2,000 HM<sup>3</sup>/AÑO DE AGUA EXCEDENTE DEL DUERO. GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN LOS ARRIBES DEL DUERO

#### Costo estimado de captación y embalse del agua

Amortización de obras.	0,036857 €/m <sup>3</sup>
Canon de origen (propietarios de terrenos y municipios).	0,002000 €/m <sup>3</sup>
Conservación y explotación.	0,003000 €/m <sup>3</sup>
Pago de patente.	0,002020 €/m <sup>3</sup>
Otros gastos variables.	0,001000 €/m <sup>3</sup>
Suma	0,044877 €/m <sup>3</sup>

**Suma de costos por m<sup>3</sup> = 0,044877 euros (7,46 Ptas.)**

**Costo de captación de 2.000 Hm<sup>3</sup> de agua (2.000.000.000 m<sup>3</sup> x 0,044877 €) = 89.754.000 euros**

#### Costo de la energía para elevar el agua del cauce del río al embalse de decantación / Valor del agua turbinada en horas punta.

Una central de bombeo, en los canales de derivación de Presa Aérea elevará el agua desde ese nivel al embalse de decantación, que podría estar situado a un nivel entre 50 y 65 metros superior.

Para **OPCIÓN 1.**, se construirá una central hidroléctrica que genere electricidad, en horas punta, cuando se devuelva el agua al cauce del río. Se estima equilibrado el costo por elevar el agua al embalse con el valor de la electricidad generada; por ello, no contabilizamos ni como gasto ni como beneficio estas operaciones, en Opción 1.

**Valor de 2.000 Hm<sup>3</sup> de agua.** Por equiparación del agua con el combustible (2.000 Hm<sup>3</sup> x 59.300 €/Hm<sup>3</sup>) **118.600.000 euros.**

**Valor de 2.000 Hm<sup>3</sup> de agua.** Por ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub> (2.000 Hm<sup>3</sup> x 12.519 €/Hm<sup>3</sup>) **25.038.000 euros.**

**Valor neto de 2.000 Hm3 de agua** (118.600.000 € + 25.038.000 € - 89.754.000 €) = **53.884.000 euros.**

**OPCIÓN 1. ( para CHD). VALOR DE 2.000 HM3 DE AGUA = 53.884.000 EUROS.**

Estos ingresos podrían emplearse en paliar el gasto administrativo y de mantenimiento de la Cuenca del Duero.

**Valor, en el mercado, de la energía generada en los Arribes del Duero.**

Si 1 Hm3 de agua, genera 1.366.981 Kwh., 2.000 Hm3 generarían **2.733.962.000 Kwh.**

Según tarifa ATR2.0A. Precios B.O.E. del 30/06/2010, las compañías eléctricas perciben 0,0931€/Kwh. y el Estado 0,0775€/Kwh. facturado.

**Valor para las eléctricas:** 2.733.962.000 Kwh. x 0,0931 €/Kwh. = **254.531.862 euros/año.**

Las empresas hidroeléctricas no tienen que ampliar gastos en plantilla de personal, en instalaciones ni en mantenimiento de las actuales. Si tendrá que pagar el equivalente del combustible con el agua; por lo que le restará de beneficios **118.600.000 euros/año,** por lo que pondría considerarse (254.531.862 – 118.600.000) **135.931.862 euros/año de beneficio neto para las empresas hidroeléctricas de los Arribes del Duero (cauce del Duero).**

**Valor para el Estado:** 2.733.962.000 Kwh. x 0,0775 €/Kwh. = **211.882.055 euros/año.**

Para el Estado, estos ingresos serían por impuestos. No precisa ampliar plantilla de funcionarios, por lo que es **beneficio neto.**

**VALOR TOTAL DE 2.000 HM3/AÑO DE AGUA EXCEDENTE NETO. OPCIÓN 1.**

Para la Confederación Hidrográfica del Duero. 53.884.000 euros/año.

Para las eléctricas de los Arribes, en el cauce del Duero. 135.931.862 euros/año.

Por impuestos a la electricidad, el Estado. 211.882.055 euros/año.

**TOTAL 401.697.917 EUROS/AÑO.**

**Valor económico por m3 de agua turbinada:**

Para la Confederación Hidrográfica del Duero (53.884.000 € / 2.000.000.000 m3 = 0,0269 €/m3 y año) **0,0269 euros por m3 y año.**

Para las empresas eléctricas de los Arribes, en el cauce del Duero (135.931.862 € / 2.000.000.000 = 0,0680 €/m3 y año) **0,0680 euros por m3 y año.**

Para impuestos a la electricidad, del Estado (211.882.055 € / 2.000.000.000 m3 = 0,1059 €/m3 y año) **0,1059 euros por m3 y año.**

Para obtener estos beneficios, hay que hacer una inversión en construcción de Presas Aéreas que capten el agua, y embalses que la regulen, para poder turbinarla en los momentos apropiados, así como una central hidroeléctrica para aprovechar la potencia del agua al devolverla al cauce del río.

En este ejemplo, el costo lo cargamos en, amortización de obra, del costo del agua en origen.

## CONSTRUCCIÓN DE PRESAS AÉREAS Y EMBALSES DE REGULACIÓN

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

La suma de las aportaciones aforadas en los años 1990-91 hasta 2006-07, da un total de 9.577,9 Hm<sup>3</sup> de agua; de la que resulta una media 563,4 Hm<sup>3</sup>/año.

Si al Duero se le adjudica un caudal ecológico en Quintanilla, de 7,364 m<sup>3</sup>/s, creemos que 8,0 m<sup>3</sup>/s en Napalos pudiera considerarse caudal ideal; por lo que mi propuesta es que el vano de Presa Aérea permita el paso de 8,0 m<sup>3</sup>/s que, construido el embalse, podría mantenerse a lo largo del año. Así pues, descontando 253,4 Hm<sup>3</sup> para caudal del río, quedarían 310 Hm<sup>3</sup> que, considerando pérdidas por evaporación, quedarían **300 Hm<sup>3</sup> de excedente al año.**

**Costo aproximado de las obras 270 millones de euros.**

### 2.- Peral de Arlanza, río Arlanza.

La suma de aportaciones aforadas en los años 1989-90 hasta 2006-2007, da un total de 9.007.7 Hm<sup>3</sup> de agua; del que resulta una media de 500.4 Hm<sup>3</sup>/año.

Si se construye una Presa Aérea, cuyo vano permita el paso de 4m<sup>3</sup>/s constante, daría un caudal de paso de 126.2 Hm<sup>3</sup>/año que, restados de la media, quedarían 374.4 Hm<sup>3</sup>/año para embalsar. Considerando pérdidas de evaporación, quedarían **360 Hm<sup>3</sup> de excedente al año.**

**Costo aproximado de las obras 320 millones de euros.**

### 3.- Quintana del Puente, río Arlanza.

La suma de aportaciones aforadas en los años 1989-90 hasta 2006-07, da un total de 13.300 Hm<sup>3</sup> de agua, del que resulta una media de 738.8 Hm<sup>3</sup>/año. En Peral de Arlanza, le hemos restado 374.4 Hm<sup>3</sup>/año, quedan pues, 364,4 Hm<sup>3</sup>/año.

En Quintana del Punte, la Presa Aérea deberá tener un vano que permita el paso de 5 m<sup>3</sup>/s, equivalente a 157,7 Hm<sup>3</sup>/año. Quedarían 206.7 Hm<sup>3</sup> para embalsar. Considerando pérdidas por evaporación; quedarían, aproximadamente, **197 Hm<sup>3</sup> de excedente al año.**

**Costo aproximado de las obras 175 millones de euros.**

### 4.- Palencia, río Carrión.

La suma de las aportaciones aforadas en los años 1989-90 hasta 2006-07, da un total de 7.358 Hm<sup>3</sup> de agua, del que resulta una media de 408.7 Hm<sup>3</sup>/año.

Si se construye una Presa Aérea, para proteger la ciudad de Palencia de inundaciones y al mismo tiempo darle un caudal constante al río; habría que darle un vano de 5 m<sup>3</sup>/s, equivalente a 157,7 Hm<sup>3</sup>/año. Quedarían 251 Hm<sup>3</sup> para embalsar. Considerando perdidas por evaporación, quedarían, aproximadamente **240 Hm<sup>3</sup> de ex cedente al año.**

**Costo aproximado de las obras 210 millones de euros.**

### **5.- Cabezón de Pisuerga, río Pisuerga.**

La suma de las aportaciones aforadas en los años 1989-90 hasta 2006-07, da un total de 33.233 Hm<sup>3</sup> de agua, del que resulta una media de 1.846 Hm<sup>3</sup>/año.

Para proteger la ciudad de Valladolid de riadas, aprovechar el agua excedente y dotar al río de buen caudal a su paso por la ciudad, habría que construir Presa Aérea de Derivación de Caudales con un vano de 15,0 m<sup>3</sup>/s. El paso de agua sería de 473 Hm<sup>3</sup>/año. Se captarían 1.373 Hm<sup>3</sup>/año.

Si se han construido las Presas Aéreas en Peral de Arlanza, Quintana del Puente y Palencia, los caudales retenidos en estas tres presas no llegarán a Cabezón de Pisuerga, por lo que el caudal a captar sería de 1.373 Hm<sup>3</sup>- 832 Hm<sup>3</sup> = 541 Hm<sup>3</sup>/año. Descontando pérdidas por evaporación, quedarían, aproximadamente **520 Hm<sup>3</sup> de agua excedente al año.**

**Costo aproximado de las obras 450 millones de euros.**

### **6. Zamora, río Duero.**

Por limitación de datos en la estación de aforos en Zamora, tomamos como referencia la estación de aforos en Toro. La suma de las aportaciones aforadas en los años 1988-89 hasta 2006-07, da un total de 55.177 Hm<sup>3</sup> de agua, del que resulta una media de 3.065 Hm<sup>3</sup>/año.

Para aprovechar al máximo el caudal excedente, Presa Aérea deberá tener un vano de 30 m<sup>3</sup>/s, ligeramente superior al caudal ecológico desembalsado en San José (29.804 m<sup>3</sup>/s). Este vano deja pasar un caudal de 946 Hm<sup>3</sup>/año.

