

# Los proyectos de riego en el siglo XIX desde el río Ara al sur del Prepirineo

JOSÉ ANTONIO CUCHÍ<sup>1</sup>

Se analizan dos proyectos del siglo XIX para trasvasar agua del río Ara con destino a regadíos en la zona del somontano de Barbastro. Se denominaron como *canal de la Princesa de Asturias* y *canal del Sobrarbe*, respectivamente. El joven Joaquín Costa participó en los trabajos del segundo.

This paper analyses two projects of the 19<sup>th</sup> century to transfer water from the Ara River to the irrigations of the Somontano area of Barbastro are analyzed. They were named as the *Canal of the Princess of Asturias* and the *Sobrarbe Canal*, respectively. The young Joaquín Costa participated in the works of the second.

## INTRODUCCIÓN

La historia de los riegos de Aragón es un tema de evidente interés al que se han dedicado estudios de ámbito general, especialmente el texto sintético de Bolea (1978). Es evidente, sin embargo, que quedan abundantes detalles por estudiar.

Una cuenca de interés es la del Ara, río que desciende desde la cara sur del macizo del Vignemale. Recoge las aguas del Arazas aguas arriba de Torla, del Sorrosal en Broto, del Jalle, Chate o Jate en Planduiar, el barranco de Otal bajo Bergua, los barranco de Las Viñas y de la Fuen en Jánovas, el río Sieste en Margudged (*Marburgué*) y el río Ena en Aínsa. Y aguas abajo de esta localidad, desemboca en el Cinca.

Como todo río de montaña, el Ara y sus afluentes tienen pequeños aprovechamientos de riego como la acequia de los Arrobales de Fiscal (unas 100 hectáreas) y la interesante mina que del Sorrosal riega en Oto. También hubo otros sistemas en desuso como el que muestra la figura 1. Estas acequias también servían para mover molinos harineros, sarras, martinets y batanes. Uno de estos últimos, el de Lacort, fue restaurado tras su traslado a Fiscal.

---

1 Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 Huesca. [cuchi@unizar.es](mailto:cuchi@unizar.es)

En el siglo XIX, hubo proyectos para captar agua del Ara para regar al sur de las Sierras Exteriores. En ese siglo se redactaron dos proyectos desde el Ara hasta la cuenca del Vero, dirigiendo sus aguas hacia el somontano de Barbastro por los denominados canales *de la Princesa de Asturias* y *del Sobrarbe*, respectivamente. En realidad, complementaban la vieja aspiración de la localidad de Barbastro de realizar un pantano en este río por encima de Alquézar (Lacambra, 1910 y 1911; Nieto, 2006). El Vero nace en las cercanías de Puimorcat, pero su cuenca alta tiene naturaleza kárstica de modo que suele estar seco hasta la fuente de Lecina, donde hay una estación de aforo justo en el arranque del profundo cañón calizo que se alarga hasta aguas abajo de Alquézar. Es bien conocida la fuerte variabilidad de caudales de este río como muestra el gran encauzamiento del río en Barbastro. A largas sequías sucedían esporádicas avenidas.

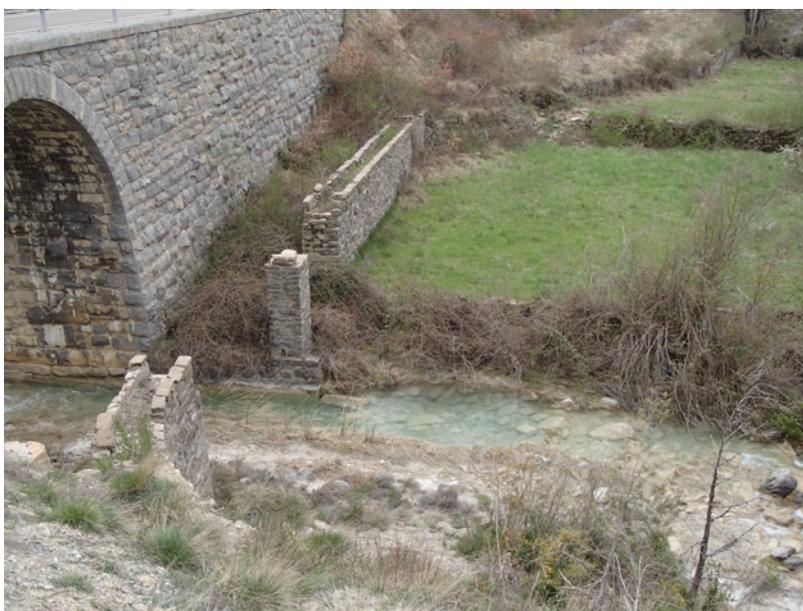


Figura 1. Resto de acueducto en la orilla izquierda del Ara, en el puente Llardó, entre Arresa y Javierre de Ara.

En el siglo XX, se sugirió un tercer proyecto que trasvasaba agua del Ara desde el proyectado y anulado embalse de Jánovas hasta el Alcanadre, y luego dirigía sus aguas hacia la hoya de Huesca.

El objetivo de este artículo es sintetizar y analizar la información sobre los citados proyectos, su momento histórico y sus protagonistas.

## CANAL DE LA PRINCESA DE ASTURIAS

A comienzos de la década de 1850, llega a la presidencia del Consejo de Ministros el *moderado* Juan Bravo Murillo, al que se califica como tecnócrata, impulsor de obras hidráulicas como el canal de Isabel II y diversos ferrocarriles. A favor de la legislación que promovía se planteó un primer gran proyecto de riegos desde el río Ara.

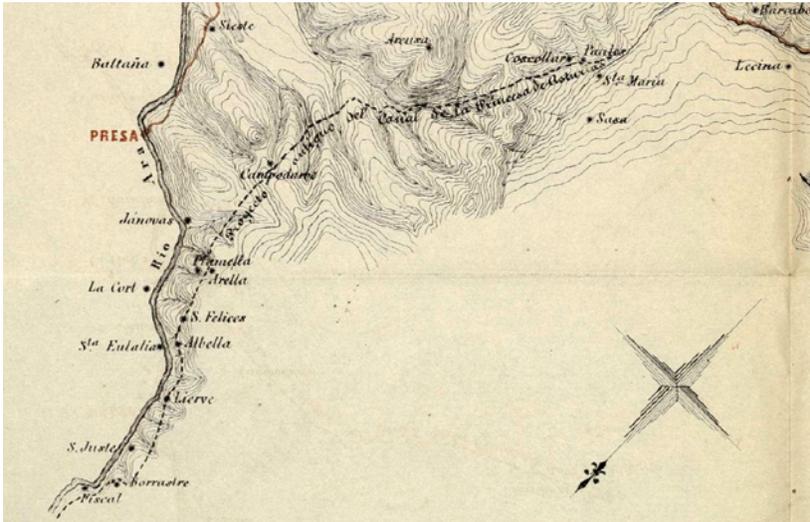


Figura 2. Trazado del canal de la Princesa de Asturias desde Fiscal hasta Santa María de la Nuez. Fragmento del plano de Bergnes y Bergnes (1866).

*La Campana de Huesca*, del 22 de abril de 1894, y Bolea (1978 y 1999) informan sobre el proyecto denominado *canal de la Princesa de Asturias*, dedicado a María Isabel de Borbón, la Chata, nacida en 1851, cinco años antes que el futuro Alfonso XII. El canal, promovido por el comerciante barcelonés Miguel Ravella, regaría inicialmente unas 30 000 hectáreas. Se iniciaba en Fiscal, pasaba al sur de Jánovas, siguiendo el trazado de la cabañera real para llegar a la cuenca del Vero a la altura de Paúles, en Tierra Bucho. Después, desde Alquézar, y dividido en diversas acequias, llegaría al Cinca a la altura de Conchel. Bergnes y Bergnes (1866) indican que, por dictamen del 6 de abril de 1854, del sallentino Mariano Royo Urieta, ingeniero provincial, se condicionó la concesión a un modificado al alza en cotas, trazado, caudal captado y superficie regada. El informe, a juzgar por lo que ha trascendido, debía de ser duro: calificaba al proyecto de “ligero anteproyecto” y era claro cuando al aceptar el interés del proyecto señalaba que “correspondía a la alta fe e ilustrada inspección del Gobierno evitar una marcada desproporción en el repartimiento de las utilidades, o que miras demasiado mezquinas de las partes interesadas impidieran su

completo desarrollo”. El informe fue aceptado por la Junta Consultiva de Caminos, Canales y Puertos y, en última instancia, por el Gobierno. Royo acabó sus estudios en 1850, siendo elevado, el 25 de julio, a la categoría de ingeniero segundo por gracia especial de Isabel II y destinado a Zaragoza. No parece que se realizara nada por el fallecimiento del promotor y se declaró caducado.

El trazado de este canal se muestra en la figura 2, que aparece dentro del proyecto del canal del Sobrarbe. Si este trazado es copia del original, se detectan varios problemas topográficos. Entre ellos, problemas de cotas entre inicio y final dado que la cota del Ara en Fiscal está en los 750 msnm, mientras que el Vero en Paúles de Sarsa está a 850 metros. En medio había que pasar junto a Campodarbe, situado a 1150 metros. Además, hay errores como colocar a San Felices de Ara al noroeste de Albella o Planillo junto y al norte de esta última localidad. Esto hace pensar que no se hicieron trabajos de campo. Prueba de esto es que el autor del proyecto del canal del Sobrarbe, con cierta delicadeza quizás debida a que conociera a algún buen amigo del promotor, explicita que no quiere calificar los estudios de Ravella y sugiere que de no haberse producido la muerte de su promotor habría que haber realizado un *proyecto verdadero* (Bergnes y Bergnes, 1866: 7).

El proyecto contaba con el reconocimiento de utilidad pública y concesión por noventa y nueve años otorgada por real decreto el 11 de octubre de 1855. El canal tenía una longitud de 46 kilómetros, con, al menos, dos túneles de 4,5 y 8,5 kilómetros, respectivamente. El primero para atravesar la sierra de Aguilar, el anticlinal de Jánovas, y el segundo para pasar del barranco de Ena al Vero. Difícil tarea para la época dado que la dinamita fue inventada en 1866 y que uno de los prototipos de martillo neumático se utilizó en el túnel de Frejus, de 12,8 kilómetros que se perforó en los Alpes entre 1857 y 1871. El coste de las obras se calculó en 19 033 643 reales, a costa del promotor. Las obras debían empezar en el plazo de seis meses, desde la autorización, y debían estar acabadas en cinco años (*La Iberia*, del 12 de octubre de 1855; *Diario Oficial de Avisos*, del 13; *La España*, del 16). Se fijó el tipo máximo de riego en 18,41 reales por fanega de 1200 varas.

