

# Síntesis de la actividad de construcción de presas en España en el trienio 2007-2009

Summary of dam construction activity in Spain from 2007-2009

Revista de Obras Públicas  
nº 3.509. Año 157  
Abril 2010  
ISSN: 0034-8619

**Juan Carlos de Cea Azañedo.** Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Ministerio de Medio Ambiente. Secretario del Comité Nacional Español de Grandes Presas. jcdecea@mma.es  
**Francisco Javier Sánchez Cabezas.** Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
PYCSA Infraestructuras, S. L. fjsanchez@pycsa.es

**Resumen:** En el artículo se analiza cual ha sido la actividad de la construcción de presas a nivel nacional dentro del trienio comprendido entre los años 2007-2009 período de tiempo transcurrido entre los Congresos Internacionales de Grandes Presas XXII y XXIII, celebrados en Barcelona y Brasilia, respectivamente. El número de presas en construcción continúa a creciendo a buen ritmo, y es algo mayor que el del periodo comprendido entre 2003-2006.

**Palabras Clave:** Presas; Construcción; Puesta en carga; Capacidad; Tipología; Recrecimiento

**Abstract:** The paper describes the current national activity on dam construction in 2007-2009 period. The number of large dams under construction in Spain continues growing on a good rhythm, being greater than in 2003-2006 period.

**Keywords:** Dam; Construction; First filling; Typology; Enlargement; Capacity

## 1. Introducción y antecedentes

Se describe a continuación cual ha sido la actividad relativa a la construcción de presas en España en el trienio 2006-2009, período de tiempo comprendido entre los Congresos Internacionales de Grandes Presas, XXII (Barcelona) y XXIII (Brasilia). Al igual que en otros artículos publicados con motivo de otros Congresos Internacionales de Grandes Presas en esta misma revista, se ha dividido el artículo en dos partes claramente diferenciadas. Una *primera* en la que se describe la actividad general de la construcción de presas en España, mientras que en la *segunda* se incluyen en forma de fichas las principales características de algunas de las presas que se encuentran en construcción o han finalizado la misma a lo largo del trienio. En cada una de ellas se describe, de manera sintética, su tipología, geología, y algunos otros datos de interés.

## 2. Presas en construcción

En la actualidad (Febrero 2010) se encuentran en construcción un total de 39 presas, dos de las cuales

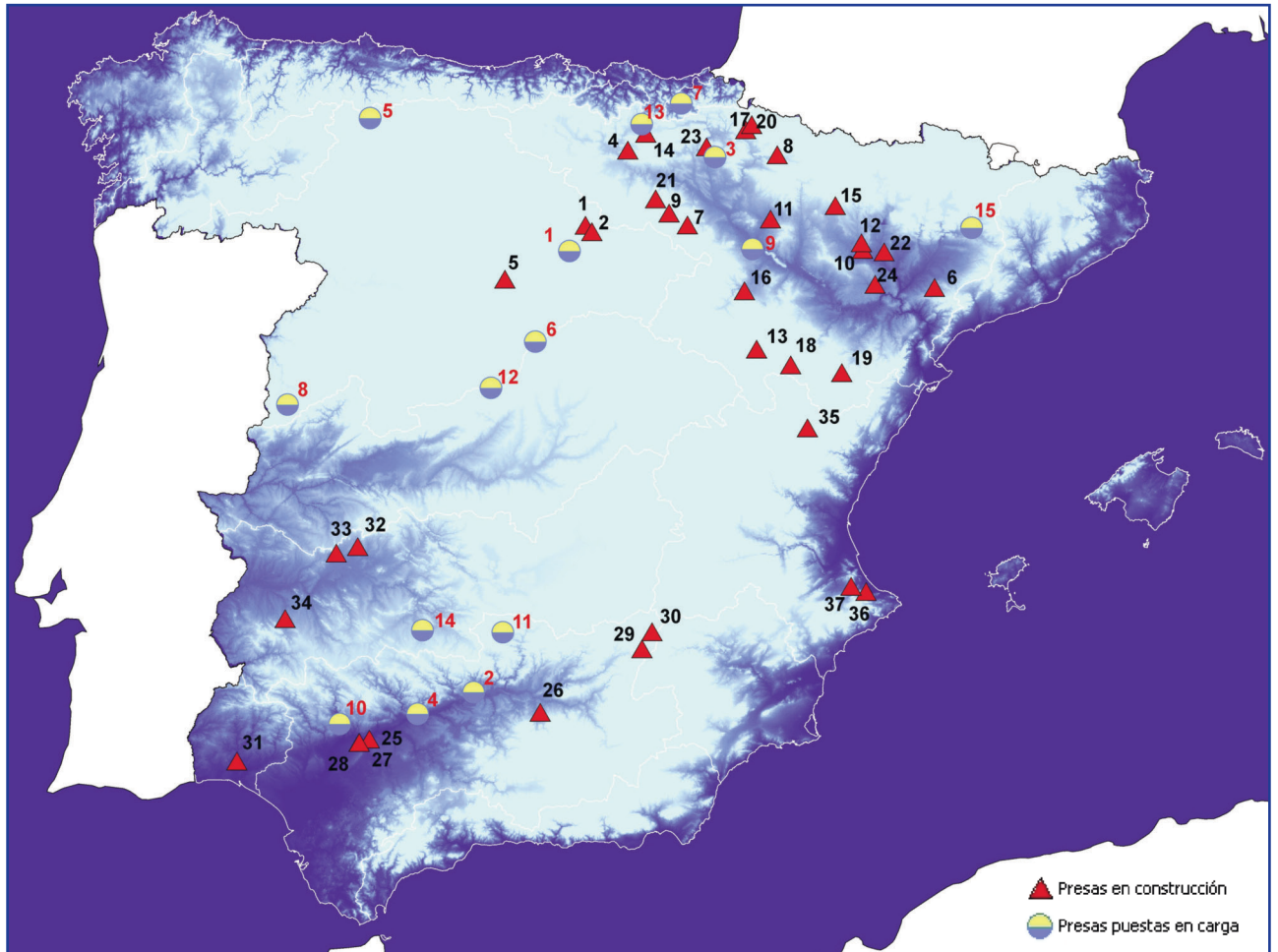
son recrecimientos de presas o embalses existentes. De todas ellas, 25 se han puesto en marcha en este período de tiempo, encontrándose el resto ya en construcción en la etapa anterior, 2003-2006