De los teóricos 3.065 Hm<sup>3</sup> de agua de media anual que llegarían a Zamora, debemos descontar aquellos caudales que se han quedado en Villapalos, Peral de Arlanza, Quintana del Puente, Palencia y Cabezón del Pisuerga (310 +832 +541 = 1683 Hm<sup>3</sup>/año) + 946 Hm<sup>3</sup>/año que pasan por el vano de la Presa. Quedarían (3065 -1683 -946) = 436 Hm<sup>3</sup>/año. Descontando pérdidas por evaporación, quedarían, aproximadamente **420 Hm<sup>3</sup> de agua excedente al año.**

**Costo aproximado de las obras 375 millones de euros.**

**COSTO TOTAL DE LAS SEIS OBRAS = 1.800 MILLONES DE EUROS.**

### **ANÁLISIS DE OPCIÓN 1.**

1.- Para obtener beneficios de 401.697.917 euros/año, hay que hacer una inversión aproximada total y de una sola vez, de 1.800 millones de euros. Esto significa que se consigue el 22,31 % de beneficio anual sobre el capital invertido.

2.- La previsión de amortización de las obras es de 0.036857 €/m<sup>3</sup>, lo que da una amortización de 73.714.000 euros/año.

3.- Si el capital lo aportan los mismos beneficiarios, quizás se consiguiera a interés bajo, de forma que el beneficio total estuviera alrededor del 25,00 %. En tal caso, las obras podrían amortizarse entre 25 a 35 años.

### **El río Esla y sus afluentes.**

Creemos que están regulados por los embalses de su cuenca, en el tramo final, el embalse de Ricobayo; para poder aprovechar la totalidad de sus aguas. El último aprovechamiento, la generación de electricidad en la central de Ricobayo y en las de los Arribes del Duero.

### **El río Tormes.**

Creemos que está suficientemente regulado para el aprovechamiento de todas sus aguas. El embalse de Almendra, en el último tramo, capta las aguas de riadas, que pueden ser aprovechadas en generación de electricidad en las centrales de Villarino, Aldeadávila y Saucelle.

### **Caudales excedentes que pueden captarse. Media anual.**

Navapalos, río Duero.	300 Hm <sup>3</sup> /año
Peral de Arlanza, río Arlanza.	360 Hm <sup>3</sup> /año
Quintana del Puente, río Arlanza.	197 Hm <sup>3</sup> /año
Palencia, río Carrión.	240 Hm <sup>3</sup> /año
Cabezón del Pisuerga, río Pisuerga.	520 Hm <sup>3</sup> /año
Zamora, río Duero.	420 Hm <sup>3</sup> /año

**Total 2.037 Hm<sup>3</sup>/año**

## **ESTUDIO ECONÓMICO. TRASVASE DE HASTA 1.000 HM<sup>3</sup>/AÑO DE AGUA A LA CUENCA DEL SEGURA.**

El estudio sobre el río Tajo, se adjunta como información adicional, para ayudar a comprender las propuestas de Opciones 2 y 3, que estudiamos más adelante.

### **EL RIO TAJO. CONCEPTO DE AGUA EXCEDENTE.**

En un río, **agua excedente es aquella que nadie demanda.** Si nos atenemos a este concepto, en el río Tajo no hay agua excedente hasta las cercanías del Mar de la Paja, en Lisboa.

En el tramo que discurre por territorio español, quizás podríamos afirmar que es uno de los ríos 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 Hm<sup>3</sup>, 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 Hm<sup>3</sup> de capacidad, y Alcántara (1969), de 3.160 Hm<sup>3</sup> 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  $Pe = p \cdot 9,81 \cdot nt \cdot ng \cdot nm \cdot Q \cdot H$ ; en la que:

Pe = Potencia en vatios (w)

p = Densidad del fluido en Kg/m<sup>3</sup> (agua = 1.000 Kg/m<sup>3</sup>)

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 m<sup>3</sup>/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 Hm3	357	42,00 m3/s	6,196
<u>Buendía</u>	20,878		60	1.639 Hm3	363	42,00 m3/s	7,242
<u>Bolarque I</u>	15		36	31 Hm3	27	50,290 m3/s	12,070
<u>Azután</u>	180	3	32	113 Hm3	66	678,923 m3/s	13,578
<u>Valdecañas</u>	225	3	75	1.446 Hm3	1.151	362,092 m3/s	5,794
<u>Torrejón</u>	130	4	48	188 Hm3	176	326,889 m3/s	9,052
<u>José M<sup>a</sup> de Oriol (Alcántara)</u>	934	4	108	3.160 Hm3	2.701	1.043,810 m3/s	4,023
<u>Cedillo</u>	473	4	48	260 Hm3	227	1.189,373 m3/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 <sup>a</sup> 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.**

**Valor total** de la electricidad que genera un **Hm3** de agua turbinada en las centrales hidroeléctricas del Tajo = **163.775,65 euros.**

**Valor de un m3 de agua = 0,1638 euros (27,25 Ptas.).**

Parece claro que las Eléctricas Unión Fenosa e Iberdrola, propietarias o concesionarias de las centrales hidroeléctricas del Tajo, así como el Gobierno del Estado podrían demandar el agua de la cabecera del Tajo para generación de electricidad; por intereses económicos propios.

AFOROS EN LA CABECERA DEL TAJO 1980 – 2006. (Comisaría de Aguas del Tajo)  
Estación de aforos Nº 5, río Tajo, en Trillo.

Capta las aguas de 3.353 Km2. Entre 1980 y 2006, la media aforada es de 419,185 Hm3/año.

Estación de aforos Nº 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 Nº 41, río Guadiela, en Alcantud.

Capta las aguas de 666 Km2. La media aforada entre 1980 y 2006 es de 161,092 Hm3/año.

Estación de aforos Nº 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 Nº 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 Nº 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 siete 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, de acuerdo con la demanda de las tierras de la Cuenca del Segura. Por lo que, parece que habrá que buscarle una solución: **complementar o sustituir el caudal trasvasable de la cabecera del Tajo, para poder trasvasar 1.000 Hm3/año.**

## COMPLEMENTAR O SUSTITUIR EL AGUA 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, el río Ebro, en Castejón, aporta un caudal medio (últimos 20 años) de 5.313,8 Hm<sup>3</sup>. Si se extraen 1.000 Hm<sup>3</sup>/año, todavía queda agua suficiente para un caudal medio de 136,7 m<sup>3</sup>/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. La energía consumida para elevar el agua esos 600 m sería cercana a la mitad de la energía que se consume para obtener, por desalación del agua del mar, un caudal igual.

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 muy próximo al del agua desalada en las costas de Murcia, desestimadas subvenciones en uno y otro caso.

No hay que desestimar que entre Castejón y Tortosa hay muchos demandantes de agua del Ebro que, posiblemente, con mayor o menor razón, se opusieran a este trasvase.

**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 con todos; aun con el concurso de **Presa Aérea de Derivación de Caudales**.

### Del Duero, es posible.

#### **Precios del agua para riegos en Murcia.**

En 1997, los regantes de la Cuenca del Segura pagaron el agua trasvasada del Tajo a 0,115270 €/m<sup>3</sup> (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 €/m<sup>3</sup>, a pie de planta; que calculaban se pondrían en 0,40 €/m<sup>3</sup> en la Casa Mata del casco urbano de Lorca.

En 2008, los regantes de la Cuenca del Segura compran 93 Hm<sup>3</sup> de agua a los regantes de Estremera, (agua del Tajo), al precio de 0,22 €/m<sup>3</sup>.

A la vista de lo anterior, parece ser que precios de agua dulce para riegos entre 0,115270 €/m<sup>3</sup> y 0,22€/m<sup>3</sup> serían aceptados en Murcia. Para nuestros cálculos, tomaremos como bueno el precio en Talave de **0,18031 €/m<sup>3</sup>**.

### Precios del agua para suministros

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**.

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.

## OPCIÓN 2.

### OFERTA DE 700 HM3/AÑO DE AGUA EXCEDENTE DEL DUERO, COMPLEMENTO DE 350 HM3/AÑO DE LA CABECERA DEL TAJO, PARA TRASVASAR AL SEGURA HASTA 1.000 HM3/AÑO.

La oferta de agua habría de ser dirigida al Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura, para riegos; con sede en Murcia, calle Azucaque, 4, CP 30001. y a la Mancomunidad de los Canales del Taibilla, para suministros; con sede en Cartagena, calle Mayor, 1, CP 30201.

<u>Procedencia del agua, en Hm3.</u>	<u>Entrepeñas</u>	<u>La Bujeda</u>	<u>Talave</u>
	<u>Buendía</u>		
<b>Desde la cabecera del Tajo al Segura.</b>	<b>350</b>	<b>333,33</b>	<b>316,64</b>
Desde el Duero, Navapalos, a cabecera del Tajo	300	285,00	270,77
Desde Cabezón del Pisuerga, a cabecera del Tajo.	400	381,67	362,59
<b>Totales</b>	<b>1.050</b>	<b>1.000,00</b>	<b>950,00 Hm3</b>

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 Talave y en el paso por el embalse de Alarcón. Se calcula la llegada de 950 Hm3 /año, netos al embalse de Talave.

**Quedan 1.300 Hm3/año disponibles para turbinar en los Arribes del Duero.**

### OPCIÓN 3.

#### OFERTA DE 1.000 HM<sup>3</sup>/AÑO DE AGUA EXCEDENTE DEL DUERO, PARA SUSTITUCIÓN DE LAS AGUAS DE LA CABECERA DEL TAJO, EN TRASVASE A LA CUENCA DEL SEGURA.

<u>Procedencia del agua, en Hm<sup>3</sup>.</u>	<u>Entrepeñas</u> <u>Buendía</u>	<u>La Bujeda</u>	<u>Talave</u>
Desde el Duero, Navapalos, a cabecera del Tajo.	300	285,00	270,77
Desde Cabezón de Pisuerga, a cabecera del Tajo.	750	715,00	679,23
<b>Totales</b>	<b>1.050</b>	<b>1.000,00</b>	<b>950,00 Hm<sup>3</sup></b>

Se contempla una pérdida por evaporación del 5 % entre Entrepeñas y La Bujeda y 5 % entre La Bujeda y Talave.

