

7. PROPUESTA DE EXPLOTACION CONJUNTA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

7.1. Descripción general del plan y objetivos

7.2. Infraestructura hidráulica

7.3. Aprovechamiento hidroeléctrico

7.4. Recarga artificial

7.5. Costes y beneficios del plan

7. PROPUESTA DE EXPLOTACION CONJUNTA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

7.1. DESCRIPCION GENERAL DEL PLAN Y OBJETIVOS

Para resolver los problemas de sobreexplotación de los acuíferos de La Moraña se podrían seguir, en principio, dos caminos:

- a) Reducir los bombeos actuales
- b) Aumentar la recarga del acuífero

Por supuesto, es preciso, además, establecer un control eficaz de las extracciones de agua subterránea.

La reducción del bombeo actual sólo se puede llevar a cabo sustituyendo los regadíos con aguas subterráneas por regadíos con aguas superficiales.

En cuanto al aumento de la recarga se puede conseguir de un modo directo aplicando conocidos métodos de recarga artificial, o de un modo indirecto estableciendo regadíos con aguas superficiales cuyos sobrantes se infiltran en el terreno.

En cualquier caso, se hace patente la necesidad de coordinar la explotación de las aguas superficiales y subterráneas para resolver racionalmente el problema planteado.

El sistema que aquí se propone es, en síntesis, el siguiente:

- a) Regulación de los ríos Voltoya y Adaja mediante embalses en cabecera.
- b) Transformación en regadío de unas 11.500 ha a partir de los caudales regulados.
- c) Establecimiento de un sistema de recarga artificial que permita inyectar en los acuíferos de La Moraña aguas superficiales durante los meses de invierno.

- d) Como objetivo secundario, considerar la posibilidad del aprovechamiento hidroeléctrico de los embalses, haciendo coincidir la producción hidroeléctrica con la demanda de energía para riego.
- e) Como objetivo complementario, utilizar, si fuera posible, el embalse del Adaja para resolver el problema del abastecimiento de agua a Avila capital y al Polígono.

En el plano nº 10 se puede ver muy esquemáticamente la disposición del conjunto.

En total se regulan unos 80 hm³/año procedentes del Adaja (50 hm³/año) y del Voltoya (30 hm³/año) que permitirán transformar en regadío 11.500 ha, de las 10.000 ha serían de nueva transformación y 1.500 serían hectáreas que ya se riegan en la actualidad con sondeos y pasarían a regarse con aguas superficiales. La recarga inducida por infiltración de sobrantes de riego se estima, en primera aproximación, en un 20 por ciento del agua aplicada, o sea 16 hm³/año.

El cambio del sistema de riego en 1.500 ha (sustituyendo el agua subterránea por agua superficial), supone disminuir las extracciones actuales en unos 6 hm³/año. Además, se prevé inyectar en los acuíferos 6 hm³/año mediante métodos de recarga artificial.

La distribución geográfica de los regadíos y de las plantas de recarga artificial se ha tanteado de un modo preliminar con el modelo matemático, a fin de conseguir la estabilización de los niveles piezométricos a profundidades aceptables. Los descensos previstos al cabo de 15 años, suponiendo en marcha el plan propuesto, se pueden ver en el plano nº 11. En el gráfico nº 5 se representa la evolución de los niveles piezométricos en el octante 6 de la hoja 1518. En ambas representaciones gráficas se aprecia la eficiencia del plan propuesto. La distribución de 11.500 ha de riego y de la recarga artificial ha sido la siguiente:

4.300 ha a regar con el río Voltoya distribuidas en los octantes 3, 4, 7 y 8 de la hoja 455 y octantes 3 y 4 de la 481.

7.200 ha de riego distribuidas entre las hojas 454 y 480 a lo largo de los ríos Adaja y Zapardiel, abastecidas con agua del Adaja.

Inyección de 4 hm³/año en los cuadrantes 1 y 2 de la hoja 480, mediante recarga artificial (*), tomando el agua durante el invierno de los ríos Zapardiel y/o Trabancos.