La distribución por Demarcaciones Hidrográficas concluye que la que mayor número de presas tiene en construcción actualmente es la del Ebro, con 21 presas, seguida de la del Guadalquivir, con 6; la del Duero tiene 5, la del Guadiana 4 y, por último, la del Júcar con 3.

Es destacable el importante aumento de dicha actividad en el caso de las sociedades estatales, y muy especialmente de una de ellas, Aguas de la Cuenca del Ebro, que en este momento acomete la construcción de un total de 5 presas. Con respecto a presas construidas con fines hidroeléctricos, un titular privado está construyendo una, Sarria I, que forma parte de un grupo de otras cuatro con el mismo fin. A nivel autonómico, dos Comunidades, Aragón y Castilla-León promueven y ejecutan otras tantas presas.

En relación a las tipologías de las presas en construcción, aproximadamente el 55% de ellas son de materiales sueltos y el 45% de fábrica. Su detalle se resume a continuación:

Fig. 1.  
Distribución Geográfica de las presas en construcción o en su fase de puesta en carga.



- a) De Fábrica:
- Hormigón Convencional: ..... 13
  - Hormigón Compactado: ..... 3
  - Bóveda: ..... 1
- b) Materiales Suelos:
- Núcleo Central: ..... 15
  - Homogénea: ..... 3
  - Núcleo Asfáltico: ..... 1
  - Pantalla de Hormigón: ..... 2
  - Pantalla Asfáltica: ..... 1

Se recogen en la Tabla 2 y en la Tabla 3 (Recrecimientos) los datos más básicos de todas ellas, y en la Tabla 3, los de las construidas en periodos anteriores que se encuentran actualmente en fase de puesta en carga. La ubicación geográfica de estas últimas y de las que están en construcción, se muestra en la figura 1, mientras que en la figura 2 se recoge cual es su distribución por tipologías.

### 3. Recrecimientos

Al aumentar las demandas de las zonas situadas aguas abajo de un gran número de embalses y al ir agotándose las cerradas con buenas características geológico-geotécnicas e hidráulicas, ha surgido la necesidad de proyectar y construir soluciones a base de recrecimientos (Tabla 2).

En el periodo se ha terminado el recrecimiento del embalse de la Breña, que ha consistido en la construcción, aguas abajo de la existente, de una presa exenta de hormigón compactado de 119 m de altura, en la que se han colocado más de 1,4 millones de metros cúbicos de hormigón compactado con rodillo (Record de Europa). Actualmente se encuentra en fase de puesta en carga.