### El promotor: Miguel Ravella

Es interesante la figura de Miguel Ravella, promotor del proyecto. Barcelonés, probablemente abanderado del 2.º Batallón de la Milicia Nacional de esta ciudad en 1837. El 20 de mayo de 1839, *El Castellano* informa que está detenido en las Atarazanas sin saberse el motivo de su captura. Unos días más tarde aparece como desterrado (*Eco del Comercio*, del 24 de mayo). En 1840 está otra vez en la milicia nacional. Más tarde, en una evolución bastante habitual en la época, se involucra en negocios. Además del canal de la Princesa de Asturias se le concedió, el 15 de agosto de 1855, autorización para estudiar por un año un canal de riego y navegación en García, sobre el Ebro. Esto es interesante, dado que competía directamente con los intereses de la Real Compañía de Navegación del Ebro, constituida en 1852. Pero Ravella, a quien se le cataloga como comerciante, explora simultáneamente otras posibilidades de negocio. En ese mismo año, 1855, *La Iberia*, del 17 de julio, informa que se le ha concedido permiso para estudiar el ferrocarril entre Granollers y las minas de carbón de San Juan de las Abadesas. Poco

tiempo después, el 30 de mayo de 1856, presenta en compañía de Jules Briand, en las Casas Consistoriales de Barcelona, un aparato portátil de gas comprimido para utilizar en el alumbrado público. En octubre de 1857, junto con Charles Moureau, obtiene la concesión del citado ferrocarril para los financieros franceses Corbière, Laurean y conde de Seraincourt (<<http://www.spanishrailway.com/2012/02/12/barcelona-a-granollers-y-san-juan-de-las-abadesas>> y Pascual, 1998). *La España*, del 14 de mayo de 1857, informa que Miguel Ravella se ha obligado con la Sociedad Minera El Veterano a la construcción en cuatro años, a partir de la concesión, del mencionado ferrocarril. Los planos se exponían en casa del bien conocido ingeniero y urbanista Ildefonso Cerdá, buen amigo de Ravella. Encarcelado el ingeniero al año siguiente, Ravella le ayuda a escapar de la cárcel, y ambos tienen que exiliarse en Francia. Como curiosidad, citemos que hay una calle Ravella en el ensanche de Barcelona diseñado por Cerdá.

Volviendo al tema del ferrocarril, este se complica en su momento y Ravella es denunciado por sus socios por abuso de confianza. *La Gaceta de los Caminos de Hierro*, del 29 de marzo de 1857, presenta un anuncio de la Sociedad Catalana General de Crédito donde se menciona la intención de solicitar la nulidad de un dividendo pasivo y se cita un juicio de conciliación con Miguel Ravella. Los financieros franceses piden que se devuelva el depósito y que se suspenda la subasta de la concesión, al tiempo que aparecen trazados en competencia y se barruntan disputas políticas y peleas entre localidades. El tema se encona e incluso llega al Senado, donde hay una interesante sesión sobre el tema, el 28 de diciembre de 1861, que se resume en *La Época*, del 30 de diciembre. En *El Contemporáneo* del día siguiente, también sobre las sesiones del Senado, se menciona la muerte de Ravella, la anulación de la concesión ferroviaria y el pleito de los inversores franceses contra el heredero de Ravella para recuperar la fianza de la línea.

## CANAL DEL SOBRARBE

Sobre la base general del canal de la Princesa de Asturias, diez años más tarde se vuelve a retomar la idea. *La Correspondencia de España*, del 6 de agosto de 1864, informaba que se estaba trabajando en los estudios del canal del Sobrarbe promovido por Francisco García López y Juan de Dios Almansa, actuando inicialmente como director facultativo Mariano Cortoartu, miembro de una familia de ingenieros. En *El Almanaque Enciclopédico Español* de 1864 aparecen López como abogado y Almansa como médico, ambos residentes en Madrid. No es el único proyecto donde se menciona al segundo. Así, en *La Revista de Obras Públicas*, del 19 de julio de 1869, se informa que Juan de Dios Almansa figura junto a Isidro de Aguirre como autorizados para construir un canal de riego, fuerza motriz y abastecimiento derivado de los ríos Castril y Guardal, de la fuente de Juan Ruiz y del arroyo Raigadas, cuyas aguas han de fertilizar 26 488 hectáreas en Granada.

En cualquier caso, parece que los interesados se movieron con celeridad. El mencionado periódico de *La Campana de Huesca*, del 22 de abril de 1894, dedica una parte importante a la presentación del proyecto del canal del Sobrarbe, en el salón principal de la casa consistorial de Barbastro, por parte de Francisco Pascual García López, el día 26 de julio de 1864. *La Regeneración*, del 18 de julio de 1864, citando a *La Correspondencia*, da cuenta de la celebración de dicha

reunión, con una semana de anticipación. *El Clamor Público*, que parece contar con buena información de Barbastro, del 20 de septiembre de 1864, indica que “en la segunda sección del canal del Sobrarbe funcionan siete brigadas cuyos trabajos comprenden ya hasta los terrenos inmediatos de la carretera de Huesca a Barbastro”. Son parte de estudios previos y levantamientos topográficos, y así, en el acta del pleno municipal de Barbastro del día 15 de julio de 1865 (A467/0002), bajo la presidencia de Ramón Español, se da lectura de una carta de la compañía del canal del Sobrarbe en la que esta solicita información estadística para lo que se nombra una comisión.

En lo que parece un esfuerzo por conseguir voluntades, se publica con fecha 25 de agosto de 1865 la memoria técnica, donde figuran como autores y directores facultativos Teodoro y Antonio Bergnes de las Casas (Bergnes y Bergnes, 1866), y solo García López como promotor.

Aunque se ha supuesto que los autores de la memoria pudieran ser padre e hijo, Costa confirma en uno de sus estudios agrarios que eran hermanos. Muy poca información hay sobre Antonio, que según Olivés (1947) era marino. A partir de Costa (2011: 98), se deduce que Teodoro Bergnes y Francisco García eran correligionarios políticos.

La *Memoria sobre las Obras Públicas* (Page, 1873: 222) indica que el proyecto de Francisco García López estaba pendiente de aprobación al terminar el año 1869. Que se tramitó con informes del ingeniero jefe de la provincia, Diputación de Huesca, Junta de Agricultura, Industria y Comercio, y gobernador de la provincia. El proyecto se aprobó el 18 de junio de 1870.

### El proyecto técnico

La memoria técnica, firmada en Madrid el 23 de agosto de 1865, aporta la información básica sobre el canal. El primer capítulo de la memoria dedica, como es evidente, una parte

Tabla 1. Alturas de puntos principales en el proyecto del canal del Sobrarbe, en Bergnes y Bergnes (1866). Según los autores, el nivel de referencia del proyecto estaba 364 metros por debajo del nivel del mar.

INDICACION DE LOS PUNTOS.	Alturas.
Llano de Adahuesca. . . . .	990 <sup>m</sup> ,0
Pueblo de Alquezar. . . . .	994 <sup>m</sup> ,0
Cauce del río Vero al pié de Alquezar. . . . .	830 <sup>m</sup> ,0
Cauce del río Vero al pié de la fuente de Lecina. . . . .	995 <sup>m</sup> ,0
Collado mas bajo en la divisoria entre la cuenca del Vero y la del Ara ó Cinca. . . . .	1,090 <sup>m</sup> ,0
Collado en la misma divisoria, en el que tiene origen la cañada del Eña, afluente del Ara. . . . .	1,210 <sup>m</sup> ,0
Collado de la Pardina, en una pequeña divisoria entre dos afluentes del Cinca. . . . .	1,004 <sup>m</sup> ,0
Collado de Sarratias en una divisoria entre un afluente del Ara y otro del Cinca. . . . .	992 <sup>m</sup> ,0
Fondo del río Ara enfrente de Jánovas. . . . .	1,000 <sup>m</sup> ,0
Poblacion de Jánovas. . . . .	1,007 <sup>m</sup> ,6
Fondo del río Ara en el extremo aguas abajo del paso estrecho llamado los Grados de Latre. . . . .	976 <sup>m</sup> ,0
Fondo del río Ara enfrente de Lacort. . . . .	1,014 <sup>m</sup> ,0
Fondo del mismo río en la confluencia del barranco Forcos. . . . .	1,104 <sup>m</sup> ,0

importante a la justificación económica, destacando el incremento de la producción agraria (un 693 %); la importante fuerza hidráulica (29 470 caballos) que transformará localidades como Abiego, Castellflorite o Selgua en “fecundísimos centros agrícolas e industriales”; el desarrollo de pastos regados para aumentar la exportación de corderos a Cataluña y alternativa a la importación, desde el Pirineo francés, de más de 15 000 mulas jóvenes al año “que se venden en las ferias de Huesca, Barbastro y Sariñena”. Además, señala la sinergia entre los regadíos y el ferrocarril de Zaragoza a Barcelona por Sariñena. Es curioso que se mencionan las minas de carbón de San Juan de las Abadesas, algo que, de alguna manera, enlaza con los proyectos de Miguel Ravella. Señala incluso que el canal podría aliviar “la excesiva aglomeración de clases obreras en centros reducidos”.

El segundo capítulo se inicia con una interesante descripción geográfica, que adolece de algunas erratas, como la que señala que “en la divisoria entre este río Gállego y el Ara, se eleva la sierra de Guarra, en cuya falda meridional tiene su nacimiento el Alcanadre”. La descripción orográfica y geológica sugiere que los autores han recorrido el trazado del posible canal incluso señalando a los Oscuros del Vero, aguas abajo de la fuente de Lecina. Un tema que se avanza en este capítulo es la limitación de caudales en verano a 14 m<sup>3</sup>/s, observando que es necesario contingentar los cultivos de esta estación por insuficiente caudal. Este tema se detalla más adelante. Los autores, conscientes de los problemas constructivos del anterior proyecto, intentaron minimizar los costes de obra y otros impactos. A señalar que hicieron un levantamiento topográfico propio (tabla 1), entre otras cosas para evitar hacer un largo túnel en la divisoria Ara-Vero. Esto inicialmente les llevó a plantear la captación en el Ara a la altura del barranco de Forcos, que desciende del Sobrepuerto, bajo Bergua, frente a Asín de Broto y 5 kilómetros por encima de Fiscal. Esto supondría un desarrollo de 80 kilómetros de canal, además del cruce de la sierra de Aguilar



Figura 3. Plano del canal del Sobrarbe en el proyecto de Bergnes y Bergnes (1866). El plano presenta, además, el trazado del proyecto del canal de la Princesa de Asturias.

por un túnel de 4 o 5 kilómetros. Para evitar estos costes excesivos, optaron por una presa, aguas abajo del estrecho de Jánovas, en los estrechos de Latre, seguida de un túnel de unos 3 kilómetros. Y añaden “en efecto, de elevar más la presa para facilitar el paso de la divisoria, nos esponíamos a inundar el pueblo de Jánovas con su vega y la que se encuentra en la orilla opuesta”.