Se complementarán las aguas de Cabezón de Pisuerga con las de Peral de Arlanza, Quintana del Puente, en el río Arlanza; o Palencia en el río Carrión.

**Quedan 950 Hm<sup>3</sup>/año disponibles para turbinar en los Arribes del Duero.**

BANCO DE AGUA EN NAVAPALOS (300 Hm<sup>3</sup>/año de agua excedente)

#### **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 colectar hasta 500 Hm<sup>3</sup>/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 Hm<sup>3</sup>/año, en un régimen de hasta 200 m<sup>3</sup>/s y bombear hasta una altura, aproximada, de 65 m.

$P = p \times 9,81 \times Q_s \times H / n_b \times \eta_m$ ;  $p = 1000 \text{ Kg/m}^3$ ,  $Q_s = 200 \text{ m}^3/\text{s}$ ,  $H = 65 \text{ m}$ ,  $n_b = 0,894$  (rendimiento de la bomba);  $\eta_m = 0,981$  (rendimiento del acoplamiento motor eléctrico – bomba).  $P = 145.413.870 \text{ w}$ .

$Q_h = 720.000 \text{ m}^3/\text{hora}$ ;  $1\text{Kwh} = 720.000 \text{ m}^3/\text{h.} / 145.413,870 \text{ Kw.} = 4,951 \text{ m}^3$ . 1 Kwh. bombea 4,951 m<sup>3</sup> de agua a 65 metros de altura.

$310.000.000 \text{ m}^3 / 4,951 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = \mathbf{62.613.613 \text{ Kwh.}}$  Para elevar una media de 310 Hm<sup>3</sup>/año a 65 metros se necesitarán 62.613.613 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 310 Hm<sup>3</sup> de agua sería de 6.624.520 euros.

Bombear un metro cúbico de agua costaría 0,0214 euros (3.5607 pesetas)

#### **Costo del agua de trasvase.**

Amortización de obras	0,036857 €/m <sup>3</sup>
Canon de origen (Terrenos expropiados y Municipio)	0,002000 €/m <sup>3</sup>
Peaje por alquiler (Canal del trasvase Tajo-Segura y Embalses de Entrepeñas y Buendía)	0,016966 €/m <sup>3</sup>
Conservación y Explotación	0,003000 €/m <sup>3</sup>
Pago de patente (20 años)	0,002020 €/m <sup>3</sup>
Otros gastos variables	0,001000 €/m <sup>3</sup>
<u>Suma de costos por metro cúbico</u>	<u>0,061843 euros (10,2898 pesetas/m<sup>3</sup>)</u>

#### **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 Hm<sup>3</sup> de capacidad y un salto de 177 m de altura; a cota 900 m.s.n.m.

Este trasvase desde la cota 935 m.s.n.m. hasta el embalse de carga, (cota 900) deberá resultar a costo cero en gasto de energía.

#### **COSTO DEL AGUA**

##### **Opción 2.**

**634 Hm<sup>3</sup> neto a 0,061843 €/m<sup>3</sup>.: 634.000.000 m<sup>3</sup> x 0,061843 €/m<sup>3</sup> = 39.208.462 euros**

**El costo del agua en Opción 2, es de 39.208.462 euros/año.**

##### **Opción 3.**

**950 Hm<sup>3</sup> neto a 0,061843 €/m<sup>3</sup>.: 950.000.000 m<sup>3</sup> x 0,061843 €/m<sup>3</sup> = 58.750.850 euros**

**El costo del agua en Opción 3, es de 58.750.850 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.

(Opción 2)  $400.000.000 \text{ m}^3 / 4,951 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = 80.791.759 \text{ Kwh.} \times 0,1058 \text{ €/Kwh.} = 8.547.768 \text{ euros. Costo de elevación} = \underline{8.547.768 \text{ euros.}}$

(Opción 3)  $750.000.000 \text{ m}^3 / 4,951 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = 151.484.548 \text{ Kwh.} \times 0,1058 \text{ €/Kwh.} = 16.027.065 \text{ euros. Costo de elevación} = \underline{16.027.065 \text{ euros}}$

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)  $Q_s = 54 \text{ m}^3/\text{s.}$   $H = 178 \text{ m.}$

$P_b = 1.000 \times 9,81 \times 54 \times 178 / 0,894 \times 0,981 = 107.516.778 \text{ vatios; } Q_h = 54 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s} = 194.400 \text{ m}^3\text{h.}; 1\text{Kwh.} = 194.400 / 107.516,778 = 1,808 \text{ m}^3.$

(Opción 2)  $400.000.000 / 1,808 = 221.238.938 \text{ Kwh.} \times 0,079811 \text{ €/Kwh.} = 17.657.300 \text{ euros. Costo del trasvase} = \underline{17.657.300 \text{ euros.}}$

(Opción 3)  $750.000.000 / 1,808 = 414.823.008 \text{ Kwh.} \times 0,079811 \text{ €/Kwh.} = 33.107.439 \text{ euros. Costo de elevación} = \underline{33.107.439 \text{ euros.}}$

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

Tomamos 1.500 horas punta, máximo.  $Q_s = 203,703 \text{ m}^3/\text{s.}; H = 177 \text{ m.}$

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

$Q_h = 203,703 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s} = 733.330 \text{ m}^3/\text{h.}; 1 \text{ Kwh.} = 733.330 / 298.725,648 = 2,455 \text{ m}^3.$

(Opción 2) 700 Hm<sup>3</sup>/año, generan:  $700.000.000 / 2,455 = 285.132.382 \text{ Kwh.} \times 0,152632 \text{ €/Kwh.} = \underline{43.520.325 \text{ euros de valor}}$

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

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

(Opción 3) 1.050 Hm<sup>3</sup>/año, generan:  $1.050.000.000 / 2,455 = 427.698.574 \text{ Kwh.} \times 0,152632 \text{ €/Kwh.} = \underline{65.280.488 \text{ euros de valor.}}$

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

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

## CONCLUSIONES

1. **Trasvasar 700 Hm<sup>3</sup>.**- Desde los cauces de los ríos Pisuerga y Duero hasta el embalse de Entrepeñas en el río Tajo, consume 79.511.928 Kwh. más de los que genera, que viene a resultar en un consumo de 0,1136 Kwh. por m<sup>3</sup> de agua trasvasada.
2. **El valor de la energía generada.**- Es superior al costo de la energía consumida en 10.690.737 euros.
3. **Trasvasar 1.050 Hm<sup>3</sup>.**-Desde los cauces de los ríos Pisuerga y Duero hasta el embalse de Entrepeñas en el río Tajo, consume 138.608.974 Kwh. más de los que genera, que viene a resultar en un consumo de 0,1320 Kwh. por m<sup>3</sup> del agua trasvasada.
4. **El valor de la energía generada.**- Es superior al costo de la energía consumida en 16.145.984 euros.

## COSTO Y AMORTIZACIÓN DE OBRAS.

### **Navapalos - Tajo. Trasvase de 300 Hm<sup>3</sup>/año. Opción 2.**

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 2**

Trasvase de 400 Hm<sup>3</sup>/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.**

### **Pisuerga-embalse en Navapalos-río Tajo. Opción 3.**

Trasvase de 750 Hm<sup>3</sup>/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 Hm<sup>3</sup>/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 Hm<sup>3</sup>/año.

**OPCIÓN 3. Sustitución, para trasvase, de las aguas de la cabecera del Tajo por aguas del Duero y el Pisuerga. 950 Hm<sup>3</sup>, netos, en Talave.**

**Generación de electricidad; de un caudal de 33 m<sup>3</sup>/s en Entrepeñas, 30 m<sup>3</sup>/s en Talave.**

Desembalse de agua de Entrepeñas/Buendía. A razón de 33 m<sup>3</sup>/s. en la central hidroeléctrica de Entrepeñas, con un salto de 70 m produce:  $Pe = p \cdot 9,81 \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_m \cdot Q \cdot H$  (en vatios)

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

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

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

En una hora se turbinan un caudal  $Q_h = 118.800 \text{ m}^3$ .  $1 \text{ Kwh.} = 118.800/13.670 = 8,690 \text{ m}^3$  turbinados.  $1 \text{ Hm}^3$ , turbinado en la central de Belmontejo genera  $1.000.000/8,690 = \underline{115.074 \text{ Kwh.}}$  **1.000 Hm<sup>3</sup> 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  $Q_h = 108.000 \text{ m}^3$ .  $1 \text{ Kwh.} = 108.000/12.340 = 8,752 \text{ m}^3$ .

$1 \text{ Hm}^3$  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  $Q_h = 108.000 \text{ m}^3$ .  $1 \text{ Kwh.} = 108.000/5.468 = 19,750 \text{ m}^3$ .

$1 \text{ Hm}^3$  turbinado en Villagordo, genera  $1.000.000/19,750 = 50.632 \text{ Kwh.}$ ;

**950 Hm3 generan 48.101.265 Kwh.**

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

$Pe = 1.000 \times 9,81 \times 0,894 \times 0,963 \times 0,981 \times 30 \times 160 = 39.768.852 \text{ w} = 39.768 \text{ Kw}$ .

En una hora se turbinan un caudal  $Q_h = 108.000 \text{ m}^3$ ;  $1 \text{ Kwh.} = 108.000/39.768 = 2,715 \text{ m}^3$ .