Como recrecimiento de presas existentes se incluyen Yesa y Santolea, en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. En el caso de la primera, el recrecimiento consistirá en adosar aguas abajo de la presa actual,



Tabla 1. Presas en Construcción

Nombre	Río	Demarcación	Provincia	Tipo	Altura (m)	Capacidad Embalse (hm <sup>3</sup> )	Uso
1. Castrovido	Arlanza	Duero	Burgos	G	95,5	82,0	AVEN
2. Castrovido (Cola)	Arlanza	Duero	Burgos	B	19,0	4,475	HUM
4. <b>El Barrancar</b> (**)	Rojo	Duero	Burgos	MSNC	31	1,7	RIEGO
5. <b>Valdemudarra</b>	Valdemudarra	Duero	Valladolid	MSH	34,0	4,66	RIEGO
6. <b>Albages</b> (*)	Set	Ebro	Lerida	MSNC	85,0	79,80	REG
7. <b>Arroyo Regajo</b> (*)	Regajo	Ebro	La Rioja	MSNC	45,0	1,7	ABAS/RIEGO
8. Esca	Esca	Ebro	Navarra	G-MSH	24,0	2,86	HUM
9. Enciso	Cidacos	Ebro	Logroño	G (HC)	103,5	48,0	-
10. <b>Las Fitas</b>	Gállego	Ebro	Huesca	MSNC	41,0	8,0	RIEGO
11. Laverné (*)	Barranco de Laverné	Ebro	Zaragoza	MSNC	54,5	37,8	RIEGO
12. <b>Lastanosa</b> (**)	-	Ebro	Huesca	MSNC	41,0	9,7	RIEGO
13. Lechago	Jiloca	Ebro	Zaragoza	MSNC	39,0	18,2	RIEGO
14. <b>El Molino</b> (*)	Arroyo. del Valle	Ebro	Álava	MSPH	29,0	1,0	-
15. Montearagón	Flumen	Ebro	Huesca	G	78,0	51,5	ABAS/RIEGO
16. <b>Mularroya</b>	Grío	Ebro	Zaragoza	MSNC	91,0	103,0	REG/ RIEGO
17. <b>Nagore</b>	Urrobi	Ebro	Navarra	G (HC)	36,5	4,7	RIEGO
18. <b>Las Parras</b>	Las Parras	Ebro	Teruel	MSNC	53,0	5,8	-
19. <b>Puente de Santolea</b> (*)	Guadalupe	Ebro	Teruel	G (HC)	44,0	17,7	HUM
20. <b>Oroz-Betelu</b>	Irati	Ebro	Navarra	G	12,5	0,1	HUM
21. <b>Terroba</b> (Leza)	Leza	Ebro	Logroño	MSPA	45,6	8,1	ABAS/RIEGO
22. <b>San Salvador</b>	Esera	Ebro	Huesca	MSNC	51,0	133,1	RIEGO/ABAS
23. <b>Sarriá I</b>	Arga	Ebro	Navarra	G	17,0	1,6	HELEC
24. Valdepatao	Gallego-Cinca	Ebro	Huesca	MSNC	35,0	5,7	-
25. <b>La Gitana</b>	Azanaque	Guadalquivir	Sevilla	MSNC	26,60	9,8	REG/RIEGO
26. <b>Llano del Cadimo</b>	-	Guadalquivir	Jaén	MSNC	42,5	19,75	REG/RIEGO
27. <b>Restinga</b>	Arroyo Restinga	Guadalquivir	Sevilla	MSNC	23,0	2,73	REG/RIEGO
28. <b>Rosario</b>	Arroyo Fuente de la Parra	Guadalquivir	Sevilla	MSH	17,0	2,12	REG/RIEGO
29. Siles	Guadalimar	Guadalquivir	Jaén	MSNC	55,0	30,5	ABAS/RIEGO
30. <b>Zapateros</b> (*)	Arroyo Crucetas	Guadalquivir	Albacete	G	37,0	0,57	ABAS/RIEGO
31. <b>Alcolea</b> (*)	Odiel	Guadiana	Huelva	G	65,0	274,0	ABAS/RIEGO /REG
32. <b>Alcollarín</b>	Alcollarín	Guadiana	Cáceres	G	32,0	51,6	REG
33. <b>Búrdalo</b>	Búrdalo	Guadiana	Cáceres	G	35,0	79,3	REG
34. Villalba de los Barros	Guadajira	Guadiana	Badajoz	MSH	45,5	106,0	RIEGO
35. Mora de Rubielos	Tosquillas	Júcar	Teruel	MSNAs	35,0	1,0	ABAS/RIEGO
36. <b>Oliva</b> (*)	Rambla Gallinera	Júcar	Valencia	G	62,5	6,8	AVEN
37. <b>Terrateig</b> (*)	Serpis	Júcar	Valencia	G	26,5	0,3	AVEN