De la presa sale el canal de conducción de 54 kilómetros en tierra, roca y fábrica, que pasaría por debajo de Seso, cruzaría con un acueducto de hierro y fábrica de 80 metros el barranco de La Ferrera, y por un pontón el barranco Fondo; y otro acueducto de 200 metros sobre el río San Martín hasta los llanos de Guaso. Por otro puente de 250 metros de longitud y 68 de altura se salva el Ena hacia Sarratiás. Con dos pontones se salvan barrancos menores y, tras construir dos trincheras, el canal pasaría por encima de Camporrotuno hacia Mondot. Otro puente de 150 metros sobre el barranco de las Oleachas y nuevos pontones y alcantarillas llevan a la divisoria con el Vero que se cruza por un túnel de 3350 metros. La figura 3 presenta la planta de este canal. El final es la fuente de Lecina.

Aguas abajo de esta, se planteaba construir una presa en los Oscuros de Alquézar, con una longitud máxima de 30 metros. De esta salía un canal con otros dos túneles de 175 y 275 metros, respectivamente, al barranco de La Fuente de Alquézar y a la ermita de San Antón. De Alquézar partían tres canales telescópicos menores: derecha, centro e izquierda, con 231 kilómetros en total, que abrazan 152 840 hectáreas de las que regarían 102 000 repartidas, antes del riego, en 12 000 hectáreas de olivos, 6000 de viñas, 60 000 de cereales y el resto terreno inculco. El canal de la derecha (15,840 m<sup>3</sup>/s, y 72 000 hectáreas) llegaba al Alcanadre en Villanueva de Sigena. El del centro (3,960 m<sup>3</sup>/s, y 18 000 hectáreas), tras pasar junto al Pueyo de Barbastro, llegaba al Cinca entre Conchel y Pomar. El de la izquierda (2,640 m<sup>3</sup>/s, y 12 000 hectáreas) atravesaría el Vero mediante un sifón y luego se dirigiría hacia Montesa, Cregenzán, la Torre de Bielsa y al Cinca. Cinco acequias en el canal de la derecha y dos en el de la izquierda darían servicio a la superficie regable.

El coste del proyecto era de 108 336 268,16 reales de vellón, haciendo hincapié en que se cumplen las prescripciones de Royo. La memoria presenta, además, una comparación con el proyecto de Ravella, que es la fuente de información del mencionado proyecto del canal de la Princesa de Asturias. Refuerza el nuevo proyecto señalando que se cumplen las prescripciones de Royo e indica que el canal de enlace tiene un presupuesto de 64 815 270,82 reales frente a los 19 033 643 reales del total del proyecto de Ravella, a pesar de ser más corto y con 10 kilómetros menos en túneles. E indica una serie de datos de los saltos, por acequia, con caudal, altura, potencia y distancias al origen del canal, en Alquézar y la estación del ferrocarril de Barcelona a Zaragoza más cercana.

El tercer capítulo da detalles constructivos sobre secciones, pendientes y velocidades del agua. Se elige una sección general tipo trapecio isósceles, con la ayuda de la fórmula de Chezy, con una pendiente lateral 1:1, un tirante máximo de 5 metros y una anchura menor de 6,2 metros. Esta se modifica en túneles, trincheras, laderas en roca, puentes y sifones. La velocidad general del agua es de 0,8 m/s en los canales de riego; 1 m/s en el canal de conducción; 1,75 m/s en los puentes acueductos y 2 m/s en el túnel final de este último canal. La memoria presenta diversos detalles de secciones. La figura 4 incluye detalles de pendientes en el canal de conducción.

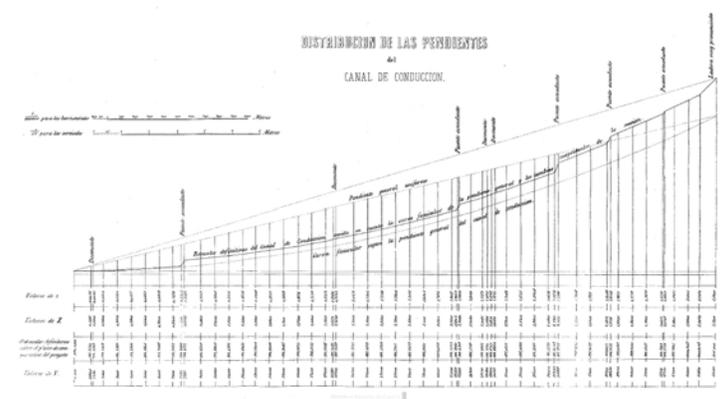


Figura 4. Pendientes del canal de conducción en el proyecto del canal del Sobrarbe (Bergnes y Bergnes, 1866: 90).

El capítulo 4 se centra en las obras de fábrica. Minimiza las pérdidas por filtraciones; describe y calcula los acueductos de hierro y los sifones sobre la base de los empleados en el canal de Isabel II. Describe y calcula someramente también la presa del Ara: cuatro gradas en bloques de piedra unidas por grapones sobre un núcleo de mampostería hidráulica. Tendría 28 metros de altura máxima, 68 de longitud de coronación y 21 de anchura máxima. La toma del canal, en cinco vanos de 1 metro de luz, estaría 3 metros por debajo de la coronación. También evalúa la presa en arco en el Vero, que tendría una altura de 33 metros y una anchura en base de 19,6 metros, construida en forma similar a la del Ara. Para los túneles se definen radieres, estribos y bóveda de ladrillo o sillarejo, dando más espesor a los abiertos en tierra o roca poco consistente frente a los excavados en roca dura.

El capítulo 5 se dedica al aspecto económico. Parte de los cálculos se realizan en escudos, equivalentes a 10 reales o medio duro (Vehil, 1868), y que se utilizó entre 1864 y 1868. Comienza planteando que debe conseguirse un interés mínimo del 10 al 12%. Justifica a continuación cánones de 24 escudos/ha para los terrenos de riego en invierno y 34 para los de riego durante todo el año con un total de 2 858 000 escudos de renta agraria, aunque admite que se tardarían veinte años en regarse toda la zona. A esto suma 1 429 000 escudos por los saltos. Compara estos ingresos con el presupuesto inicial de 10 833 626,16 escudos y aumentados en un 6% durante tres años, obtiene que se consigue un interés del 11,18%.

### Condiciones de la concesión del canal del Sobrarbe según memoria de 1866

Para realizar el proyecto, se solicitan una serie de condiciones, donde es evidente que el concesionario intenta conseguir las mayores facilidades, algunas legales y otras fiscales y, asimismo, prevenir problemas. Se transcriben por su interés para comparar con otras concesiones:

1. El otorgamiento a D. Francisco García López, vecino de Madrid, de la real concesión definitiva, para construir a sus espensas y con arreglo a los planos que ha presentado, el Canal de riego y fuerza motriz denominado de Sobrarbe que tomando las aguas del río Ara a la salida de Los Grados de Latre, distrito de Boltaña, en la provincia de Huesca, en cantidad de 22 metros cúbicos por segundo desde 1.º de Octubre hasta fin de Junio, y de 14 metros también por segundo desde 1.º de Julio hasta fin de Setiembre, las conduzca a la cuenca del río Vero, derivándolas desde allí por medio de tres canales que vayan a fertilizar las tres zonas comprendidas entre las cañadas de los ríos Cinca, Vero, Laclamor y Alcanadre, todo en la misma provincia bajo los dichos planos, y cuyo coste asciende a 10 833 626,16 escudos.

2. La declaración de obra de utilidad pública a favor del Canal de Sobrarbe, para concederle todos los efectos prevenidos en la ley de enajenación forzosa de 17 de Julio de 1836, atemperándose a la misma para la expropiación de los terrenos que el terreno comprende

3. Se reconocerá al concesionario el derecho de utilizar la servidumbre forzosa de acueducto, establecida por la ley de 24 de junio de 1849, previas sus disposiciones.

4. Se le hará concesión de terrenos baldíos, o de propiedad del Estado o de común de vecinos, que hayan de ocuparse para las obras del Canal.

5. Se le otorgará la propiedad para siempre de los saltos de agua que establezca en los canales y sus acequias, pudiendo aprovecharlos por sí, o venderlos libremente, sin estar, en cuanto a ellos, sujeto a la reversión al Estado.

6. Se le concederá la propiedad para siempre de las presas y azudes y las acequias de conducción y desagüe durante el tiempo de la concesión. Así mismo la propiedad de los cajeros de las acequias por donde discurran las aguas.

7. Se declara a favor del mismo la propiedad y disfrute del Canal y de todos sus aprovechamientos, por el espacio de 99 años, a contar desde la conclusión de las obras, al cabo de los que pasará al Estado en plena propiedad, habiendo de verificarse su entrega en el de perfecta conservación.

8. Se le permitirá la introducción del extranjero y transporte a los sitios de las obras de todo el material necesario para la construcción de las mismas, libre y exento de los derechos de introducción de aduanas y de cualquier otro tributo.

9. Se le facultará al concesionario para abrir canteras, recoger piedra suelta, construir hornos de cal, yeso y ladrillo, depositar efectos y establecer talleres para la elaboración de los materiales en los terrenos contiguos a las obras, con arreglo a las necesidades que de ello haya.

10. Se facultará asimismo el disfrute de leñas y demás aprovechamientos comunes de los pueblos en cuyos términos se hiciera la construcción para los dependientes y operarios de la empresa; y el disfrute de pastos para los ganados de transporte, empleados en los trabajos y demás que disfrutaban los vecinos de los pueblos del trayecto del Canal.

11. Se autorizará al concesionario para hacer plantaciones de árboles en las márgenes del Canal, reconociéndole la propiedad de aquellos.

12. Se le autorizará también para establecer las industrias y las dependencias del Canal que sean necesarias, en los lados del mismo, dentro de la extensión que estime conveniente espropiar.

13. El concesionario podrá, mediante la aprobación del ingeniero jefe del distrito de los planos que a este fin presentare, construir en el río Ara y en cualquier otro sitio que creyere conveniente, depósitos o pantanos, para dar mayor extensión a los riegos de verano.