Evidentemente esta distribución de regadíos y recargas, así como los caudales, sólo representa una primera aproximación al problema de la optimización del plan propuesto. Habrá que realizar estudios más detallados y utilizar un modelo a escala más pequeña que el actual para llegar, por sucesivos tanteos, a la distribución óptima desde el punto de vista hidrogeológico y factible desde el punto de vista práctico.

Aunque el modelo no da información alguna sobre la evolución de la calidad del agua en la zona de Olmedo, suponemos que el sistema de explotación propuesto tendrá un efecto beneficioso, que en la actualidad todavía no podemos cuantificar.

(*) La simulación incluye 2 hm³/año adicionales, con agua del río Guareña, en la hoja 453.

Finalmente, el sistema de explotación prevé generar del orden de 32 G w h (*), supeditados siempre a las necesidades de desembalse para riego. Esta energía es suficiente para satisfacer las necesidades propias del plan.

A continuación se da un avance de las principales características de las obras previstas, elaboradas muy preliminarmente, utilizando la cartografía 1:50.000 existente y sin haber realizado ningún trabajo de campo. Se trata, por consiguiente, de un primer esbozo de las soluciones aparentemente más ventajosas.

7.2. INFRAESTRUCTURA HIDRAULICA

Para llevar a efecto la transformación en regadío de las 11.500 ha se ha previsto en este análisis preliminar, el siguiente esquema hidráulico:

Regulación del agua

Las necesidades de agua para riego aproximadamente se pueden estimar en 7.000 m³/ha y año, lo que supone una demanda total de 80,5 hm³/año.

Para satisfacer esta demanda, se cuenta con el embalse del Adaja (estudiado por la Confederación del Duero en el año 1969 a nivel de factibilidad), que permite regular al 90 por ciento una demanda anual de riegos de 50 hm³ con un volumen útil de 45 hm³. Este embalse, con una cuenca de 850 km² y una aportación media anual de 160 hm³, tiene limitadas sus posibilidades para no afectar al ferrocarril y a Avila capital.

Para regular los 30,5 hm³ restantes, se ha localizado un posible embalse sobre el río Voltoya en las proximidades de Talbaños, a la altura de la cota 980 m. En este sitio una presa de 60 m de altura y 400 m de cuerda permite disponer de un embalse útil de 20 hm³, que garantizan al 90 por ciento de los 30,5 hm³ demandados. Esta presa controlaría una cuenca de 310 hm³, con una aportación media anual de 70 hm³.

Obras de conducción

a) Zona del Voltoya (4.200 ha)

La demanda de riego de esta zona (4.200 ha x 7.000 m³/ha = 2,4 hm³) coincide aproximadamente con los recursos regulados por el embalse de Tolbaños. Se ha previsto que el agua regulada por esta presa se suelta al propio cauce, que sirve de canal de transporte hasta un azud de toma situado sobre la curva 900 m, en las proximidades de Sanchidrián, en el cual arrancará el canal de conducción que ciñéndose por la margen izquierda a la curva de nivel 900 m.s.n.n., permita con una longitud de 25 km regar las 4.200 ha dominadas y comprendidas entre el propio canal y el río Voltoya.

b) Zona de Zapardiel (5.400 ha)

El agua regulada por el embalse del Adaja se prevé soltarla al cauce del río y mediante un azud situado sobre la curva 900 m (en las proximidades de Zorita de

(* Se adopta la cifra que figura en el estudio de viabilidad del plan de riegos del Adaja (ver capítulo 5).

los Molinos), derivarla hacia el río Zapardiel, mediante un canal de trasvase que ciñéndose a la curva 900 m y después de un recorrido de 55 km, los incorpora al río Zapardiel. Los últimos 15 km de este canal servirán de canal de conducción para regar unas 2.000 ha situadas en las proximidades de Fontiveros.