**Notas:**

Se muestran en **rojo** las presas cuya ejecución ha comenzado en el período 2006-2009 mientras que las que están en negro, ya se encontraban en ejecución en el período 2003-2006.

(\*) Presas promovidas por Sociedades Estables

(\*\*) Presas promovidas por C.C.A.A.

**Tipología**

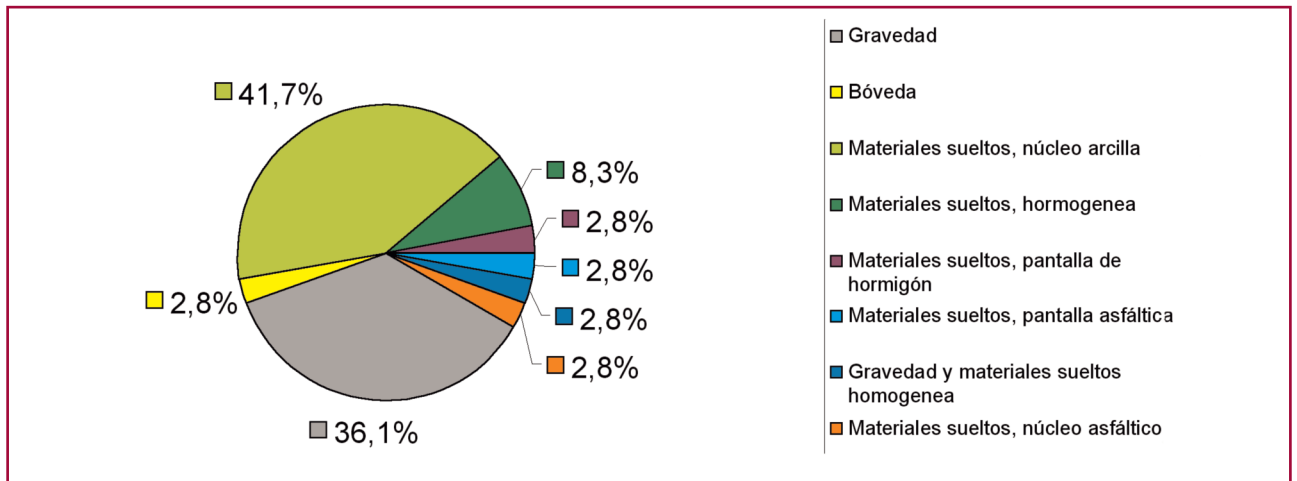
G: Gravedad  
 A: Bóveda  
 HC: Hormigón compactado  
 MSPH: Materiales sueltos con pantalla de hormigón  
 MSNC: Materiales sueltos con núcleo de arcilla  
 MSH: Materiales sueltos homogénea

**Destino**

ABAS: Abastecimiento  
 AVEN: Defensa frente a avenidas  
 HELEC: Hidroeléctrico  
 HUM: Creación de zona húmeda  
 REG: Regulación  
 RIEGO: Riego



Fig. 2.- Distribución por tipologías de las presas actualmente en construcción.



un cuerpo a base de gravas impermeabilizado mediante una pantalla de hormigón. Su construcción permite, por lo tanto, mantener el embalse en explotación mientras duren las obras.

En el otro extremo, se encuentra el recrecimiento de Santolea. Se trata en este caso de adosar al paramento de aguas arriba de la presa existente una nueva, por lo que es preciso vaciar el embalse para acometer las obras.

#### 4. Presas en fase de puesta en carga

En el momento de escribir estas líneas, administrativamente, 15 presas se encontraban en fase de puesta en carga, la mayoría de titularidad estatal y distribuidas de la siguiente forma por Demarcaciones Hidrográficas: 4 en el Ebro, 4 en el Guadalquivir, 5 en el Duero, 1 en el Guadiana y 1 en el Cantábrico (Tabla 3 y Figura 1).