14. El concesionario, previa la misma aprobación expuesta en la condición anterior, podrá hacer en el trazado las variaciones que la economía aconsejare, siempre que con ellas no resulten disminuidos los beneficios del Canal.

15. Se facultará al concesionario para utilizar, según lo crea más conveniente, y mediando siempre la aprobación del ingeniero jefe del distrito, las aguas sobrantes de los riegos, o cualesquiera que se proporcionare en la línea del canal.

16. Del mismo modo se le facultará para que pueda utilizar las aguas que conduzca el canal, aplicándolas al efecto de la concesión, en los trozos o secciones que se terminen en el mismo.

17. Se concederá al concesionario el derecho a exigir y cobrar de los propietarios y dueños de las tierras que bañe el Canal el canon máximo de 24 escudos por hectárea, o sea un escudo y

714 milésimas por fanega aragonesa de 1200 varas cuadradas, por el riego que se les conceda en los meses de Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero, febrero, Marzo, Abril, Mayo y Junio, para los olivos, viñedos, cereales y demás plantíos e invierno, y el canon máximo de 34 escudos por hectárea, o dos escudos y 439 milésimas por fanega de la misma cabida para cereales de dicha época, plantas filamentosas o textiles, raíces alimenticias, legumbres, prados artificiales y demás que necesiten riego en los meses de Julio, Agosto y Septiembre.

18. Se otorgarán al concesionario todos los derechos y privilegios que para las obras de riego están consignados en la ley de 24 de Junio de 1849, y cuantos beneficios aseguran a las obras públicas todas las demás leyes, decretos, reales órdenes, y disposiciones vigentes en la actualidad.

19. La cantidad mayor de agua que el concesionario cederá o facilitará a los regantes será de 192 milésimos de litro por segundo a cada hectárea, desde el 1.º de Octubre hasta fin de Junio a los terrenos dedicados a los cultivos de invierno. Para los dedicados a los cultivos de todo el año será igual la cantidad a la anterior desde 1.º de Octubre hasta fin de Abril, y desde esta fecha hasta fin de Setiembre será la cantidad de 0,507 de litro, también por segundo para cada hectárea.

20. En el Canal de Sobrarbe se tendrán presentes los riegos de los terrenos que en la actualidad lo disfruten legalmente.

21. Los propietarios de los establecimientos industriales a quienes el aprovechamiento de las aguas que necesite el Canal prive de parte o de la totalidad de la que disfrutaban, tendrán derecho, dentro del plazo de tres meses después de verificada la expropiación, a la indemnización de los edificios inhabitados, y además a adquirir en los puntos más inmediatos a dichos establecimientos por donde pase el Canal, una fuerza igual a la que normalmente utilizaban en ellos, y para la que estuviesen autorizados.

22. Será de cuenta del concesionario del Canal la construcción de las acequias necesarias al riego, pero de la de los respectivos propietarios de este la limpia de las mismas.

23. Se concederá el derecho para reclamar la exención de contribuciones durante los diez primeros años de concluidas las obras a las rentas de los capitales que se inviertan en la construcción del Canal.

24. Así mismo, el derecho a pagar durante los diez primeros años que las tierras se rieguen, la misma contribución por ellas que antes de ponerse en riego.

25. Igualmente, el derecho a la exención de las contribuciones de inmuebles, cultivo y ganadería creadas por la ley de 23 de Mayo de 1845, por el tiempo de 15 años, a los terrenos incultos que, habiendo estado otros 15 años sin aprovechamiento alguno, se destinen a plantaciones de viñas o árboles frutales; y la exención por 30 años de las contribuciones dichas a las tierras nombradas, si las plantaciones fueren de olivo o de arbolado de construcción.

26. También el derecho a que las tierras, que, estando en cultivo o cualquier otro aprovechamiento cuando se hiciere el Canal, fueren destinadas en todo o parte a plantaciones, continúen pagando según su anterior estado por 15 años, siendo de viñas o árboles frutales, y por 50, si fueren de olivos o árboles de construcción.

27. La reserva del derecho para conseguir la exención de contribuciones de los edificios urbanos y rústicos hechos en virtud del establecimiento del Canal durante el tiempo de su construcción o reedificación y un año después de esta; también el derecho de pagar únicamente la mitad de la contribución por la cuota que según su clase corresponda durante los 10 primeros años, a los establecimientos industriales en que se empleen como fuerza motriz las aguas procedentes del Canal de Sobrarbe.

28. Se reconocerá el derecho a pedir anticipaciones o préstamos al Gobierno de S. M. a los propietarios que intenten ejecutar obras para regar sus tierras con las aguas del Canal de Sobrarbe, sea que lo soliciten individual o colectivamente, con arreglo a la ley de 11 de Julio de 1865.

29. Del mismo modo se declarará al concesionario, como gerente que es de la empresa del Canal de Sobrarbe, el derecho de que esta emita obligaciones, con arreglo a las leyes que rigen en materia de obras públicas para el uso del crédito. Y de la misma manera, para que pueda emitir las en los términos que señala el art. 11 de la ley de 11 de Julio de 1865, por valor de las dos terceras partes del que representen las tierras de la superficie regable, y conforme a lo dispuesto en el mismo.

30. El tiempo durante el que deberán quedar terminadas las Obras del Canal será el de 7 años, a contar desde la fecha de la concesión definitiva.

31. Para seguridad y cumplimiento de la concesión, el concesionario depositará la cantidad que, según las leyes, le corresponda en la forma debida.

32. Así como se vayan ejecutando las primeras obras del Canal previa la certificación facultativa que las acredita, se irá devolviendo al concesionario igual cantidad de la que le deje en depósito de la que aquellas representen, quedando estas subrogadas en igual garantía de la que tenían los valores consignados en la Caja de Depósitos.

Hay que señalar que estas concesiones son las solicitadas por el promotor, y probablemente no coincidan totalmente con las concedidas finalmente.

La última parte de la memoria presenta las mediciones y presupuesto de la obra. El canal de conducción se divide en cuatro trozos. El de la derecha, en nueve. Estima los volúmenes a desmontar y los terraplenes a rellenar. El presupuesto detallado da interesantes informaciones sobre los jornales, desde 0,5 escudos para un pinche y 0,9 para un peón hasta 2,8 para un herbero; sobre los costes de caballerías y carros, de donde un carro de dos caballerías tenía un precio diario de 3,6 escudos. El metro cúbico de desmonte en roca dura se estima en 1,6 escudos y el metro cúbico de fábrica de ladrillo hasta en 19,5 escudos, dependiendo del canal en donde se ubique. La madera para cimbras de 40 a 44 escudos, siendo más barata en la montaña. La expropiación varía por canal y trozo. Los dos últimos trozos del canal de la derecha son los más baratos, a 80 escudos por hectárea, mientras que se llega a 360 escudos por la misma superficie del canal de la izquierda. Los precios de la tierra en la montaña son también más bajos, en general, que en el somontano. Análogamente presupuesta las obras singulares por tipos como tajeas (seis tipos), alcantarillas (cuatro), pontones (cinco), pasos superiores e inferiores, así como diez modelos de saltos, vertederos, almenaras y un módulo. El túnel del canal de conducción se presupuesta en 2 692 145 escudos y en 2 581 110 el del canal de la derecha. Los costes más altos son para mamposterías y sillerías. El puente acueducto del barranco de la Ferrera tiene un precio de 77 517 452 escudos; 339 540 906 el del río San Martín; 352 721 530 el del río Ena; 102 656 935 el del barranco Acapana; y 176 572 774 el del Oleachas,

La presa en el Ara se presupuestaba en 199 123 744 escudos y su casa de compuertas en 11 747 614 escudos. Para el Vero, 106 488 616 para presa y 8 991 190 para la casa de compuertas, respectivamente. El sifón para el cruce del Vero, del canal de la izquierda se presupuesta en 66 589 242 escudos, 15 991 788 para otro en el barranco de las Gargantas y 16 971 190 para un tercero en el barranco del Ramillar. La casilla tipo de guarda se valora en 4990,180 escudos en la montaña y en 1667,30 en el somontano. Como singularidad, para el canal de la derecha se expropiaron seis casas en Alquézar, a 100 escudos cada una. El resumen del presupuesto de presenta en la tabla II.

A los gastos de las obras se añade un 14 %, entre imprevistos (8 %) y gastos de administración y dirección (6 %). Además, hay que sumar los accesorios generales, donde destacan las partidas de acequias y levantamiento parcelario que están, evidentemente, estimadas a tanto alzado. Destaca que se habla, en el último rubro, de 150 000 hectáreas, superiores a las 105 000 dominadas. Aparentemente las casillas de guardas aparecen dos veces, una en obras accesorias y otra en accesorios generales.

Tabla II. Resumen del presupuesto del canal del Sobrarbe, en Bergnes y Bergnes (1866: 232).

## RESÚMEN DEL PRESUPUESTO DE GASTOS DE CONSTRUCCION DEL CANAL DE SOBRARBE.

CANALES.	EXPROPIACION.	EXPLANACION.	OBRAS DE ARTE.	OBRAS ACCESORIAS.	IMPUESTOS Y GASTOS DE ADMINISTRACION Y DIRECCION.	TOTAL.	PRECIO por KILOMETRO.
	Escudos.	Escudos.	Escudos.	Escudos.	Escudos.		Escudos.
Canal de Conduccion...	36,350-000	2.670,706-630	2.902,570-485	75,747-518	735,052-449	6.481,327-092	184,540-017
Id. de la Derecha.....	57,410-000	975,277-467	626,206-331	77,246-014	243,072-374	1.979,313-886	22,302-115
Id. del Centro.....	35,890-000	279,385-838	120,832-209	28,210-160	65,605-981	529,824-238	12,126-789
Id. de la Izquierda.....	52,680-000	455,468-624	245,097-529	32,022-229	111,612-415	908,832-096	18,272-053
<b>TOTALES.....</b>	<b>182,320-000</b>	<b>4.300,838-774</b>	<b>3.880,728-624</b>	<b>214,996-020</b>	<b>1.915,643-399</b>	<b>9.898,826-817</b>	<b>42,277-378</b>

## ACCESORIOS GENERALES.

	ESCUDOS. MILS.
300 kilómetros de acequia á 1,000-000 escudos. . . . .	300,000-000
240 kilómetros de telégrafo eléctrico con dos hilos, inclusive los aparatos. . . . .	72,000-000
38 casillas de granadas para las acequias á 1,500-000 escudos.. . . .	57,000-000
100 casas provisionales de madera para almacenes, talleres y albergue de trabajadores á 200 escudos. . . . .	20,000-000
Armamentos, carteras, etc., para los granadas. . . . .	2,000-000
Levantamiento del plano parcelario de las 120,000 hectáreas á 2,5 escudos. . . . .	875,000-000
<b>TOTAL.....</b>	<b>826,000-000</b>