El cauce del río Zapardiel transporta el agua sobrante hasta un azud de toma situado a la altura de la curva 800 m (en las proximidades de Berciel de Zapardiel), en donde arrancan dos canales, uno en cada margen que riegan las 3.400 ha restantes. La longitud de canales de esta última subzona es de 18 km.

c) Zona del Adaja (1.800 ha)

Para regar la zona del Adaja, en las proximidades de Arévalo, se ha previsto un azud de toma situado a la cota 840 m en la proximidad de Zorita de los Molinos provisto de un dispositivo hidráulico que permita dejar pasar el caudal correspondiente. El caudal preciso se derivará hacia un canal de conducción que, ciñéndose por la margen derecha a la curva de nivel 840 m, y con un recorrido de 12 km, permita regar las 1.800 ha de esta zona.

Red de distribución

La red de distribución se prevé resolverla con acequias prefabricadas de hormigón con los siguientes índices:

Acequias principales y primarias	5 m/ha
Acequias secundarias:	25 m/ha

En cuanto a red de caminos, desagües, nivelaciones y defondes, se admite un tratamiento similar al de obras de transformación parecidas.

Las características de las principales obras hidráulicas son:

Presa del Adaja

Se adopta la solución estudiada por la Confederación del Duero en el año 1969. La solución adoptada es una presa bóveda de 57,50 m de altura coronada a la cota 1.050 m.s.n.n., con 95.000 m³ de hormigón en el cuerpo principal de la bóveda y 27.000 m³ de estribos. En el presente análisis, no se han considerado otras soluciones habiéndose limitado el estudio a actualizar los precios unitarios y el presupuesto correspondiente.

Presa de Voltoya

En función de las características topográficas y geotécnicas de la zona, se ha previsto adoptar una presa de escollera de granito con pantalla de hormigón hidráulico, tanto para el dique principal (60 m de altura) como para el dique auxiliar (15 m de altura).

Canales

La solución adoptada es sección trapezoidal con taludes 1,5/1 (H:V), revestido con 15 cm de hormigón. Se prevé camino de servicio de 5 m de anchura.

7.3. APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO

En el Estudio de Viabilidad del año 1969 se contemplaba la posibilidad de instalar un aprovechamiento en el tramo de río subsiguiente a la presa del Adaja, cuyas principales características serían las siguientes:

— Saldo bruto máximo	110 m (cotas 1,050)
— Caudal máximo	11,5 m ³ /s
— Aportación media turbinable	159 hm ³ /año
— Potencia instalada	10.000 kw
— Energía producible	32,5 Gwh
— Horas de utilización	2.500 h/año

En base a todos estos datos y a otros más detallados que figuran en el citado Estudio de Viabilidad se ha estimado el presupuesto actualizado de dicho aprovechamiento hidroeléctrico, en el cual ascendería a 335 Mptas.

Los gastos anuales por los conceptos de amortización de las inversión, reposición de equipos y mantenimiento ascenderían a 45,8 Mptas/año, con lo que el coste medio de la energía producida sería de 1,30 ptas/kwk.

Las tarifas eléctricas son muy variables según el destino de la energía; sin embargo para una estructura de la demanda de tipo medio, puede estimarse que el precio de venta del Kwh oscila en torno a 3,00 ptas. Ahora bien, puesto que los gastos anuales estimados corresponden a energía en barras de central, es decir sin tener en cuenta los costos de transporte y distribución, podría tomarse un precio de comparación de 2,00 ptas/Kwh, en base al cual se obtendría el siguiente beneficio neto anual:

$$B_n = (2,00 - 1,30) \times 35,2 = 24,64 \text{ Mptas/año}$$

7.4. RECARGA ARTIFICIAL

La experiencia española sobre recarga artificial de acuíferos es prácticamente nula y parece prudente hacer un planteamiento cauto en lo que respecta a este punto. Este es uno de los motivos por el que el plan está inicialmente concebido dando mayor peso a la recarga procedente de los regadíos con aguas superficiales que a la recarga artificial. Si durante el desarrollo del estudio se demostrara que este método da resultados netamente superiores, tanto desde el punto de vista técnico como económico, deberá replantearse el enfoque inicial.

En principio se podrían utilizar cualquiera de los métodos habituales de recarga: presas, balsas, zanjas o pozos.

Los tres primeros métodos exigen la presencia de materiales permeables en superficie, por lo que los lugares más adecuados para situar las plantas de recarga serán los arenales.