Con respecto a la relación que figuraba en el Monográfico dedicado al Congreso Internacional de Grandes Presas celebrado en Barcelona en 2006, en este período de tiempo, cuatro de ellas (Arenoso, Casares de Arbas, Ullívarri, La Colada y Rialb), siguen en

fase de puesta en carga, e Itoiz, Arroyo del Fresnillo, Casasola, El Esparragal, Gargantafría, Monreal, La Trapa, Valcomuna, Villaveta, Yalde y Zorita de los Molinos, han cambiado de fase, encontrándose actualmente en explotación. Otras han sido transferidas a la Junta de Andalucía, estando ésta a cargo del control de su seguridad.

#### 5. Capacidad de embalse

La capacidad máxima de agua embalsada por el parque presístico español en el año 2006 se cifraba en 60.930,5 hm<sup>3</sup> (3). Una vez se incorpore al sistema el volumen de embalse asociado a las 37 presas que actualmente se encuentran en construcción, el incremento de volumen de los 2 recrecimientos, y de los embalses de las presas que están en este momento en fase de puesta en carga, la capacidad de embalse total aumentará hasta los 62.776,5 hm<sup>3</sup>.

Teniendo en cuenta esa cifra y el volumen anual de escorrentía que circula por los ríos españoles, el grado de regulación en el futuro será del 57,70%, frente al 9% que se alcanzaría como regulación natural, es decir, sin la existencia de éstas infraestructuras.

Tabla 2. Recrecimientos de Embalses o Presas

Nombre	Demarcación	Provincia	Tipología	Altura Incrementada (m)	Capacidad Incrementada (hm <sup>3</sup> )
Yesa	Ebro	Navarra	Gravas con pantalla de hormigón	22,0	659,0
Santolea	Ebro	Teruel	Gravedad	14,8	51,1



Tabla 3. Presas en Fase de Puesta en Carga

Nombre	Río	Demarcación	Provincia	Altura (m)	Capacidad Embalse (hm <sup>3</sup> )
1. Arauzo	Sinovas	Duero	Burgos	26,0	4,8
2. Arenoso	Arenoso	Guadalquivir	Córdoba	80,0	160,0
3. Artajona	-	Ebro	Navarra	45,5	2,0
4. Breña II, La		Guadalquivir	Córdoba	71,0	698,0
5. Casares de Arbas	Casares	Duero	León	52,0	37,0
6. Ceguilla	Ceguilla	Duero	Segovia	40,0	1,0
7. Ibiur	Ibiur	Cantabrico	Guipúzcoa	69,5	7,5
8. Iruña	Águeda	Duero	Salamanca	75,4	110,0
9. Loteta, La	Carrizal	Ebro	Zaragoza	29,0	96,7
10. Melonares, Los	Víar	Guadalquivir	Sevilla	50,0	180,4
11. Montoro III	Montoro	Guadalquivir	Córdoba	60,3	102,4
12. Navas del Marques	Valtravies	Duero	Ávila	36,0	2,0
13. Ullivarri-Arazua	Arroyo Iturrichu	Ebro	Álava	44,0	7,2
14. Colada, La	Guadalmatilla	Guadiana	Córdoba	48,5	57,7
15. Rialb	Segre	Ebro	Lérida	101,0	402,0

6. Breve síntesis estadística

A efectos puramente didácticos, la figura 3 muestra cual es la distribución por tipologías de todas las presas españolas (en explotación, en construcción y

en fase de puesta en carga). Un 69,7 % de ellas son presas de fábrica, representando las de gravedad, un 58%. En cuanto a las de materiales sueltos suponen un 28,7% del total, siendo el porcentaje de las presas homogéneas un 13,4%, siendo su altura media de unos