## Posturas opuestas al canal del Sobrarbe

Es indudable que, además del oportuno interés, la propuesta del canal del Sobrarbe tuvo alguna oposición que se puede concretar en cuatro puntos:

1. La afección a los riegos y otros usos del agua del Ara aguas abajo de la presa de captación, al retirarse en los estiajes un caudal próximo al mínimo. Prueba de ello es el aforo del caudal del río, que hubo que hacerse en presencia del alcalde de Boltaña (Bergnes y Bergnes, 1866: 32).
2. Además, era evidente que el canal del Sobrarbe ni regaría ni aportaría agua a la comarca histórica del Sobrarbe (M. Lacambra, en *La Correspondencia de España*, del 10 de febrero de 1910 y un no identificado F. J. S. en *El Correo Español*, del 7 de noviembre de 1913, y *La Correspondencia de España* del día siguiente). Efectivamente, la descripción del proyecto pone de relieve que el canal de conducción con 54,784 kilómetros hasta el Vero no tenía previsto ningún uso. Esto suponía que teniendo el concesionario garantizado el derecho de acueducto, para el que se expropiaban 260 hectáreas, e incluso concesión de tierras municipales o comunes, este canal no regaría un huerto, movería un molino o aportaría agua a las localidades por las que pasaría hasta más allá de Alquézar. Es de suponer el poco interés de los afectados montañeses, fueran públicos o privados.
3. En tercer lugar, ya era evidente que los caudales aportados en verano eran insuficientes para la superficie abarcada (Lacambra, 1910 y 1911). Este barbastrense abogaba por captar agua del Cinca, en lugar del Ara, solución finalmente adoptada.
4. Además, el proyecto no era demasiado atractivo para los inversores. De hecho, no se podían poner en servicio los canales derivados para recuperar algo de la elevada inversión

en la obra del canal de conducción hasta finalizar las presas del Ara y del Vero y realizar el canal de conducción.

Como en el caso del canal de la Princesa de Asturias, detrás del proyecto es interesante estudiar a las personas que lo sustentan. Dos de ellas parecen relevantes: el promotor, Francisco Pascual García López, y el técnico, Teodoro Bergnes de las Casas, este último, además, por su relación con Joaquín Costa y de este con el canal del Sobrarbe.

### El promotor: Francisco Pascual García López

El republicano Francisco Pascual García López (figura 5) nació en Huesca en 1824 y murió en Madrid en septiembre de 1878. Fue hijo de un importante abogado local y profesor de la Universidad Sertoriana. Estudió Derecho primero en Huesca y luego en Madrid. Fue magistrado, militar eventual, concejal en 1849, alcalde de Huesca en 1850 y 1869; diputado a Cortes en 1854, 1869 y 1871; director de periódicos como el *El Eco de los Libres*. Exiliado, encarcelado, propuesto para ministro de Gracia y Justicia y consejero de Estado. Renunció a las cruces de San Fernando y de Isabel la Católica (Anónimo, 1894; Novales, 1992; Broto, 2006; *La Ilustración Española y Americana*, del 8 de octubre de 1878, y la *Gran Enciclopedia Aragonesa [GEA]* <[http://www.encyclopedia-aragonesa.com/voz.asp?voz\\_id=6152](http://www.encyclopedia-aragonesa.com/voz.asp?voz_id=6152)>).

Participó muy activamente en la política nacional y era bien conocido en Madrid. En *La Discusión*, del 26 de octubre de 1858, aparece un anuncio en el que figura como partícipe de un *Diccionario democrático español* entre lo más granado del republicanismo español del siglo XIX,



Figura 5. Francisco Pascual García López, en las Cortes Constituyentes de 1854, por José Vallejo y Galeazo.

dirigido por Eduardo Chao, más tarde ministro de Fomento en el Gobierno de Nicolás Salmerón e impulsor de la Comisión del Mapa Geológico de la Península Ibérica y de la Junta del Canal Imperial.

En 1858, García López se presentó a las elecciones. Según *La Discusión* del 6 de noviembre, solo obtuvo 111 votos frente a los 371 del duque de Villahermosa. Casi inmediatamente fue desterrado de Huesca a Barbastro por orden del gobernador civil, Javier Montemayor. Pero unos días más tarde pasa por Zaragoza, donde se celebra una comida en su honor, con seguridad de camino a Madrid. El 20 de abril del año siguiente, es el secretario de la Junta a favor de las huérfanas de su correligionario Tomás Brú, muerto por bala en Murviedro durante la jornada electoral del 31 de octubre de 1858. Años más tarde, en 1866, García López se vio obligado a emigrar a Francia. Retornado en 1868, es encarcelado durante varios meses hasta ser liberado tras la revolución de agosto de ese año que, a su vez, obligó a Isabel II a exiliarse en Francia. Dado su claro posicionamiento antiborbónico, García López se retiró de la política con la restauración de esta dinastía en 1874.

García López aparece vinculado a dos grandes proyectos de obras públicas provinciales, con cierta grandeza de miras. La *GEA* señala que impulsó la carretera de Zaragoza a Francia por Ayerbe y Jaca. Y recuerda que el puente de Murillo, un punto clave en esa vía de comunicación, se construyó en 1860 por Mariano Royo.

En el proyecto del canal del Sobrarbe, es interesante ver cómo un exalcalde de Huesca promoviera un tema que beneficiaba a la ciudad del Vero, a pesar de la rivalidad entre ambas poblaciones por la capitalidad provincial.

### El técnico: Teodoro Bergnes de las Casas

Teodoro Bergnes de las Casas (1836-1875) era hijo de Antonio Bergnes de las Casas (20 de abril de 1800 – 17 de noviembre de 1879). Este último fue teniente de la milicia nacional de Barcelona, humanista, escritor, republicano, concejal del Ayuntamiento de Barcelona en 1835, senador en 1878, editor de periódicos y propietario de una imprenta, traductor, divulgador científico, profesor de Griego, rector de la Universidad de Barcelona por nombramiento en 1868 de la Junta Revolucionaria de Barcelona. Fue amigo del montisonense José Mor de Fuentes y del zaragozano Jerónimo Borao. Antonio Bergnes casó en 1828 con Concepción de las Casas, prima hermana e hija de un hermano de su madre. Teodoro nació en Barcelona en 1835, el sexto de diez hijos. A continuación nació su hermano Antonio (Olivés, 1947; Camós, 1998; Thion, 2013). Según el primer autor, Antonio fue marino de profesión.

En 1852, en la Academia de Bellas Artes de Barcelona, Teodoro comenzó el primer curso de la carrera de tres años, de maestros de obras y directores de caminos rurales, justo cuando se crean las escuelas de maestros de obras, aparejadores y agrimensores (Nadal y cols., 2003). Alguna da cursos especializados en aforos de corrientes de agua (Nadal, 2007; Nadal y Burgueño, 2008). Para Juan Carlos Ara, Teodoro era topógrafo y agrimensor. Olivés (1947) considera a Teodoro ingeniero. Este figuraba en un almanaque enciclopédico como maestro de obras en Zaragoza.

Teodoro Bergnes fue un hombre profesionalmente muy activo y una parte de su actividad se conoce por su relación con Joaquín Costa, especialmente a través de las *Memorias* de este, editadas y comentadas por Juan Carlos Ara (Costa, 2011). Pero hay más fuentes. La *Memoria sobre el progreso de las obras públicas en España* (DGOP, 1861: 564) señala que con fecha 1 de octubre de 1860 había recibido autorización para estudiar un canal de riego con agua del Besós. Del verano de 1864 a febrero de 1865, participa en los trabajos para el canal del Sobrarbe. Es posible que entonces conociera a la barbastrense Elisa Palacín Carrasco. Desde luego durante unos años estuvo moviéndose por el Alto Aragón donde, además de los trabajos sobre el mencionado canal, se presentó a trabajos relacionados con el Plan General de Caminos aprobado el 19 de octubre de 1864 por la Diputación Provincial de Huesca, anunciado en el *Boletín Oficial* del 3 de noviembre de 1865. El 14 de marzo de 1866, se adjudican varios trabajos a Bergnes, al menos los de los caminos de Benabarre a Monzón y de La Peña a Martes. Lamentablemente para el contratista, las condiciones eran un tanto leoninas dado que solo se pagaba la tercera parte del trabajo a su presentación y el resto debía ser aprobado por la superioridad (gobernador civil y Ministerio de la Gobernación). Vistos los líos políticos de la época, y la filiación política de Bergnes, no es raro que, en relación con el primer proyecto, los pagos se demorasen. Las actas de los plenos de la Diputación Provincial de Huesca, de 1867 y 1868, están llenas de deliberaciones sobre escritos de Bergnes quien llega a interponer un contencioso-administrativo e incluso solicita que se le restituyan, al menos, los intereses de las fianzas.

Hacia 1868 participa en la redacción del proyecto del canal del Norte de Cataluña, donde afora el Ter (Llauradó, 1878: 722; Maureta y Thos, 1881: 125). Además, redacta la memoria del proyecto de riegos de los ríos Castril y Guardal (Llauradó, 1878: 479), concedidos en 1869 a Juan de Dios Almansa quien, recordemos, también figuraba como concesionario del canal del Sobrarbe.

Es posible complementar esta trayectoria profesional a partir de las precisas *Memorias* de Costa y de la hemeroteca. *La Iberia*, del 12 de diciembre, y *El Imparcial*, del 14 de diciembre de 1869, publican, con el mismo texto, la presentación de un notable trabajo por Teodoro Bergnes sobre topografía catastral ante la Junta de Estadística, en competencia con el presentado por Pérez de las Rozas. El mismo diario, en el número 925, del 20 de diciembre del mismo año, informa que se ha aceptado su solicitud, que es la base del trabajo en el municipio madrileño de Chapinería, en comparación con el catastro de Aldea del Fresno (Mateos, 1996: 194). Y en el siguiente número aparece la autorización por la presidencia del Consejo de Ministros para utilizar “los instrumentos denominados *isoscelesómetro* y *bragnómetro*... para verificar un ensayo en grande escala”. Esto concuerda con los escritos agrarios de juventud de Costa en los que hay dos documentos sobre el Catastro. En uno de ellos se menciona a Bergnes y Vehil y, en el segundo, a Teodoro y Antonio Bergnes de las Casas (Costa, 1998). En los trabajos de Chapinería, como es bien conocido, trabaja y pasa estrecheces Costa. El trabajo catastral de Bergnes y Costa, al igual que los restantes trabajos, fue rechazado por una comisión evaluadora nombrada por Francisco Coello (Nadal, 2007). Cabe pensar si cobraron por el trabajo.