El agua para la recarga se tomará de los ríos. Como en verano los caudales son escasos y se utilizan además para riego, la recarga se limitará generalmente a los meses de invierno. Una parte de los caudales de recarga podría proceder de los ríos Zapardiel y Trabancos. Otra parte del Arevalillo o del Almar.

Otra posibilidad consistiría en conectar los canales de riego con las plantas de recarga. Este sistema ofrece la ventaja de que se podría proceder a la recarga durante todo el año exceptuando los meses punta de demanda de agua para riego

(julio y agosto). Como contrapartida, no podrá comenzarse la recarga artificial hasta que entren en servicio las presas y los canales.

Por supuesto una solución no excluye a la otra, pudiendo coexistir ambas fuentes de suministro de agua.

Dadas las condiciones hidrogeológicas de la zona es razonable suponer que el método de recarga con más probabilidades de éxito sea el de pozos profundos que inyecten el agua directamente en los acuíferos, salvando las capas arcillo-arenosas y limosas suprayacentes de pequeña permeabilidad. Además los pozos exigen ocupar menor superficie de terreno que los restantes sistemas.

Los pozos de recarga convendrá situarlos en zonas donde el nivel piezométrico se encuentre a profundidades relativamente grandes (por ejemplo más de 30 m) para contar con dicha altura como carga de inyección.

El principal problema que presentan los pozos de recarga es su progresiva colmatación. Para paliar este problema se propone:

- a) Ubicar los pozos en los arenales, utilizándose el acuífero superior libre como filtro previo (ver gráfico nº 6).
- b) Inyectar en invierno un volumen de agua superior al de la recarga deseada (por ejemplo un 30 por ciento). En verano se utilizará el propio pozo de recarga como pozo de bombeo para extraer el exceso del agua inyectada. Esta alternancia de inyección y bombeo permitirá mantener las características del pozo durante mayor período de tiempo.

Cada pozo de recarga deberá contar con un equipo de aparatos de medida y control consistente como mínimo en un medidor de caudales y varios piezómetros a distintas profundidades, especialmente en las primeras plantas que se instalen que deberán tener el carácter de plantas piloto.