$1 \text{ Hm}^3$  turbinado en Fontanar, genera  $1.000.000/2,715 = 368.324 \text{ Kwh.}$ ;

**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  $7.0 \text{ Hm}^3$  de capacidad; con una potencia reversible de  $202.000 \text{ Kw.}$ , 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.  $P = 77.516.778$  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  $1 \text{ Kwh.}$ , elevamos  $1,532 \text{ m}^3$  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 $1.000 \text{ Hm}^3$ 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.
<b>Suma total .....</b>	<b>= 129.995.719 Kwh.</b>

**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:**  $129.995.719 \text{ Kwh.} \times 0,0931 \text{ €/Kwh.} = 12.102.601 \text{ euros.}$

**Valor para El Estado:**  $129.995.719 \text{ Kwh.} \times 0,0775 \text{ €/Kwh.} = 10.074.668 \text{ euros.}$

**Valor para Eléctrica:** Ahorro en emisión de  $\text{CO}_2$ . Compromiso de Kyoto;  $0,625 \text{ Kg./Kwh.}$ ;  $14,66 \text{ € por Ton. CO}_2$ .  $129.995.719 \times 0,625 = 81.247 \text{ Ton. CO}_2 \times 14,66 \text{ €} = 1.191.081 \text{ euros.}$

## Opción 2. Complementar con 650 Hm3/año la cabecera del Tajo.

650 Hm3 es el 65% de 1.000 Hm3. El excedente de energía correspondiente será:  
 $129.995.719 \times 65 / 100 = \mathbf{84.497.217 \text{ Kwh. de energía excedente.}}$

**Valor para Eléctrica:**  $84.497.217 \text{ Kwh.} \times 0,0931 \text{ €/Kwh.} = \mathbf{7.866.690 \text{ euros.}}$

**Valor para El Estado:**  $84.497.217 \text{ Kwh.} \times 0,0775 \text{ €/Kwh.} = \mathbf{6.548.534 \text{ euros.}}$

**Valor para Eléctrica:** Ahorro emisión de CO2, Compromiso de Kyoto;  $84.497.217 \times 0,625 = 52.810 \text{ Ton. CO2} \times 14,66 \text{ €/Ton.} = \mathbf{774.194 \text{ euros.}}$

## 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.** ( $926,40 \text{ €} / 8.760 \text{ Kwh.}$ ). 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 m3	4.861.600 m3	4.861.600 m3
Martes	5.812.000 m3	3.673.600 m3	3.673.600 m3
Miércoles	4.624.000 m3	2.485.600 m3	2.485.600 m3
Jueves	3.436.000 m3	1.297.600 m3	1.297.600 m3
Viernes	2.248.000 m3	347.200 m3	347.200 m3 (-1.900.800 m3)
Sábado	1.297.600 m3	2.248.000 m3	3.198.400 m3
Domingo	4.148.800 m3	5.099.200 m3	6.049.600 m3
Lunes	7.000.000 m3		

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 =  $1.000 \times 9,81 \times 0,894 \times 0,963 \times 0,981 \times 99 \times 210 = 172.248.841 \text{ vatios.}$

Qh =  $99 \text{ m3/s} \times 3,600 \text{ s} = 356.400 \text{ m3}$  por hora. 1 Kwh. =  $356.400 / 172.248,8 \text{ Kwh.} = 2,069 \text{ m3.}$  2,069 m3 generan 1 Kwh.

Turbinar 10.454.400 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> 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%):**  $11.329.900 \times 55 / 100 = \underline{6.231.445 \text{ euros.}}$

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

## **PRESA AÉREA DE DERIVACIÓN DE CAUDALES EN EL RÍO PISUERGA.**

Podría ubicarse aguas arriba de Cabezón de Pisuerga a cota 700 m.s.n.m.

Uno o varios embalses de decantación, con capacidad total de 400 Hm<sup>3</sup>, 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 541 Hm<sup>3</sup>/año, en un régimen de hasta 900 m<sup>3</sup>/s, en puntas de riada, y bombearla hasta una altura de 60 – 70 m. La potencia a instalar sería:  $Pe = 1.000 \times 9,81 \times 900 \times 65 / 0,894 \times 0,981 = 654.363.416$  vatios. **Potencia a instalar = 654.364 Kw.**

$Qh = 900 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s} = 3.240.000 \text{ m}^3/\text{h.}$   $1 \text{ Kwh.} = 3.240.000 / 654.364 = 4,951 \text{ m}^3;$

$1 \text{ Kwh. bombea } 4,951 \text{ m}^3 \text{ de agua.}$   $541.000.000 \text{ m}^3/4,951 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = 109.270.854 \text{ Kwh.}$

**Para extraer 541 Hm<sup>3</sup>/año se consumen 109.270.854 Kwh.**

### **OPCIÓN 2.**

Se extraen 400 Hm<sup>3</sup>/año del cauce del río para trasvasarlos a la cabecera del Tajo.  $400.000.000 \text{ m}^3 / 4,951 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = 80.791.759 \text{ Kwh.}$

**Para extraer 400 Hm<sup>3</sup>/año se consumen 80.791.759 Kwh.**

**Cuestan**  $(80.791.759 \text{ Kwh.} \times 0,1058 \text{ €/Kwh.}) = 8.547.768 \text{ euros}$  **8.547.768 euros.**

### **OPCIÓN 3.**

Entre Presa Aérea del Pisuerga y las aportaciones de las instalaciones en los ríos Arlanza y Carrión, se extraen 750 m<sup>3</sup>/año del cauce del río para trasvasarlos a la cabecera del Tajo.

$750.000.000 \text{ m}^3 / 4,951 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = 151.484.548 \text{ Kwh.}$

**Para extraer 750 Hm<sup>3</sup>/año se consumen 151.484.548 Kwh.**

**Cuestan**  $(151.484.548 \text{ Kwh.} \times 0,1058 \text{ €/Kwh.} = 16.027.065 \text{ euros})$  **16.027.065 euros.**

**Oferta de agua del Duero, excedente; a la cuenca del río Segura.**

### **OPCIÓN 2.**

**534 Hm<sup>3</sup> de agua para riegos.**

**Valor**  $(534.000.000 \text{ m}^3 \times 0,18031 \text{ €/m}^3 = 96.285.540)$  **96.285.540 euros**

**100 Hm<sup>3</sup> de agua para suministros.**

**Valor**  $(100.000.000 \text{ m}^3 \times 0,5479 \text{ €/m}^3 = 54.790.000 \text{ €})$  **54.790.000 euros**

### **OPCIÓN 3.**

**800 Hm<sup>3</sup> de agua para riegos.**

**Valor**  $(800.000.000 \text{ m}^3 \times 0,18031 \text{ €/m}^3 = 144.248.000 \text{ €})$  **144.248.000 euros**

**150 Hm<sup>3</sup> de agua para suministros.**

**Valor**  $(150.000.000 \text{ m}^3 \times 0,5479 \text{ €/m}^3 = 82.185.000 \text{ €})$  **82.185.000 euros**

## **Beneficios económicos del agua del Duero disponible para generar electricidad en los Arribes del Duero.**

De la página 8 tenemos que, la generación de electricidad en los Arribes del Duero, con el agua excedente puede dar beneficios de:

0,0269 €/m3 y año para Confederación Hidrográfica del Duero.

0,0680 €/m3 y año para las empresas eléctricas del cauce en los Arribes del Duero.

0,1059 €/m3 y año para el Estado, por impuestos a la electricidad.

### **OPCIÓN 2.**

#### **Turbinado de 1.300 Hm3 de agua/año.**

Confederación Hidrográfica del Duero (1.300.000.000 m3 x 0,0269 €/m3 = 34.970.000 €/año) **34.970.000 euros/año.**

Empresas eléctricas del cauce en los Arribes del Duero (1.300.000.000 m3 x 0,0680 €/m3 = 88.400.000 €/año) **88.400.000 euros/año.**

Impuestos a la electricidad, el Estado (1.300.000.000 m3 x 0,1059 €/m3 = 137.670.000 euros/año) **137.670.000 euros /año.**

### **OPCIÓN 3.**

#### **Turbinado de 950 Hm3 de agua/año.**

Para Confederación Hidrográfica del Duero (950.000.000 m3 x 0,0269 €/m3 = 25.555.000 euros /año) **25.555.000 euros/año.**

Para las empresas eléctricas del cauce en los Arribes del Duero (950.000.000 m3 x 0,0680 €/m3 = 64.600.000 euros/año) **64.600.000 euros/año.**

Para el Estado, por impuestos a la electricidad (950.000.000 m3 x 0,1059 €/m3 = 100.605.000 euros/año) **100.605.000 euros/año.**

## **BALANCE DE VALORES Y COSTOS DE OPCION 2.**

**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 (CHD)**

Elevación de 310 Hm3 a embalse decantación Duero. <b>Costo.</b>	- 6.624.520 euros
Elevación de 400 Hm3 a embalse decantación Pisuerga. <b>Costo.</b>	- 8.547.768 euros
Trasvase de 400 Hm3 de Pisuerga a embalse decantación Duero. <b>Costo</b>	- 17.657.300 euros
<b>Costo</b> de 634 Hm3 en Duero y Pisuerga.	- 39.208.462 euros
<b>Valor</b> de 534 Hm3 de agua para riegos en cuenca del Segura.	96.285.540 euros
<b>Valor</b> de 100 Hm3 de agua para abastecimiento	54.790.000 euros
Turbinado de 700 Hm3 en central de nueva construcción. <b>Valor.</b>	23.936.179 euros
Central reversible de La Bujeda. <b>Valor.</b>	6.231.445 euros
Excedente de energía generada menos energía consumida. <b>Valor.</b>	7.866.690 euros
<b>Valor</b> del CO2. Compromiso de Kyoto.	774.194 euros
<b>Total, trasvase al Segura.</b>	<b>117.845.998 euros</b>

**Valor.** Turbinado de 1.300 Hm3/año en los Arribes del Duero. 34.970.000 euros

---

**OPCIÓN 2. Total ingresos CHD. 152.815.998 euros**

---

INGRESOS, EL ESTADO (Impuestos y alquiler del acueducto Tajo-Segura)	
<b>Valor.</b> Energía turbinada de 700 Hm3 de agua, nueva central.	19.584.140 euros
<b>Valor.</b> Central reversible La Bujeda.	5.098.455 euros
<b>Valor.</b> Excedente de energía generada menos energía consumida.	6.548.534 euros
<b>Valor.</b> Alquiler al Estado de embalses y acueducto para 650 Hm3.	11.027.900 euros
<b>Total trasvase al Segura</b>	<b>42.259.029 euros</b>

**Valor.** Impuestos energía generada turbinado 1.300 Hm3/año. 137.670.000 euros

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

**OPCIÓN 2.** **Total ingresos del ESTADO/año** **322.897.237 euros**

**OPCIÓN 2.** **Empresas eléctricas en los Arribes del Duero** **88.400.000 euros**

**INGRESOS TOTALES QUE GENERA OPCIÓN 2 = 564.113.235 EUROS/AÑO**

(No se incluye la rentabilidad que los agricultores consigan con el uso del agua en la cuenca del Segura).