En estas mismas fechas, Bergnes está en Villena, lo que indica que se fiaba de Costa. *El Imparcial*, del 8 de marzo de 1870, *La Nación*, del 9 de marzo, y *La Gaceta de los Caminos de Hierro*, del 13 de marzo, informaban que había sido declarada de utilidad pública la primera

sección de la vía férrea de Villena a Alcoy. Esta última añade que se ha concedido a petición de Mariano Pérez de Castro, autor del proyecto, Ramón Dolz y José María Figuer, y que el tramo de unos 30 kilómetros va de Villena al arroyo Alpadull. El 22 de mayo del mismo año, la misma *Gaceta* informa que se ha concedido permiso para hacer estudios de esta línea. *La Correspondencia de España*, del 4 de junio de 1870, indica que hacía dos días que tuvo lugar la inauguración de las obras del ferrocarril de Villena a Alcoy, que la compañía constructora The Villena and Alcoy Railway Company Limited había confiado a Manuel Timoner. Al día siguiente, el mismo periódico daba la noticia de la presencia de Teodoro Bergnes de las Casas en la inauguración, y una día más tarde informaba que la compañía había ofrecido un banquete al alcalde y repartido 1000 reales de limosna entre los pobres locales. Además, *La Correspondencia Universal* indicaba que había una carta a nombre de Bergnes en Villena retenida por falta de franqueo el 26 de junio de 1870. Parece que el proyecto no avanzó, al menos de momento.

El 20 de febrero de 1872, el Ministerio de Fomento autoriza a Teodoro Bergnes y Cía. la realización de obras de desecación de las marismas, propiedad del Estado o de uso comunal, en la ribera derecha de la cuenca baja del Llobregat (*El Imparcial* y *La Iberia*, del 20 de marzo). La orden se publica el 29 de febrero, dando un año para comenzar las obras, cuatro para concluir las y diez para cultivar las tierras, quedando en su poder a perpetuidad si lo llevaba a cabo. Los detalles se presentan en ICAM (1872: 277-278) y Page (1873: 89). Es indudable que en varios de estos proyectos trabaja Costa para Bergnes en octubre de 1870 (Costa, 2011: 151). En 1873 (*Diario Oficial de Avisos de Madrid*, del 8 de abril) se requiere a Bergnes, por domicilio desconocido, que se presente ante el juez José Bermúdez Cedrón, por impago en la escribanía del también juez Leandro Soler y Espalter. En julio de 1875, año en que fallece de fiebres tifoideas, su empresa está en trámites con el Ayuntamiento de Barcelona para la construcción de un tranvía que conecte esta localidad con Gracia, San Gervasio, Sarriá y Las Corts. El Ayuntamiento de Barcelona, en julio de 1878, declara caducada la concesión otorgada a Bergnes de las Casas y Cía., desestimando dos instancias de los interesados indicando que la empresa aún tenía algún tipo de funcionamiento. *La Correspondencia de España* y *La Época*, ambos del 23 de junio de 1882, dan noticia de la Real Orden por la que caduca la concesión de la desecación de las marismas del Llobregat, ya muerto Bergnes. El tema se judicializó, ya que años más tarde el asunto todavía estaba en los tribunales, apareciendo su viuda y huérfanos (Consejo de Estado, 1891).

### *Joaquín Costa y el canal del Sobrarbe*

Costa conoció a Teodoro Bergnes el 14 de agosto de 1867 en Barcelona, y su larga relación se encuentra detallada en las *Memorias* del primero. Como señala Juan Carlos Ara, es más que probable que el contacto se hiciera a través de Hilarión Rubio. Este, junto con Teodoro Bergnes y Domingo Vehil, eran maestros de obras, titulación que se impartió en las escuelas de Bellas Artes durante unas décadas del siglo XIX y que estuvo en casi permanente conflicto con los arquitectos (Santamaría, 2000). En este mismo trabajo aparece registrado el padre de Hilarión Rubio, Eugenio, quien obtuvo el título de maestro de obras en enero de 1846, a los 47 años, en la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando. Maestros de obras y arquitectos estaban en

conflicto competencial (Nadal y Burgueño, 2008: 86). No es raro que hubiera planteamientos corporativistas en ambos colectivos, con implicaciones políticas. Un ejemplo son los problemas de Rubio en su contratación por el Ayuntamiento de Huesca y su conflicto con el arquitecto de la Diputación Provincial como aparece en las notas de Juan Carlos Ara a las *Memorias* de Costa. Rubio fue autor del edificio del mercado de Huesca y trabajó en una de las restauraciones de Montearagón. De forma colateral, el alcalde Mariano Castanera, que protegió a Rubio, fue también el impresor de la obra del director de caminos Domingo Vehil sobre la equivalencia de las medidas tradicionales altoaragonesas con el sistema métrico decimal (Vehil, 1868).

Costa participa en trabajos de topografía en Pertusa antes de ir a París, y posteriormente incluso piensa en hacerse agrimensor (Costa, 2011: 117), aunque cuando está trabajando en Chapinería confiesa en sus *Memorias* que prefiere otros asuntos. Pero, por razones que el mismo Costa explica, todavía en febrero de 1869 y también para Bergnes, trabaja en un nuevo proyecto del canal del Sobrarbe y otros encargos. Esto sugiere que podría haber trabajos inéditos, memorias técnicas y delineación de planos, del polígrafo montisonense, aunque muy probablemente no firmados por él. Por otro lado, esto indica que el promotor retomó la idea tras el triunfo de sus correligionarios en la revolución de 1868. Como fue aceptado, es probable que exista un segundo proyecto modificado pero no publicado.

Años más tarde, como es bien sabido, Joaquín Costa relanzó de nuevo la idea del canal del Sobrarbe. Sin embargo, el río Ara fue sustituido por el Cinca en el Proyecto de Riegos del Alto Aragón (RAA), con arranque desde Mediano. Rafael Izquierdo, autor del proyecto, indica que Joaquín Cajal Lasala había realizado un estudio en el que demostraba la imposibilidad técnica y económica de su realización, por la escasez del caudal del Ara y su imposible regulación, además del excesivo coste del tramo muerto (*Recuerdo...*, 1952: 46).

A pesar de ello, no finalizaron los proyectos desde el Ara. Uno de ellos, ya en el siglo xx, se denominó *canal de la Hoya de Huesca*.

## EL CANAL DE LA HOYA DE HUESCA DESDE EL ARA

Con el nombre de *canal de la Hoya de Huesca* se han denominado diversos proyectos no realizados que en su mayor parte captaban las aguas desde el río Gállego. Uno de ellos arrancaba del proyecto del recrecimiento del embalse de La Peña. Otros salían aguas arriba de Anzánigo y atravesaban el Prepirineo mediante uno o varios túneles. Sin embargo, hay una propuesta de regar esta zona desde el río Ara, a través del Alcanadre. Es curioso que esta propuesta coincida con la idea popular de una conexión hidrológica entre la fuente de Mascún, cerca de Rodellar, y el río Ara basada en la presunta observación de hojas de haya en la fuente, creencia incluso parcialmente recogida por Madoz (1845-1850: 30).

Basándose en la prevista construcción de un embalse en Jánovas, Carlos Albasini, uno de los grandes expertos de los regadíos aragoneses, cuya semblanza se presenta en Albasini (2013), planteó otro proyecto para regar la hoya de Huesca (figura 6). Este perito agrícola y gran montañero sugirió un canal desde el embalse de Jánovas, en el río Ara, hasta el somontano (Albasini, 1978). La conducción se iniciaría en la cota 660 metros del embalse, contaría con un primer túnel

circular con un diámetro de 3,5 metros, 22 850 metros de longitud y una pendiente del 0,0015. A pesar de la gran longitud en túnel, este hubiera sido más corto que el del Talave (32 kilómetros), parte del trasvase Tajo-Segura y que en aquella época ya se estaba construyendo.

El túnel Ara-Alcanadre abastecería un embalse en este último cauce, aguas abajo de Rodelar, que denomina *de Pedruel*, de 119,7 hm<sup>3</sup>. De este, haría falta un canal de 29,6 kilómetros más otros cuatro túneles del mismo diámetro y pendiente con una longitud total de 12 550 metros lineales de galería a presión. De la cota 605,29 saldrían la acequia de Labata y el canal de Huesca. Este, tras cruzar el Guatizalema y el Flumen, este último mediante un sifón, pasaría por la ladera del pie de Montearagón, seguiría al norte de torre Elfau, en Huesca, y desaguaría en Valdabra, al norte de la estación de ferrocarril, en Alerre. Se dominarían así 46 596 hectáreas, que se reducirían a 28 500 hectáreas para que contaran con una dotación de 8000 m<sup>3</sup>/ha. El autor estima un coste de 4570,5 millones de pesetas del momento. Aduce, además, que “con el sistema expuesto en el epígrafe anterior se eliminan los embalses del Gállego y con ellos, todos sus posibles problemas”.

### El embalse de Jánovas

La idea no progresó, en su mayor parte por las vicisitudes del embalse de Jánovas. Heredero de la presa que Teodoro Bergnes proyectó en el río Ara, se propuso en 1919 otro embalse

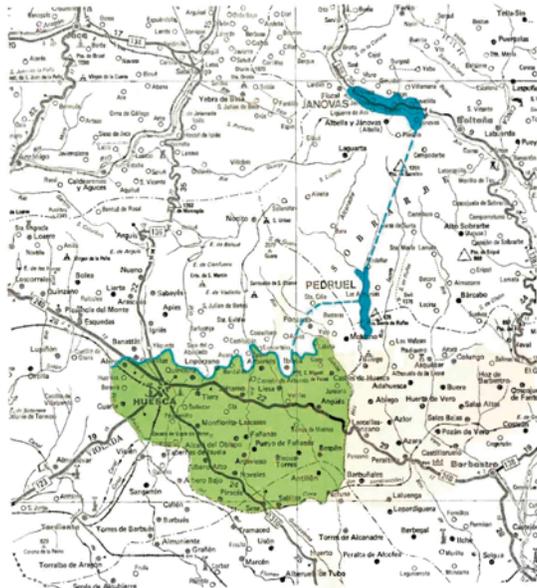


Figura 6. Plano del trasvase Ara – Hoya de Huesca según el Plan Albasini.

que afectaba a las localidades próximas. *La Época*, del 16 de octubre de 1923, publica la Real Orden de concesión de un aprovechamiento hidráulico del Ara, instado inicialmente por José Durán Ventosa, de Zaragoza, y que en ese momento figuraba como Sociedad de Ampliaciones Industriales, por sesenta y cinco años y un caudal de 5000 l/s, según proyecto de 1 de diciembre de 1919. Hacia 1929 la mencionada sociedad tenía previsto una presa de más de 55 metros, algo evidentemente demasiado grande para el caudal solicitado. En 1930, hay una partida de 600 000 pesetas para esta presa en el Plan de Obras de la Confederación Hidrográfica del Ebro (Anónimo, 1929). Tras la Guerra Civil, la Sociedad de Aplicaciones Industriales intenta mantener la concesión, pero se ve obligada a transferirla por falta de subvenciones.