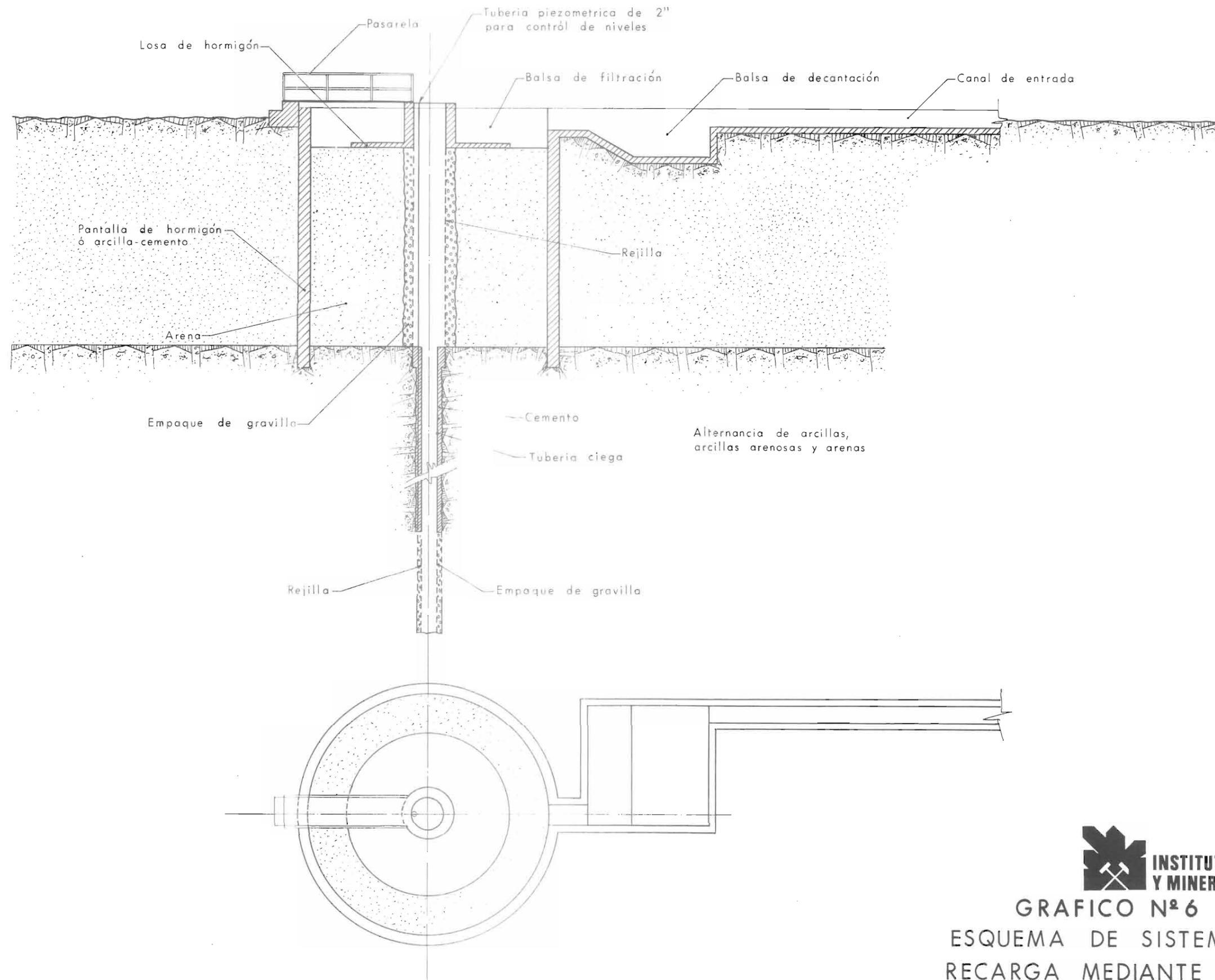
Es posible que en ciertos casos se pueda utilizar como pozo de recarga alguno de los pozos que se prevé quedarán fuera de uso al establecer los regadíos con aguas superficiales, lo que supondría un considerable ahorro en la inversión inicial.

7.5. COSTES Y BENEFICIOS DEL PLAN

Evidentemente es prematuro en estos momentos valorar cuantitativamente los costes y los beneficios del plan propuesto. No obstante, creemos oportuno anticipar un probable orden de magnitud de los mismos, con el único propósito de dar una idea de la importancia de las obras a realizar.

Las inversiones exigidas se estiman del siguiente orden magnitud:

	Mptas
Presa de Adaja	600
Presa de Voltoya	650
Azudes y centrales de elevación	50
Canales principales	1.180
Acequias	580
Caminos, desagües, nivelaciones	1.150
Total infraestructura hidráulica	4.270
Plantas de recarga artificial	75
Central hidroeléctrica	380
Total inversiones	4.725



Estas cifras responden a una valoración preliminar de las soluciones aparentemente más ventajosas. Es muy probable que cuando analicen con detalle posibles soluciones alternativas se encuentren otras más ventajosas que reduzcan los costes de ejecución. En especial, parece que podrá reducirse sustancialmente el coste de los canales principales analizando otra distribución de los regadíos. También es posible que sea más económica la regulación del río Almar que la del Voltoya. En cualquier caso, son alternativas a considerar en una fase más avanzada del estudio.

Los beneficios del plan son:

- Transformación de 10.000 ha de secano en regadío. El incremento de la producción bruta al pasar de secano a regadío se puede estimar a grosso modo en unas 100.000 ptas/ha/año (1.000 Mptas).
- Solución del problema de los descensos de los niveles piezométricos en La Moraña. Este problema afecta a unas 15.000 ha que actualmente se riegan con aguas subterráneas. La realización del plan evitará que se pierdan unas 7.000 ha y producirá un notable ahorro de energía puesto que se bombeará desde menores profundidades.
- Solución total o parcial del problema de la salinidad del agua en Olmedo.
- Producción de unos 32 G w h, que se pueden hacer coincidir con las horas punta de demanda de energía eléctrica.