**BALANCE DE VALORES Y COSTOS DE OPCIÓN 3.**

**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 CHD.**

Elevación de 310 Hm3 de agua a embalse decantación Duero. <b>Costo.</b>	- 6.624.520 euros
Elevación de 750 Hm3 de agua a embalse decantación Pisuegra. <b>Costo.</b>	- 16.027.065 euros
Trasvase de 750 Hm3 desde Pisuegra al Duero. <b>Costo.</b>	- 33.107.439 euros
<b>Costo</b> de 950 Hm3 de agua, cuenca del Duero.	- 58.750.850 euros
<b>Valor</b> de 800 Hm3 agua de riego en cuenca del Segura.	144.248.000 euros
<b>Valor</b> de 150 Hm3 agua de suministros en cuenca del Segura.	82.185.000 euros
<b>Valor.</b> Electricidad generada por 1.050 Hm3 de agua en central nueva.	35.904.268 euros
<b>Valor</b> del excedente de energía generada menos consumida.	12.102.601 euros
<b>Valor.</b> Energía generada en Central reversible de La Bujeda.	6.231.445 euros
<b>Valor.</b> Del CO2 no emitido. Compromiso de Kyoto.	1.191.081 euros
<b>Total, trasvase al Segura</b>	<b>167.352.521 euros</b>

**Valor.** Turbinado de 950 Hm3/año en los Arribes del Duero. 25.555.000 euros

**OPCIÓN 3.** **Total ingresos CHD.** **192.907.521 euros.**

Estos ingresos podrían usarse para paliar déficits administrativos y de mantenimiento de la CHD o para ampliar la zona de regadíos, cuya producción es 2,6 veces la de las tierras de secano.

INGRESOS, EL ESTADO (Impuestos y alquiler del acueducto Tajo-Segura)	
<b>Valor.</b> Electricidad generada por 350 Hm3 no trasvasados al Segura.	26.039.944 euros
<b>Valor.</b> Electricidad generada en nueva central de nueva construcción	29.376.219 euros
<b>Valor.</b> Excedentes de energía generada menos consumida.	10.074.668 euros
<b>Valor.</b> Energía generada en central reversible de La Bujeda.	5.098.455 euros
<b>Valor.</b> Alquiler al Estado de embalses y acueducto, para 1.000 Hm3.	16.966.000 euros
<b>Total, trasvase al Segura.</b>	<b>87.555.286 euros</b>

**Valor.** Turbinado de 950 Hm3 en los Arribes del Duero. 100.605.000 euros

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

**OPCIÓN 3. Total, ingresos de EL ESTADO/año** 331.128.494 euros

**OPCIÓN 3. Ingresos empresas eléctricas de Arribes del Duero** 64.600.000 euros

**OPCIÓN 3. Ingresos empresas eléctricas del Tajo (350 Hm3/año)** 31.826.598 euros

**INGRESOS TOTALES QUE GENERA OPCIÓN 3. = 620.462.613 EUROS/AÑO.**

(No se incluye la rentabilidad que los agricultores consigan con el uso del agua en la Cuenca del Segura.)

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

Es curioso constatar que del estudio económico realizado, viene a resultar que, de las tres opciones que estudiamos, en todas, el mayor beneficio lo obtiene El Estado; por vía de 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:

<b>Por:</b>	<b><u>Estimado en 1978</u></b> <b>(Equivalente en euros)</b>	<b><u>Estimado en 2010</u></b>
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 €
<b>Suma</b>	<b>19.451.457 €</b>	<b>142.968.208 €</b>

## BALANCE DE LA ENERGÍA. CONSUMIDA/GENERADA

### OPCIÓN 2.

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

Elevación de 310 Hm3 del Duero a embalse decantación. <b>Consumo.</b>	- 62.613.613 Kwh.
Elevación 400 Hm3 Pisuerga a embalse decantación. <b>Consumo.</b>	- 80.791.759Kwh.
Elevación 400 Hm3 embalse Pisuerga a embalse Duero. <b>Consumo.</b>	-221.238.938 Kwh.
Turbinado 700 Hm3. en central de nueva construcción. <b>Generación.</b>	285.132.382 Kwh.
Trasvase 633 Hm3 Entrepeñas-Talave. <b>Generación.</b>	84.497.217 Kwh.
<b>Total</b>	<b>4.987.289 Kwh.</b>

**Balance de la energía. Generada – consumida = 4.985.289 Kwh.**

**En el estudio que presentamos, OPCIÓN 2., trasvase de 633 Hm3, netos, desde el Duero, complementarios de la cabecera del Tajo, el balance de energía consumida / energía generada, da un balance positivo 4.987.289 Kwh. neto por año.**

### OPCIÓN 3.

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

Elevación de 310 Hm3 del Duero a embalse decantación. <b>Consumo.</b>	- 62.613.613 Kwh.
Elevación de 750 Hm3 Pisuerga a embalse decantación. <b>Consumo.</b>	- 151.484.548 Kwh.
Elevación de 750 Hm3 embalse Pisuerga a embalse Duero. <b>Consumo.</b>	- 414.823.008 Kwh.
Turbinado 1.050 Hm3. en central de nueva construcción. <b>Generación.</b>	427.698.574 Kwh.
Trasvase 950 Hm3. Entrepeñas-Talave. <b>Generación.</b>	129.995.719 Kwh.
<b>Total</b>	<b>- 71.226.876 Kwh.</b>

**Balance de la energía. Generada – Consumida = - 71.226.876 Kwh.**

71.226.876 Kwh. / 950.000.000 m3 de agua trasvasada = 0,0750 Kwh.

**La opción 3, viene a resultar en un consumo de energía de 0,0750 Kwh. de consumo por m3 de agua trasvasado desde el Duero al Segura.**

NÓTESE que la Opción 3, implica liberar 350 Hm3 de agua en la cabecera del Tajo, que no se trasvasan al Segura y que, por siguiente están disponibles para generar electricidad en todas las centrales hidroeléctricas del cauce del río Tajo, desde Entrepeñas a Cedillo.

Turbinado de 350 Hm3 en centrales hidroeléctrica Tajo. **Genera 335.999.300 Kwh.**

**El balance de la energía en OPCIÓN 3, da la cifra positiva de 264.772.424 Kwh./año.**

De este excedente de energía se beneficia:

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

# AFECTACIÓN DE LAS OBRAS PROPUESTAS A LA CUENCA DEL DUERO EN 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, **afectarían de forma positiva a la ribera portuguesa del Duero, en tanto en cuanto disminuiría la extensión y daños en las riadas.**

Las obras propuestas respetan los acuerdos internacionales con Portugal.

## RESUMEN DE LAS TRES OPCIONES PROPUESTAS

### OPCIÓN 1.

Ingresos de la Confederación Hidrográfica del Duero =	53.884.000 euros/año.
Ingresos de las empresas eléctricas de los Arribes del Duero =	135.931.862 euros/año.
Ingresos por impuestos a la electricidad, de El Estado =	211.882.055 euros/año.
<b>Total</b>	<b>401.697.917 euros/año</b>

### OPCIÓN 2.

Ingresos de la Confederación Hidrográfica del Duero =	152.815.998 euros/año.
Ingresos de las empresas eléctricas de los Arribes del Duero =	88.400.000 euros/año.
Ingresos por los impuestos a la electricidad y otros derechos fiscales del Estado =	322.897.237 euros/año.
<b>Total</b>	<b>= 564.113.235 euros/año.</b>

### OPCIÓN 3.

Ingresos de la Confederación Hidrográfica del Duero =	192.907.521 euros/año.
Ingresos de las empresas eléctricas de los Arribes del Duero =	64.600.000 euros/año.
Ingresos empresas eléctricas del Tajo =	31.826.590 euros/año.
Ingresos por los impuestos a la electricidad y otros derechos Fiscales del Estado =	331.128.494 euros/año.
<b>Total</b>	<b>= 620.462.613 euros/año</b>

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

**Opción 2. Desalar 650 Hm<sup>3</sup>/año, complementarios de los 350 Hm<sup>3</sup> trasvasables de la cabecera del Tajo.**

Energía necesaria. Desalar un m<sup>3</sup> de agua del mar, por osmosis inversa, **consume 4,3497 Kwh. /m<sup>3</sup>. en el compresor,** más la energía que consumen las bombas auxiliares.

Tomando solamente el consumo del compresor, desalar 633 Hm<sup>3</sup> de agua del mar **consume: 650.000.000 m<sup>3</sup> x 4,3497 = 2.827.305.000 Kwh.**

El trasvase del Duero de 633 Hm<sup>3</sup> neto, **genera 4.985.289 Kwh.**

Entre **consumir 2.827.305.000 Kwh.** por desalar 650 Hm<sup>3</sup> de agua del mar y **generar 4.985.289 Kwh.** por trasvasar 650 Hm<sup>3</sup> de agua del Duero, **NO HAY COMPARACIÓN POSIBLE.**

**Desalar agua del mar, en cuanto a la energía, NO ES ALTERNATIVA a la Opción 2 de trasvase.**

Costo del agua. Desalar un m<sup>3</sup> de agua del mar, por osmosis inversa, **cuesta no menos de 1,00 euros por m<sup>3</sup> 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 €/m<sup>3</sup> en la cuenca del Segura, y **la CHD obtendría ingresos netos por valor de 152.815.998 euros/año.**

Para que las desaladoras vendan al mismo precio, tienen que subvencionar el m<sup>3</sup> de agua con 0,8197 euros por m<sup>3</sup>. Desalar en vez de trasvasar, es un operación ruinosa.

Desde una óptica económica. **Desalar agua del mar, NO ES ALTERNATIVA ECONÓMICA a ninguna de las Opciones de trasvase que presentamos.**

**Opción 3. Desalar 950 Hm<sup>3</sup>/año de agua del mar, sustitutoria del trasvase del Tajo al Segura.**

Energía necesaria:

Desalar, consume 4,34897 Kwh./m<sup>3</sup>. Trasvasar 950 Hm<sup>3</sup>, consume 0,0750 Kwh./m<sup>3</sup> de agua.