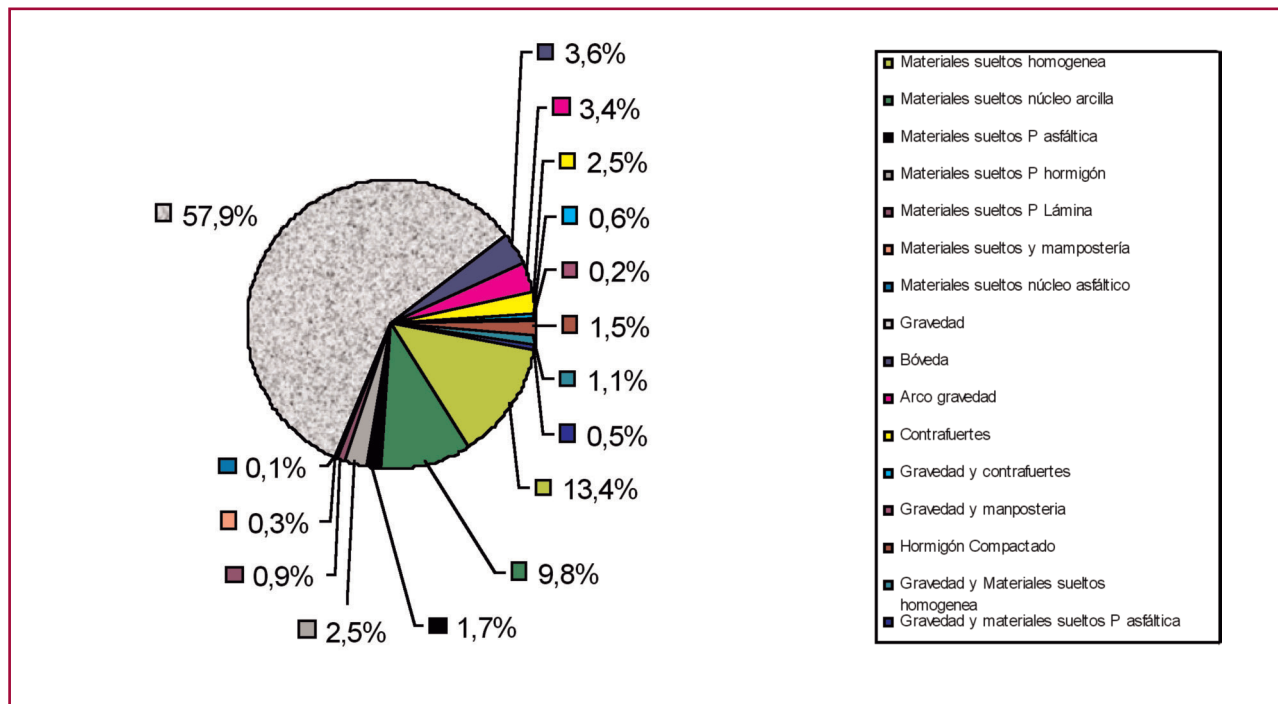
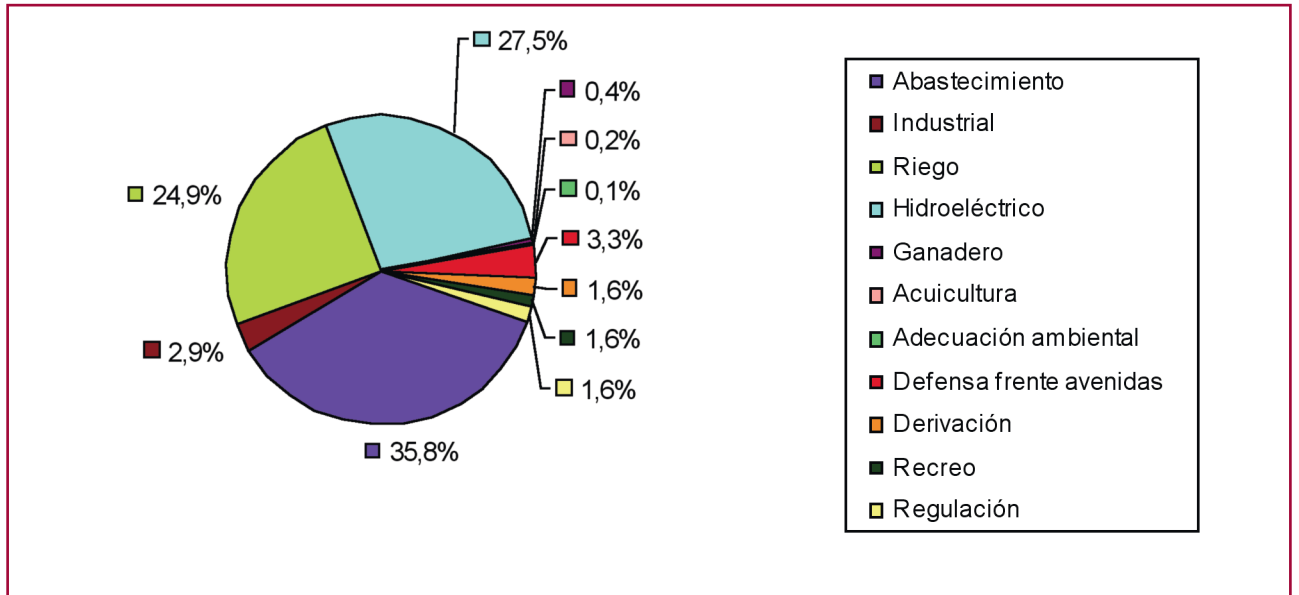


Fig. 3. Distribución por tipologías de todas las presas españolas.