Iberduero se hace cargo de esta presa, aumenta la altura de la presa de Jánovas de 55 a 90 metros de altura, e incluso plantea otros proyectos en el mismo río que se presentan en Lacasa (1958) y Menjón (2006). Esta empresa planteaba un proyecto hidroeléctrico de pie de presa de 52,2 MW. En 1980, se expulsa a los vecinos de las localidades mencionadas y se construyen algunas infraestructuras como la ataguía, pero no se avanza. En 1993, como consecuencia del llamado *intercambio de activos* entre Endesa e Iberdrola en el año, este proyecto y otros proyectos o aprovechamientos en operación y mercado en el Pirineo aragonés fueron transferidos a Endesa. El desarrollo se revisa en numerosos trabajos como Gracia y cols. (1988), Benito (2003), Menjón (2006), Carrera López (2012), Briz (2016) y otros. Es evidente que diversas cuestiones demoraron e incluso desaconsejaron la construcción de esta obra. El proyecto del embalse de Jánovas fue desestimado oficialmente en 2005.

## EL ARA Y SUS CAUDALES

Un aspecto de cierto interés es la comparativa de los datos de aforos disponibles del Ara con los señalados en el proyecto del canal de la Princesa de Asturias. Bergnes y Bergnes (1866: 37) indican que en la memoria del canal de la Princesa de Asturias se mostraba que “después de varios experimentos hechos en algunos puntos del río en la época de mayor sequía, resultó correr por el Ara una cantidad de 2 105 600 metros cúbicos, en el espacio de veinticuatro horas. Este resultado que representa un caudal de 24 metros 258 litros por segundo de tiempo, nos pareció algo excesivo para las aguas estiales”.

Esto aconsejó a los Bergnes de las Casas hacer un *ligero aforo* en dos puntos en el Ara. El 30 de julio de 1864 no se llega a los 22 metros, sin haber alcanzado las aguas más bajas. El 22 de septiembre, “en presencia de la autoridad local de Boltaña, valiéndonos de cuantos medios aconseja la ciencia”, se midieron y certificaron 15,1 m<sup>3</sup>/s. Las lluvias del siguiente mes de octubre elevaron el caudal por encima de los 26 m<sup>3</sup>/s, hasta el mes de febrero de 1865 en que finalizaron los trabajos de campo. Testimonios de personas que participaron en los primeros aforos indicaron que estos se realizaron en agosto de un año con invierno de abundantes nieves, mientras que en 1864 había sido “el mayor estiaje conocido”. A partir de estos datos, y descontando 1 m<sup>3</sup>/s, con *el que sobra mucho* para dotación de los riegos del bajo Ara, se fijaron los caudales del canal. El tomo 2 de Llauredó (1878: 691) señala como datos de Bergnes en 1865: 6,628 m<sup>3</sup>/s en Fiscal; 15,1 m<sup>3</sup>/s cerca de Boltaña y 5,285 m<sup>3</sup>/s en la desembocadura, en Aínsa.

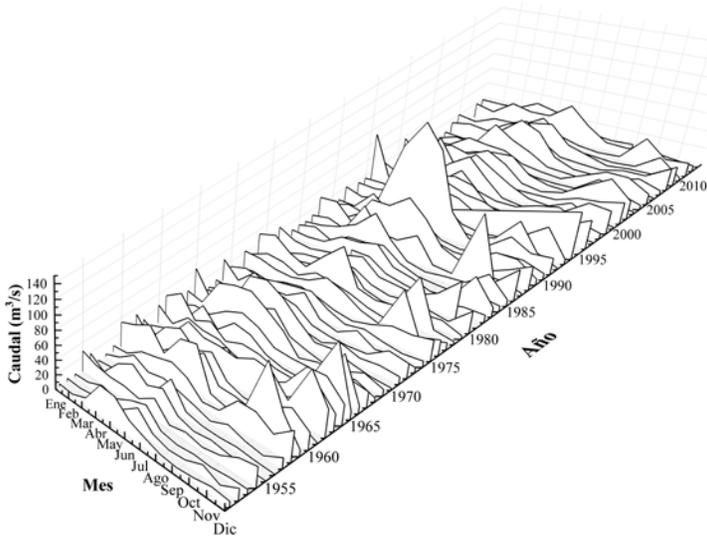


Figura 7. Caudales del Ara en Boltaña desde enero de 1951 hasta diciembre de 2013.

Este último dato es, sin duda, erróneo, recogido por quien indica que es familia de los autores. El caudal de las diversas fuentes de Lecina es estimado en la memoria de 1865 entre 0,8, en estiaje, y 3 o 4 m<sup>3</sup>/s en invierno. No se considera para el proyecto del canal del Sobrarbe, indicándose que se restituirá al Vero el caudal que se determine en Lecina para riego de los usuarios antiguos de la cuenca baja de este río.

Para hacer una comparativa con datos actuales, a partir de aforos del Ara en Boltaña obtenidos del CEDEX, se ha confeccionado la figura 7, donde se observa el régimen pluvial del Ara, con los típicos dos máximos correspondientes a la primavera, donde se combinan lluvias más fusión de nieves y otoño, que corresponde solo a lluvias.

Sobre la base de datos, a partir de las medias mensuales desde octubre de 1950 hasta septiembre de 2014, se han descontado los caudales previstos en el proyecto del canal del Sobrarbe. La tabla III muestra una simple estadística porcentual de datos negativos, por meses, frente al total. Es evidente que, en la forma de simple desviación por aforo planteada en el siglo XIX, el Ara no puede suministrar, con datos actuales, los caudales demandados, en especial durante la fase veraniega y el mes de febrero.

Tabla III. Porcentaje de medias mensuales en las que no se llega a los caudales extraíbles del Ara por el canal del Sobrarbe: 22 m<sup>3</sup>/s de octubre a junio; 14 m<sup>3</sup>/s en julio, agosto y septiembre.

Mes	Oct.	Nov.	Dic.	Enero	Feb.	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.
Fallos	0,75	0,7	0,80	0,8	0,92	0,74	0,59	0,33	0,37	0,76	0,97	0,85

## A MODO DE ANÁLISIS

En primer lugar, es evidente la necesidad de poner a cada proyecto en su momento. El primer proyecto, el canal de la Princesa de Asturias, parece más un tanteo que un proyecto de un comerciante, Miguel Ravella, que tenía buenos contactos con algunos sectores políticos y que actuaba como promotor e intermediario de inversores extranjeros. A efectos de llevar a cabo su proyecto desde el Ara, parece evidente que no se habían realizado estudios técnicos detallados previos a la solicitud, por lo que era difícil que se pudieran resolver adecuadamente diversos problemas. Un aspecto clave es la perforación de túneles, en ese momento histórico. Además, parece evidente que carecía de la financiación adecuada. Y, a efectos de incorporar las prescripciones indicadas por Mariano Royo, parece que otros asuntos requirieron su urgente atención. Un aspecto queda en el aire, saber de dónde sacó la idea de este proyecto. Dadas las características de la cartografía de la época, no parece fácil que pudiera hacerse sobre un mapa de la época. Es posible que Ravella estuviera en persona en el Alto Aragón, pero tal vez tomara la idea de algún altoaragonés radicado o visitante de Barcelona.

Por otro lado, en ese momento, se hacen solicitudes relativamente extrañas. Manuel Villanova y Martínez obtiene de Isabel II, el 5 de agosto de 1858, permiso para el estudio en doce meses de un canal del Flumen. El mismo día, Francisco Mestres y Pujol, de Barcelona, obtiene una prórroga de doce años para estudiar un canal en Zaragoza y Huesca, autorizada el 26 de agosto de 1857 (*La Época*, del día 9, y *La España*, del 13 de agosto). Curiosamente, *La Discusión* del mismo día informaba que la autorización al mencionado era para estudiar un canal de riego que partiendo del Cinca y del Segre fertilice terrenos en el Priorato, Campo de Tarragona y llanuras inmediatas a Barcelona. Además, el mismo periódico de fecha 1 de octubre del mismo año daba conocimiento de la autorización real para estudiar la prolongación de un “segundo canal de riego, que partiendo desde el punto de presa del río Cinca a Barcelona, fertilice todos los terrenos desde la venta de Fraga, por Candanos, Peñalva, Bujaraloz y Venta de Santa Lucía hasta Zaragoza, tomando la presa en el río Gállego, a las inmediaciones de San Mateo y continuando después dichos estudios, para tomar las aguas que le falten del río Ebro”. Es evidente que estos proyectos tienen poco sentido. En ocasiones, da la impresión de que las erratas puedan ser periodísticas, al resumir la información. Otros son simplemente tipográficos; en varios periódicos se habla del canal de Huesca, que uniría el Mediterráneo con el Atlántico, pasando por Cartagena. Quizás uno de los errores más curiosos sea la noticia de que al Sr. García Delgado se le autoriza un canal de riego del Guadiana que fertilice campos en Colmenar Viejo (*La Discusión*, 22 de julio de 1865).

Más fundamento técnico presenta el proyecto del canal del Sobrarbe, donde se combinaron el impulso político de García López y la profesionalidad de Bergnes de las Casas. La memoria, un adelanto del proyecto definitivo, es un documento francamente interesante por su grado de detalle. Sin embargo, se detectan varios problemas, entre ellos la sencillez con la que se calculan las presas del Ara y el Vero, así como los elevados costos en el canal de enlace, del que no se obtenía ningún beneficio. Está, además, la pobreza de los caudales del Ara para la superficie regable. De manera indirecta, este aspecto puede achacarse al informe de Mariano Royo sobre el proyecto de Ravella.