Desalar 950 Hm<sup>3</sup> **consumiría** (950.000.000 m<sup>3</sup> x 4,34897 Kwh./m<sup>3</sup>) = **4.131.521.500 Kwh./año.**

Trasvasar 950 Hm<sup>3</sup> de la cuenca del Duero a la de Segura, **consumiría 71.250.000 Kwh.**

**Desalar 950 Hm<sup>3</sup> de agua, consumiría 4.060.271.500 Kwh./año más que trasvasar.**

En cuanto al consumo de energía, **desalar 950 Hm<sup>3</sup> de agua del mar, NO ES ALTERNATIVA a la Opción 3 de trasvase.**

Para suministros, el precio de venta del agua de trasvase es de 0,5479 €/m<sup>3</sup>. El agua desalada habría que subvencionarla con 0,4521 €/m<sup>3</sup> para venderla al precio del agua de trasvase.

**Para 150 Hm<sup>3</sup>, el coste de la subvención sería de 67.815.000 euros/año.**

Costos de desalar 150 Hm<sup>3</sup> de agua, a 1,00 €/m<sup>3</sup>. - 150.000.000 euros

Valor de 150 Hm<sup>3</sup> de agua, a 0,5479 €/m<sup>3</sup>. 82.185.000 euros

**Resultado = - 67.815.000 euros,**

Resulta evidente que, para suministros, desalar agua del mar, NO ES ALTERNATIVA a la Opción 3 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 TRASVASAR AGUA A LA CUENCA DEL SEGURA. NO DESALAR AGUA DEL MAR**

### **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 totales de 564.113.235 para Opción 2 y 620.462.613 para Opción 3 (Acción económica negativa).

Se pierde la oportunidad de que El Estado obtenga beneficios económicos por valor de 322.897.237 euros/año en Opción 2 y 331.128.494 euros/año en Opción 3 (Acción económico social negativa).

Se pierde la oportunidad de que miles de familias vivan libres, con el producto de su trabajo al regar tierras que, en secano, producen cero beneficios (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 Hm<sup>3</sup> por año.

**Nadie lo ha materializado. Empieza a parecer un sueño.**

En el estudio que presentamos están los argumentos y los datos que posibilitarían hacer ese **sueño** realidad; de aprovechar el **agua excedente**, 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.

# OPCIÓN COMPLEMENTARIA DE TRASVASE DESDE EL TAJO MEDIO (Embalse de Valdecañas).

**Este estudio es de exclusivo carácter comparativo. (El autor)**

El embalse de Valdecañas, con 1.446 Hm<sup>3</sup> de capacidad y un nivel medio de 1.150 Hm<sup>3</sup>; está situado en el río Tajo, en el límite centro oriental de la provincia de Cáceres, a 315 m.s.n.m. El aforo inmediato anterior del río Tajo se sitúa en Talavera de la Reina, con un caudal medio anual de 107,8 m<sup>3</sup>/s y mínimo de 36,16 m<sup>3</sup>/s; medidos entre 1911 y 1988.

Resulta evidente que hay capacidad para suministrar hasta 650 Hm<sup>3</sup>/año (20,61 m<sup>3</sup>/s), complementarios a 350 Hm<sup>3</sup>/año de la cabecera del Tajo, y poder disponer de un excedente de 15,55 m<sup>3</sup>/s como caudal ecológico mínimo, sin modificar el nivel del embalse.

Como opciones para el canal del trasvase, se presentan dos significativas:

## TRASVASE DESDE EL EMBALSE DE VALDECAÑAS (río Tajo) AL EMBALSE DE ALARCÓN (río Júcar) Y CONTINUACIÓN HASTA EL TALAVE.

Canal de 270 kilómetros de longitud venciendo un desnivel desde 315 m.s.n.m. hasta 806 m.s.n.m. del embalse de Alarcón, 491 metros de desnivel. Tomaremos 25 m. más de altura para compensar pérdidas por rozamiento en las tuberías.

$P_b = p \cdot 9,81 \cdot Q_s \cdot H / \eta_m \cdot \eta_b$ ; en que  $p$  = Densidad de 1 m<sup>3</sup> de agua;  $\eta_m$  = Rendimiento motor eléctrico de la bomba y  $\eta_b$  = Rendimiento acoplamiento motor eléctrico bomba.  $\eta_m = 0,963$ ;  $\eta_b = 0,981$ .

$P_b = 1.000 \text{ Kg.} \times 9,81 \times 20,61 \text{ m}^3/\text{s} \times 516 \text{ m} / 0,963 \times 0,981 = 110.433.645$  vatios. Se necesita instalar una potencia mínima de 110.433.645 Kw.

$Q_h = 20,61 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s} = 74.196 \text{ m}^3/\text{hora}$ ;  $74.196 \text{ m}^3/\text{hora} / 110.433.645 \text{ Kw.} = 0,6719 \text{ m}^3$ ; Un Kwh. bombearía desde el embalse de Valdecañas al embalse de Alarcón, 0,6719 m<sup>3</sup> de agua.

$650.000.000 \text{ m}^3 / 0,6719 \text{ m}^3/\text{Kwh.} = \mathbf{967.405.864 \text{ Kwh.}}$

**Para elevar 650 Hm<sup>3</sup>/año desde la cota 315 a la cota 806 se necesitan 967.405.864 Kwh.**

Las obras a construir serían:

Tres centrales de bombeo. Una en el embalse de Valdecañas y dos más entre Valdecañas y Alarcón, más dos embalses en las centrales de bombeo que garanticen suficiente agua para realizar el bombeo, evitando que las bombas puedan trabajar en vacío.

El costo aproximado de la obra se estima en 900 millones de euros.

### **Energía generada por 650 Hm<sup>3</sup> de agua entre Alarcón y Talave.**

Salto de Alarcón (114.259 Kwh. por Hm<sup>3</sup>) = 74.268.350 Kwh.

Salto de Villagordo (50.632 Kwh. por Hm<sup>3</sup>) = 32.910.800 Kwh.

Salto de Fontanar (368.324 Kwh. por Hm<sup>3</sup>) = 239.410.600 Kwh.

**Total energía generada = 346.589.750 Kwh.**

**Diferencia energía consumida - energía generada (- 967.405.864 Kwh. + 346.589.750 Kwh. = - 620.816.114 Kwh.**

**Coste total de la energía** (620.816.114 Kwh. x 0,1058 €/Kwh.) = **65.682.344 euros**

**Coste de la energía por m3 trasvasado** (65.682.344 € / 650.000.000 m3) = **0,1010 €/m3 (15,32 Ptas/m3).**

**Valor del agua en origen.**

Los 650 Hm3 de agua trasvasados desde el embalse de Valdecañas, dejarían de generar electricidad en las centrales hidroeléctricas de: Valdecañas, Torrejón, José M<sup>a</sup> de Oriol y Cedillo, con perjuicio económico para quienes dejan de ingresar ese capital. Para que no se opongan al trasvase habrá que pagar el valor que generaría el agua que se trasvasa.

Valdecañas (172.592 Kwh. x 650 Hm3) =	112.184.800 Kwh.
Torrejón (110.472 Kwh. x 650 Hm3) =	71.806.800 Kwh.
José M <sup>a</sup> de Oriol (248.570 x 650) =	161.570.500 Kwh.
Cedillo (110.472 x 650) =	71.806.800 Kwh.
<b>Total, energía que generan 650 Hm3 de agua =</b>	<b>417.368.900 Kwh/año</b>

**Valor de la energía que generan 650 Hm3 de agua.** Según precios B.O.E. de 30/06/2010.

A favor de Iberdrola ( 0,0931 €/Kwh. x 417.368.900 Kwh. ) = **38.857.044 euros.**

A favor de El Estado (0,0775 €/Kwh. x 417.368.900 Kwh.) = **32.346.089 euros.**

**Valor total = 71.203.133 euros.**

**Valor de un metro cúbico de agua en origen, embalse de Valdecañas** (71.203.133 € / 650.000.000 m3) = **0,1095 €/m3 (18,22 Ptas).**

**COSTO DEL M3 DE AGUA TRASVASADO DESDE EL EMBALSE DE VALDECAÑAS AL EMBALSE DE TALAVE.**

Valor del agua en origen	0,109500 €/m3
Costo de la energía para trasvase (Valdecañas –Talave)	0,101000 €/m3
Amortización de obras (900 millones de euros más intereses)	0,034570 €/m3
Peaje por alquiler del tramo del canal Alarcón – Talave (estimado)	0,003000 €/m3
Conservación y explotación de la obra Valdecañas –Alarcón.	0,004500 €/m3
Otros gastos variables	0,001000 €/m3

**Costo de un m3 de agua en Talave = 0,253570 €/m3 (42,19 Ptas.).**

**Costo del agua trasvasada desde la cuenca del Duero = 0,180310 €/m3 (30,00 Ptas.).**

**RESULTA MÁS CARO TRASVASAR AGUA DE VALDECAÑAS (sin beneficio para nadie) QUE HACERLO DEL DUERO (con los beneficios anteriormente señalados)**

**TRASVASE DESDE EL EMBALSE DE VALDECAÑAS (río Tajo) AL CANAL DEL TAJO-SEGURA EN BARRÁS Y CONTINUACIÓN HASTA EL TALAVE.**

La obra comprendería 300 kilómetros de canal entre el embalse de Valdecañas a cota 315 m.s.n.m. y el canal del embalse en Barrás a cota de 731 m.s.n.m. Una diferencia de nivel de 416 m más 30 m para compensar pérdidas de presión en la tubería por rozamiento = 446 metros de desnivel.

De acuerdo con la distancia, con los mismos precios por kilómetro que en la opción anterior, de Valdecañas, se estima un coste de 1.000 millones de euros.

$P_b = 1.000 \text{ Kg} \times 9,81 \times 20,61 \text{ m}^3/\text{s} \times 446 \text{ m} / 0,963 \times 0,981 = 95.452.336 \text{ vatios.}$   
 $Q_h = 20,61 \text{ m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{ s} = 74.196 \text{ m}^3/\text{hora.}$   $74.196 \text{ m}^3/\text{hora} / 95.452,336 \text{ Kw} = 0,777 \text{ m}^3$   
Con el consumo de un Kwh. se bombean 0,777 m<sup>3</sup> de agua desde el embalse de Valdecañas al canal del trasvase en Barrás.