Fig. 4. Uso principal al que se destinan los embalses.



35 a 40 m. En cuanto a las presas heterogéneas con núcleo de arcilla, suponen un 9,8 % del total y, el resto, un 1,6%, aproximadamente, son presas de tipología mixta.

Con respecto a los principales usos de los embalses (Figura 4), el uso más frecuente es el de abastecimiento, representando un 37% aproximadamente del total, seguido del hidroeléctrico con un 27,5% y el de riego, con un 25%, suponiendo entre los tres algo más del 88 %.

### 7. Fichas técnicas

Se recogen a continuación un total de 8 fichas técnicas de algunas de las presas que se encuentran o encontraban en construcción en el trienio, en cada una de las cuales se realiza una breve descripción de sus principales características técnicas, se incluye una fotografía de la construcción y/o algún plano de detalle. Son las siguientes reflejadas en la tabla 4. ♦

Tabla 4.

Nombre	Río	Cuenca	Provincia	Altura (m)	Capacidad Embalse (hm <sup>3</sup> )
1. Albages	Set	Ebro	Lerida	85,0	79,8
2. Fitás, Las	Gállego	Ebro	Huesca	41,0	8,0
3. Llano del Cadmio	-	Guadalquivir	Jaén	42,5	19,7
4. Alcollarín	Alcollarín	Guadiana	Cáceres	32	51,6
5. Búrdalo	Búrdalo	Guadiana	Cáceres	35	79,3
6. Enciso	Cidacos	Ebro	Logroño	103,5	48,0
7. Puente de Santolea	Guadalupe	Ebro	Teruel	44,0	17,7
8. Los Vados	Arlanza	Duero	Burgos	24,5	4,475

#### Referencias:

- De Cea Azañedo, J. C. y Sánchez, Fco. J. 2004. Síntesis de la actividad de construcción de presas en España en el trienio 2000-2002. Revista de Obras Públicas. Febrero.
- De Cea Azañedo, J. C. y Berga, L. 2004. Current dam engineering activities in Spain. Hydropower & Dams. Issue 5.
- De Cea Azañedo, J.C. y Sánchez Cabezas, F.J. 2007. Inventario de Presas Españolas de 2006 y síntesis de la actividad de construcción de presas en el trienio 2004-2006. Revista de Obras Públicas. Marzo.
- Berga, L y De Cea Azañedo, J. C. 2006. The Role of Dams in Spain. Hydropower & Dams. Issue 3.



## — Presa de L'Albagés —

Situada en el río Set, perteneciente a la cuenca del Segre, en la provincia de Lleida, el embalse abarca los municipios de Albagés, Cerviá de les Garrigues, La Pobla de Cérvoles y Juncosa. Se concibe como regulación final del Canal Segarra-Garrigues, permitiendo almacenar los caudales trasvasados desde el embalse de Rialb, a fin de cubrir las demandas de riego de la zona.

La superficie de la cuenca del embalse es de 160 km<sup>2</sup>, obteniéndose unos caudales de diseño de la presa de 599 m<sup>3</sup>/s y 1083 m<sup>3</sup>/s para las avenidas de 500 y 10.000 años respectivamente. El carácter hiperanual lo adquiere al almacenar caudales sobrantes del Segre en Rialb, que cuenta con una aportación media anual de 1.100 hm<sup>3</sup>. Así, se prevé atender una demanda total anual de 42,95 hm<sup>3</sup>,