El canal del Sobrarbe se elabora en un momento complejo de la historia española: final del reinado de Isabel II, revolución de 1868, reinado de Amadeo I, Primera República y restauración borbónica. Es evidente que sería interesante encontrar el proyecto definitivo. La participación de Costa en algún momento del proyecto abre, por otra parte, la posibilidad de encontrar obra del montisonense.

Los proyectos del siglo XIX derivaron, como en otros casos, en nuevos proyectos en el siguiente siglo, como el embalse de Jánovas, esta vez con una importante base para la producción de energía hidroeléctrica. Sobre la hipótesis de este, se planteó el proyecto de Albasini, donde resalta su intención de aportar mayor dotación de agua al sistema de riegos Bardenas-Altoaragón, evitando conflictos en la cuenca del río Gállego.

El abandono del proyecto de Jánovas, a comienzos del siglo XXI, ha dejado al río Ara como uno de los pocos ríos altoaragoneses no alterados por obras hidráulicas.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la excelencia profesional de A. Oliva, E. Puyol y S. Navarro, de la biblioteca del Instituto de Estudios Altoaragoneses; E. Escar, A. Oliva, R. Serrano, N. Hijós, I. Arner, L. Blanco y M.<sup>a</sup> A. Escar, de la biblioteca de la Escuela Politécnica Superior de Huesca; J. Paraíso, del Archivo del Ayuntamiento de Barbastro; M. Alfranca, L. F. Jaime, A. B. Justes, J. M. Tierz y el resto del personal del Archivo Histórico Provincial de Huesca – Somontano; B. Buesa e I. Romero, del Archivo de la Diputación de Huesca. Y también la ayuda de César González Cebollada y Pablo Martín Ramos en el manejo de los datos de la estación de aforos del Ara en Boltaña.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albasini, Carlos (1978), “Propuesta de estudio de la nueva zona regable Hoya de Huesca-Somontano de Guara”, *Argensola*, 86, pp. 289-310.
- (2013), “Notas biográficas sobre Carlos Albasini Martínez”, *Lucas Mallada*, 15, pp. 13-17.
- Anónimo (1894), “El canal del Sobrarbe”, *La Campana de Huesca*, 26 (2), 22 de abril de 1894, pp. 3-4.
- (1929), “El Plan de Obras de la Confederación Hidrográfica del Ebro”, *Ingeniería y Construcción*, 7 (84), p. 75.
- Benito, José Luis (2003), “Infraestructuras hidráulicas y el Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido”, *Treserols*, 8, pp. 29-32.
- Bergnes, Teodoro, y Antonio Bergnes (1866), *Proyecto del canal de riego y fuerza motriz de Sobrarbe*, Madrid, Imprenta de Manuel Tello, 235 pp., índice, 1 mapa.
- Bolea, Juan Antonio (1978), *Los riegos de Aragón*, Zaragoza, Sindicato Central de Riegos del Alto Aragón, 535 pp.
- (1999), “Costa y los riegos de Aragón”, *Anales de la Fundación Joaquín Costa*, 16, pp. 5-26.
- Briz, Alejandra (2016), *Jánovas, un pantano que nunca existió*, trabajo fin de grado, Zaragoza, Universidad de Zaragoza, 47 pp.

- Broto, Santiago (2006), “Huesca: Francisco-Pascual García López, un alcalde del siglo XIX. El canal del Sobrarbe”, *Diario del Alto Aragón*, 2 de julio, p. 53.
- Camós, Agustí (1998), “Antoni Bergnes de las Casas (1801-1879) difusor de la cultura científica y del transformismo lamarckista”, *Llull*, 21 (42), pp. 633-653.
- Carrera López, Lola (2012), *Aragón... ¿agua y futuro? El movimiento social anti-pantano en el Alto Aragón: los casos de Yesa, Jánovas y Biscarrués*, trabajo fin de máster, Pamplona, Universidad Pública de Navarra, 94 pp.
- Castán, Vanesa (2015), “Innovation territories and energy transitions: Energy, water and modernity in Spain, 1939-1975”, *Journal of Environmental Policy & Planning*, 18 (5), pp. 712-729.
- Confederación Hidrográfica del Ebro (1976), *Memoria 1946-1975*, Zaragoza, Octavio y Félez, 474 pp.
- Consejo de Estado (1891), *Decisiones y sentencias del Consejo de Estado*, Madrid, Imprenta del Ministerio de Gracia y Justicia.
- Costa, Joaquín (1998), *Escritos agrarios. I. Escritos de juventud, 1864-1871*, edición crítica, introducción y notas de Cristóbal Gómez Benito y Alfonso Ortí, Huesca, IEA / Fundación Joaquín Costa / Comunidad de Riegos del Alto Aragón, 602 pp.
- (2011), *Memorias*, edición de Juan Carlos Ara Torralba, Zaragoza, Gobierno de Aragón / Pressas Universitarias de Zaragoza / IFC; Huesca, IEA / Fundación Joaquín Costa; Teruel, IET, 569 pp.
- Cuesta, José María (2003), “Despoblación de la montaña pirenaica aragonesa. El caso del Sobrarbe”, en Severino Escolano Utrilla y Juan Ramón de la Riva Fernández (eds.), *Despoblación y ordenación del territorio*, Zaragoza, IFC, pp. 161-175.
- DGOP (Dirección General de Obras Públicas) (1861), *Memoria sobre el estado de las obras públicas en España*, Madrid, Imprenta Nacional, 681 pp.
- Diputación General de Aragón (1986), *Informe sobre los riegos de Aragón*, Zaragoza, Diputación General de Aragón, memoria, 179 pp.; anejos, 192 pp. y 4 planos.
- Gil Novales, Alberto (1992), “Huesca hace 150 años (la fundación del Colegio de Abogados)”, *Argensola*, 106, pp. 97-118.
- Gracia, José Javier, José María Santos, Joaquín Guerrero, Pedro Arrojo y Francisco Javier Martínez Gil (1998), *Embalse de Jánovas: la lucha por la dignidad a los pies de Ordesa*, Bilbao, Bakeaz (Nueva Cultura del Agua – Informes, 6), 28 pp.
- Ilustre Colegio de Abogados de Madrid (1872), *Boletín de la Revista General de Legislación y Jurisprudencia. Periódico oficial del Ilustre Colegio de Abogados de Madrid*, tomo xxxviii, Madrid, Imprenta de la Revista de Legislación, 611 pp.
- Lacambra, Mariano (1910), *Proyectos hidráulicos. Consideraciones prácticas entre los dos canales de riego de Barbastro y Sobrarbe y breve reseña del pantano de Alquézar*, Barbastro, Tip. de J. Corrales.
- (1911), *Campaña política y campaña hidráulica en el Alto y Bajo Aragón*, Huesca, Tipología de T. Blasco.
- Lacasa, Juan (1958), “La energía del Pirineo aragonés: cuencas orientales y economía eléctrica provincial”, *Argensola*, 34, pp. 85-118.
- Llauradó, Andreu (1878), *Tratado de aguas y riegos*, Madrid, Imprenta de Manuel Tello, 2 t. Tomo 1, pp. 1-399; tomo 2, pp. 401-754.
- Madoz, Pascual (1985 [1845-1850]), *Diccionario geográfico estadístico histórico de España y sus posesiones de Ultramar. Provincia de Huesca*, Valladolid, Ámbito Ediciones; Zaragoza, DGA, ed. facsímil, 335 pp.
- Mateos, Óscar Ignacio (1996), *El pensamiento político de Joaquín Costa: entre nacionalismo español y europeísmo*, tesis doctoral, Madrid, Universidad Complutense de Madrid, 872 pp.
- Maureta, José, y Silvino Thos (1881), *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Barcelona*, Madrid, Imprenta y Fundición de Manuel Tello, 486 pp.

- Menjón, María Sancho (2006), *Jánovas, víctimas de un pantano de papel*, Zaragoza, Ibercaja / IFC (Biblioteca Aragonesa de Cultura, 25), 253 pp.
- Nadal, Francesc (2007), “El proyecto catastral de Francisco Coello”, en *150 aniversario de la creación de la Comisión de Estadística General del Reino*, Madrid, Instituto Nacional de Estadística, pp. 287-304.
- , José Ignacio Muro y José Luis Urteaga (2003), “Cartografía parcel·lària i estadística territorial a la provincia de Barcelona (1845-1895)”, *Revista de Geografia*, 2, pp. 37-60.
- Nadal, F., y Burgueño, J. (2008). “La enseñanza de la agrimensura en las academias de Bellas Artes: el caso de Barcelona (1852-1869)”, *CT Catastro*, 63, pp. 81-97.
- Nieto, Juan José (2006), “La comarca del Somontano de Barbastro durante las Edades Moderna y Contemporánea”, en M.<sup>a</sup> Nieves Juste (coord.), *Somontano de Barbastro*, Zaragoza, DGA (Colección Territorio, 21), pp. 111-122.
- Olivés, Santiago (1947), *Bergnes de las Casas, helenista y editor*, Barcelona, Instituto Antonio de Nebrija, 298 pp.
- Page, Eusebio (1873), *Memoria sobre las obras públicas en 1870, 1871 y 1872 correspondiendo lo relativo a puertos, faros, boyas, valizas, ríos, canales y aprovechamiento de aguas presentado al Excmo. Sr. Ministro de Fomento*, Madrid, Imprenta de Manuel Minuesa, 307 pp + 170 de anejos.
- Pascual, Pere (1998), “El ferrocarril carbonífero de San Joan de les Abadesses (1867-1900). La frustración de una empresa estratégica”, *Revista de Historia Industrial*, 14, pp. 11-42.
- Recuerdo póstumo del ingeniero de caminos, canales y puertos, Excmo. Sr. D. Joaquín Cajal Lasala. Su vida y su obra* (1962), Madrid, Gráficas Cinema, 154 pp.
- Santamaría, María del Rosario (2000), “Los maestros de obras aprobados por la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando (1816-1858). Una profesión en continuo conflicto con los arquitectos”, *Espacio, Tiempo y Forma*, serie VII, *Historia del Arte*, 13, pp. 329-339.
- Thion Soriano-Mollá, Dolores (2013), “Antonio Bergnes de las Casas, un editor para todos. De los primeros pasos en el gremio a El Museo de Familias (índices)”, *Anales de la Literatura Española*, 25, pp. 341-382.
- Vehil, Domingo (1868), *Tablas de reducción recíproca de las pesas y medidas del actual sistema a las métrico decimales, con la relación a los respectivos precios. Cuaderno 3.º*, Huesca, Imprenta de Mariano Castanera, 98 pp.