$650.000.000 / 0,777 = \mathbf{836.550.836 \text{ Kwh.}}$

**Para bombear 650 Hm<sup>3</sup>, se consumen 836.550.836 Kwh**

**Energía generada entre Barrás y Talave**

Salto de Fontanar (368.324 x 650) = **239.410.600 Kwh**

**Diferencia energía consumida – energía generada ( - 836.550.836 + 239.410.600) = - 597.139.736 Kwh.**

**Valor de la energía (597.139.736 Kwh. x 0.1058 €/Kwh.) = 63.177.384 euros.**

**Coste de la energía por m<sup>3</sup> trasvasado (63.177.384 /650.000.000) = 0,0972 €/m<sup>3</sup>**

**COSTO DEL M<sup>3</sup> DE AGUA TRASVASADA DESDE EL EMBALSE DE VALDECAÑAS AL CANAL DEL TRASVASE TAJO-SEGURA EN BARRÁS (Albacete).**

Valor del agua en origen	0,109500 €/m <sup>3</sup>
Costo de la energía para trasvase Valdecañas –Barrás.	0,097200 €/m <sup>3</sup>
Amortización de obras (1.000 millones de euros más intereses)	0,038400 €/m <sup>3</sup>
Peaje por el tramo de canal Barrás – Talave.	0,001500 €/m <sup>3</sup>
Conservación y explotación de la obra Valdecañas – Barrás.	0,005000 €/m <sup>3</sup>
Otros gastos variables	0,001000 €/m <sup>3</sup>

**Total. Costo de un m<sup>3</sup> de agua = 0,252600 euros**

(42.03 Ptas./m<sup>3</sup>)

**Los resultados de los estudios son:**

**Trasvase Valdecañas – Alarcón. Costo del m<sup>3</sup> de agua = 0,253570 euros (42,19 Ptas./m<sup>3</sup>)**

**Trasvase Valdecañas –Barrás. Costo del m<sup>3</sup> de agua = 0,252600 euros (42,03 Ptas./m<sup>3</sup>).**

**Las diferencias que se perciben muestran que es indistinto un trazado o el otro. En ambos casos, resulta más caro trasvasar agua del embalse de Valdecañas al del Talave que un trasvase del mismo caudal desde el Duero y el Pisuerga, Opciones 2 y 3.**

# OPCION TRASVASE DE 650 HM<sup>3</sup>/AÑO DESDE EL EBRO, TORTOSA

## Presa Aérea de Derivación de Caudales

En nuestro estudio VALOR ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL DEL AGUA EXCEDENTE EN LA CUENCA DEL EBRO, planteamos, un trasvase de hasta 1.500 Hm<sup>3</sup>/año de agua excedente de las riadas a las tres provincias valencianas.

El agua se tomaría mediante Presa Aérea de Derivación de Caudales en el cauce del río Ebro entre Xerta y Amposta, donde nadie reclama agua del Ebro. Desde la misma Presa Aérea, se pueden extraer aguas demandadas por Cataluña y aguas demandadas por la Comunidad Valenciana por Murcia y las cuencas del Almanzora y demás ríos del Este de la provincia de Almería.

La obra del trasvase a Murcia y Almería habría de construirse conjunta con la obra de trasvase a las tres provincias valencianas, para reducir costos. El precio del m<sup>3</sup> de agua en destino, a pie de canal estaría en 0.18031 €/ m<sup>3</sup>; construida y explotada la obra por empresa privada.

## DEMANDA DE AGUA / OFERTA DE AGUA.

En el estudio que adjuntamos mostramos como es posible que a una demanda de agua pueda darse una oferta de agua, para beneficio de los territorios de origen y los de destino del agua.

La cuenca del río Segura demanda agua. También las tres provincias Valencianas y las provincias de Almería y Tarragona.

El agua excedente, el que no reclama nadie, lo ponen las nubes en las cuencas de algunos ríos de España, pero no en sus embalses sino en las riadas. **El agua excedente es el agua de las riadas**. Para captar el agua de las riadas y aprovecharla después hemos diseñado **Presa Aérea de Derivación de Caudales**, cuyo estudio, dibujos y patente aportamos adjunto.

## RESUMEN GENERAL

### 1ª. AGUA EXCEDENTE EN LA CUENCA DEL DUERO.

Basado en los datos del borrador de la CHD llegamos a la conclusión de que la cuenca del Duero dispone de un excedente de agua circulante en superficie de, aproximadamente, **2.000 Hm<sup>3</sup>/año**. Este caudal excedente podría aprovecharse para fines económicos y ecológicos/medio ambientales. Presentamos tres opciones: para generación de energía eléctrica en la cuenca del Duero, regadíos y consumo en trasvases a la cuenca del Segura.

En la generación de energía eléctrica con agua excedente, le damos un valor económico al agua equivalente al del combustible necesario para generar una unidad eléctrica en una central térmica. Este valor se justifica en que para obtener esta agua es necesario hacer un gasto que, como mínimo, creemos que se debe recuperar.

Así mismo, utilizamos el Compromiso de Kyoto, para calcular el valor del agua en el ahorro de emisión de CO<sub>2</sub>.

### 2ª.- COSTO DEL AGUA EN ORIGEN.

Se le da un valor estimado, suma de varios costos individuales, entre ellos, el pago de patente o autorización para su uso, que se estima en una cantidad por m<sup>3</sup> colectado.

El beneficiario de esta patente es el autor de este estudio, por lo que puedo asegurar que el precio puesto es una estimación, que se ha sumado al costo de captar el agua para que se pague con los beneficios de la venta del agua. Otras fórmulas y otras opciones podrían ser aceptables.

### 3ª.- LOS ESTUDIOS SOBRE EL TAJO.

Se aportan para clarificar conceptos. La España Autonómica es, desde la óptica política, muy distinta a aquella que construyó el trasvase Tajo – Segura. Esta obra, no obstante, creemos que es aprovechable para trasvasar agua del Duero a la cuenca mediterránea.

### 4ª.- OTROS POSIBLES TRASVASES A LA CUENCA DEL SEGURA.

Trasvases desde el embalse de Valdecañas en el Tajo.- Ni económico, ni ecológico / medio ambiental, son comparables, a los trasvases que proponemos en Opciones 2 y 3 del Duero.

Trasvases del Ebro.- Solo un trasvase desde Tortosa, podría tomar el lugar de los trasvases propuestos del Duero. Sería una obra conjunta para las tres provincias valencianas, Murcia y Almería. Podría, así mismo, satisfacer las demandas de agua de Cataluña.



**Evaristo San Vicente Callejo. Ingeniero Técnico en Mecánica.**  
**c/ Soldado Rosique, 1, 15º, izda. CP 30205, Cartagena (Murcia). Tfno. 968-506784.**  
(Corregido el 25 de abril de 2011).



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①① Número de publicación: **2 306 569**

②① Número de solicitud: 200600688

⑤① Int. Cl.:

**E02B 3/00** (2006.01)

**E02B 7/00** (2006.01)



⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

②② Fecha de presentación: **09.03.2006**

④③ Fecha de publicación de la solicitud: **01.11.2008**

Fecha de la concesión: **01.07.2009**

④⑤ Fecha de anuncio de la concesión: **14.07.2009**

④⑤ Fecha de publicación del folleto de la patente:  
**14.07.2009**

⑦③ Titular/es: **Evaristo San Vicente Callejo**  
**c/ Soldado Rosique, nº 1 - 15º Izda.**  
**30205 Cartagena, Murcia, ES**

⑦② Inventor/es: **San Vicente Callejo, Evaristo**

⑦④ Agente: **No consta**

⑤④ Título: **Presa aérea de derivación de caudales.**

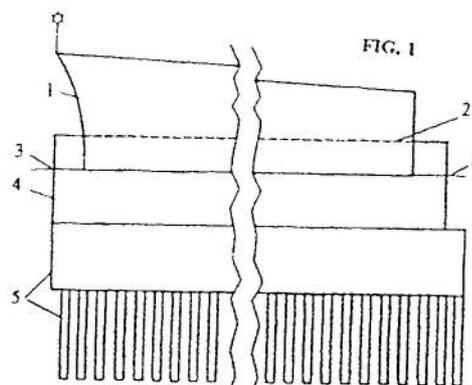
⑤⑦ Resumen:

Presa aérea de derivación de caudales.

Consiste en una instalación de presa en cauce de río, con forma de proa de barco (1), con la base a tres metros de distancia (2) por encima del nivel inferior de las amuras y costados, estos a ras y por encima de la lámina de agua del río (3).

Su objetivo es permitir, sin posibilidad 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 trasvados.

Se mantendrá fija mediante anclajes a pilares (4) y cimentos (5) en la base del río, estribos en los muros laterales de encauzamiento y, si fuera necesario, con lastre de arena sobre la caja de la presa aérea.



ES 2 306 569 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Presa aérea de derivación de caudales.

5 La presente invención se refiere a una presa con forma aérea de proa de barco para instalar en el cauce de un río, que se asienta sobre pilares que permiten el paso de un caudal predeterminado y constante de agua entre la base del río y las amuras y costados de derivación de la presa aérea, a la vez que desvía todo caudal superior, a cámaras de bombeo, para extraerlo del cauce de río y, en su caso, ser trasvasado.

10 Carece de muro de contención para detener el agua que llegue a la presa.

Carece de compuertas que pudieran abrir, graduar o cortar el paso de caudales predeterminados, sean ecológicos o de servicio; o a canales de derivación.

15 **Antecedentes de la invención**

Es de conocimiento general que, en los cauces de los ríos, en ciertos parajes, se construyen muros estancos para contención y embalse de aguas que, anclados al fondo y paredes laterales del cauce, resisten la presión del agua embalsada.

20 El muro de contención dispone, en su parte inferior, de una o varias compuertas que, a voluntad abren, gradúan o cierran el paso del agua a través del muro. En la parte superior del muro, una o varias compuertas se abren o cierran, a voluntad, en los aliviaderos; para verter las aguas sobrantes cuando estas alcanzan niveles de llenado del embalse o de peligro para la estabilidad de la presa. También puede disponer de compuertas que abran o cierren el paso del agua a canales de derivación.

25 El hecho generalizado es que los muros de contención son estancos, y disponen de aberturas en las que se instalan compuertas que abren, regulan o cortan el paso del agua a voluntad de quien maneja la compuerta.

30 Otro tipo de presas, presas de laminación, se construyen para retener trombas de agua y laminar el caudal que ha de discurrir aguas abajo de la presa en mayor espacio de tiempo, para eliminar o mitigar el efecto de una tromba de agua. El muro es estanco excepto en la abertura de laminación, para la que no necesita compuerta.

35 **Descripción de la invención**

La presa aérea de derivación de caudales es una instalación fija, que se asienta sobre pilares; a los que se fija mediante pernos con tuerca y contratuerca, así como a los muros de encauzamiento del río en los estribos. La línea inferior de la estructura de la presa se sitúa a ras y por encima del nivel normal del río, para permitir el paso de un caudal de agua constante. Garantiza, así, la posibilidad de paso de ciertos caudales predeterminados sin opción de regulación, corte o disminución; con dependencia exclusiva de los caudales aportados por el río aguas arriba de la presa de derivación. Deriva caudales superiores a aquellos predeterminados para pasar libremente bajo la instalación.

40 La configuración estructural de esta presa aérea es la de proa de barco en su parte más avanzada contra corriente. Situada en el centro de la corriente, de un cauce canalizado, cuando se trate de derivar los caudales de agua a partes iguales a cada margen del río; caerá más hacia el lado donde menos caudal derive, o se apoyará en el muro del lado opuesto a la margen del río hacia donde se quiera derivar todo el caudal superior. En este caso, la configuración estructural se asemejará a la parte de proa de un barco partida en crujía (línea imaginaria de proa a popa que divide un barco en partes iguales), que se apoya por el lado de crujía en el muro lateral.

50 La configuración de amuras y costados de la presa, conduce las aguas a los canales de acceso y a las cámaras de bombas, en régimen laminar.

55 La parte posterior o popa de la presa para derivación de caudales será de forma plana, vertical a la lámina de agua y perpendicular a los muros de encauzamiento, tendrá la misma altura que estos muros en sus apoyos en los estribos, formando estanqueidad con ellos en la parte superior a la lámina de agua.

60 La base de la presa, excepto las amuras y costados, será de forma plana y estará situada a tres (3,00) metros sobre el nivel normal del río, con objeto de evitar la presión vertical hacia arriba del agua en la superficie de la base, en las crecidas, como así mismo llevar a cabo las labores de mantenimiento correspondientes, desde una barca o plataforma flotante. Dispondrá de quilla de sujeción al pilar de crujía y de otras vigas similares alineadas con los pilares, con pernos embutidos en el hormigón de los pilares y soldados a su armadura de hierro, tantas como pilares disponga en el cauce del río.

65 La altura de la roda será, no menos de dos metros superior a la de los costados en sus apoyos en los estribos de los muros de encauzamiento.

En el interior del almacén de la presa, se configurará una plataforma que podrá y deberá ser lastrada para dar estabilidad a la presa en las condiciones más adversas.

Cuando el lugar donde se instale la presa, el río tenga características de navegabilidad, la presa aérea podrá disponer, en uno o ambos lados, de una o dos compuertas retráctiles, mediante mecanismos hidráulicos para, en posición de abiertas, permitir el paso fluvial a uno y otro lado de la presa y, en posición de cerradas, encauzar el agua derivada a las cámaras de bombeo en régimen laminar. Los mecanismos hidráulicos y sus materiales son independientes del objeto de la invención.

### Breve descripción de los dibujos

La figura 1 representa la presa aérea de derivación de caudales en alzado, seccionada de arriba abajo, con forma de proa de barco (1), rozando en su parte inferior la lámina de agua (5). El pilar o pilares sobre los que se asienta la parte aérea de la presa, sobresale del nivel de la lámina de agua hasta la altura de la base de la presa (2); el fondo del río (3), y los cimientos, que aquí representamos en un bloque de hormigón a ras del fondo del río sobre pilotaje (4), suponiendo un terreno en el fondo del río de materiales de baja resistencia a la compresión.

Los cimientos y los pilares no forman parte del objeto de invención, si bien creemos necesario dibujarlos, para mejor comprensión.

La figura 2 muestra, en planta, los cimientos (1), los pilares (2), las correas (3) y el perfil exterior de la presa aérea de derivación de caudales rodeada de agua (4).

La figura 3 muestra, en alzado, una vista posterior de la presa aérea de derivación de caudales apoyada en cuatro pilares (1), con la base (2) sobre la lámina de agua (3), cimientos (4) y correas de unión de los cimientos (5).

La figura 4 muestra, en planta, la posición de la presa aérea de derivación de caudales en un río (1) con las instalaciones auxiliares que no forman parte de la invención, de: canalización del río, canales de acceso a las cámaras de bombeo (2), cámaras de bombeo (3), situación de baterías de bombas (4), y rampas de retorno de caudales no bombeados al cauce del río (5).

Serán independientes del objeto de la invención los materiales empleados en la construcción de la presa aérea de derivación de caudales y las dimensiones. Estas deberán adaptarse a las del encauzamiento del río en el lugar de la instalación.

### Descripción de una realización preferida

La presa aérea de derivación de caudales deberá construirse, preferentemente, con vigas y chapas de acero (perfiles de Altos Hornos de Vizcaya), y técnicas de construcción y acabado de casco de barco, para darle estabilidad y proteger su estructura de la oxidación.

La quilla así como las demás vigas que sujetan el casco a los pilares serán vigas de acero, de perfiles apropiados para la resistencia de las cargas a las que estarán sometidas. Se fijarán a los pilares con tantos pernos como sean necesarios, para asegurar su unión a pilares y cimientos y evitar el efecto de pandeo en las vigas, debido al empuje horizontal que ejerce el agua sobre las amuras y costados de la presa aérea de derivación de caudales, en las condiciones más adversas.

A las vigas de la base se le unirán, por soldadura, las cuadernas y demás vigas de las amuras, costados y popa de la presa, para configurar el armazón o esqueleto del casco en forma de proa de barco de la presa aérea de derivación de caudales. A este armazón, se le soldarán las chapas de acero del grosor apropiado (3,175 mm. podría ser apropiado).

En las amuras y costados, la línea inferior de la chapa soldada llegará a enrasar con la parte superior de la lámina de agua del río del caudal predeterminado constante, y formando una superficie lisa y continua, hasta la línea superior a la altura de la cabeza de la roda; con disminución progresiva hacia popa hasta la altura de los muros en los estribos.

La popa, de superficie plana, vertical a la lámina de agua y perpendicular a los estribos, la conformarán chapas soldadas a las vigas y cuadernas desde la línea de la base hasta la línea superior de los muros, formando un compartimento estanco, a las aguas del río, con la base y los costados.

La base estará conformada por una superficie plana horizontal de chapas soldadas entre si y a la quilla, vigas y cuadernas que constituyen el armazón de la base.

Toda la estructura de acero irá pintada, por ambas caras, con dos capas de pintura antioxidante y dos capas de pintura naval para obra viva, en la base y en una franja de cuatro metros de altura en los costados; y pintura de cubierta para el resto, en cubierta, popa y costados.

La presa aérea puede llevar, en uno o ambos lados, una o dos compuertas retráctiles, mediante mecanismos hidráulicos para, en posición de abiertas, permitir el paso fluvial a uno y otro lado de la presa. Tanto las compuertas como sus mecanismos son independientes del objeto de la invención.

## ES 2 306 569 B1

Para que la presa aérea de derivación de caudales pueda llevar a cabo sus funciones, deberá dotarse de instalaciones auxiliares ajenas al objeto de la invención. Son las siguientes:

5 Muros laterales de encauzamiento del río para caudales con periodo de retorno de quinientos (500) años.

Canales de acceso a cámaras de bombeo.

10 Cámaras de bombeo, separadas del cauce del río por muros de hormigón de altura igual a la de los muros de encauzamiento del río.

Baterías de bombas, a uno o ambos márgenes del río, con capacidad para el bombeo del agua derivada del cauce del río al depósito o depósitos de primer bombeo.

15 Depósito/s de primer bombeo.

20 Los cauces preferidos para instalación de una presa aérea de derivación de caudales son los de los ríos Ebro y Duero, para posibles trasvases a la Cuenca Mediterránea. Si bien podría ser instalada en el cauce de cualquier río donde se de la necesidad de garantizar el paso de un caudal predeterminado constante, sin posibilidad de corte, regulación o disminución; dependiente, solamente, del caudal suficiente que llegue a la presa aérea de derivación de caudales; y para derivar, al mismo tiempo, todo caudal superior.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

5 1. Presa aérea de derivación de caudales **caracterizada** porque es una instalación fija que se sitúa en el cauce de un río, previamente canalizado, por encima de la lámina de agua. Su anclaje a los cimientos por medio de columnas, permite el paso de un caudal de agua predeterminado (caudal ecológico más caudal de servicio) sin posibilidad de manejo o alteración manual o mecánica en la instalación. Su forma de proa de barco permite desviar, en régimen laminar, aquellos caudales superiores al predeterminado, hasta uno o dos canales de desviación, uno en cada margen del cauce del río, con sus correspondientes fosos y bombas, que permiten elevar los caudales desviados hasta un primer embalse fuera del cauce y de la ribera del río.

10 2. Presa aérea de derivación de caudales según la reivindicación 1, **caracterizada** porque es una instalación que carece de muro estanco para contención o embalse de las aguas, así como de compuertas que regulen, abran o cierren el paso de caudales a través de su instalación; permitiendo el paso, por debajo de la estructura, de un caudal de agua predeterminado constante, sin posibilidad de alteración mecánica o manual en la instalación.

15 3. Presa aérea de derivación de caudales según la reivindicación 1, **caracterizada** por ser una estructura fija en forma de proa de barco, situada sobre la lámina de agua del río, que desvía, en régimen laminar, el excedente de un caudal predeterminado, a uno o dos canales y fosas de bombas, para poder ser bombeado fuera del cauce del río.

20 4. Presa aérea de derivación de caudales **caracterizada** porque, en ríos navegables, puede dotarse de una o dos compuertas retráctiles, que permitan el paso de embarcaciones de uno a otro lado de la presa, cuando no se estén desviando caudales.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