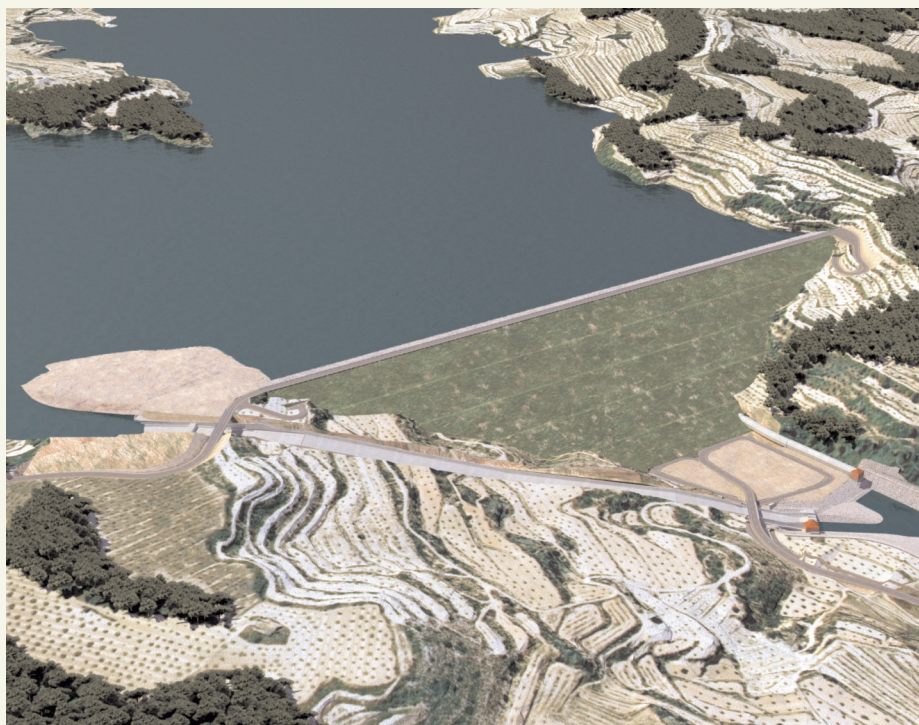
que según las garantías de riego indicadas en el Plan Hidrológico de Cuenca, requieren un embalse con 80 hm<sup>3</sup> de capacidad.

La cerrada se dispone sobre facies del Terciario continental de la Unidad Castellidans, Oligoceno Superior, con recubrimientos cuaternarios en superficie. Se caracteriza por la alternancia de niveles de lutitas y argilitas con areniscas y conglomerados, con frentes de potencia que dificultan el aprovechamiento diferenciado, y cuya alteración genera el material cuaternario.

La presa es de materiales sueltos zonificada, con núcleo impermeable de limos arcillosos y espaldones de "todo uno" de naturaleza argilítica con inclusiones de arenisca, armados con niveles drenantes horizontales para eliminar las presiones intersticiales y

mejorar la estabilidad. Es una presa de planta recta de 735 m de longitud, con 85 m de altura sobre cimientos y sección tipo trapecial. Consta de 10 m de ancho en la cota 386,50 de coronación y taludes 3H:1V en el paramento mojado, con presencia de una berma en la cota superior de la ataguía, y 2,5H:1V en el paramento de aguas abajo, con 4 bermas intercaladas cada 15 m. El núcleo central presenta taludes 1H:4V.

En la cimentación de la presa se proyectan, a cada margen del río, sendas galerías para el desagüe de fondo y la toma de riego, que en primera instancia facilitan el desvío del agua durante la ejecución de las obras. El desvío de margen izquierda tiene una longitud de 445 m y consta de una sección de radio 7 m, por donde discurrirán las dos conducciones de diámetro 1900 mm de desagüe de fondo reguladas por doble válvula de compuerta tipo Bureau colocadas en serie. La restitución del agua al cauce se realiza mediante salida al cuenco amortiguador del aliviadero. En la margen derecha, se dispone una galería de 5 m de radio y 448 m de longitud, siendo dos conducciones de diámetro 1500 mm las que suministrarán el caudal de riego. A lo largo del eje de la presa, en contacto con el núcleo y empotrada en el terreno, se encuentra la galería perimetral visitable de 670 m de longitud, que da acceso a las galerías de desvío y permite la evacuación de los caudales de filtración. Tiene una sección de 2 m de anchura por 2,7 m de altura, y al igual que el resto de galerías, se proyecta con hormigón armado HA-30.



El aliviadero se localiza en la margen derecha. Se compone de un canal de alimentación convergente hasta los 50 m, un vertedero de planta curva con 3 m de altura en perfil Bradley a la cota 381,00, un canal de descarga con pendientes del 4%, 8%, 16,57% y 18,16%, de 490 m de longitud y ancho variable hasta alcanzar los 15 m en el trampolín, y un cuenco amortiguador a cota 304,00 de escollera recibida con hormigón.

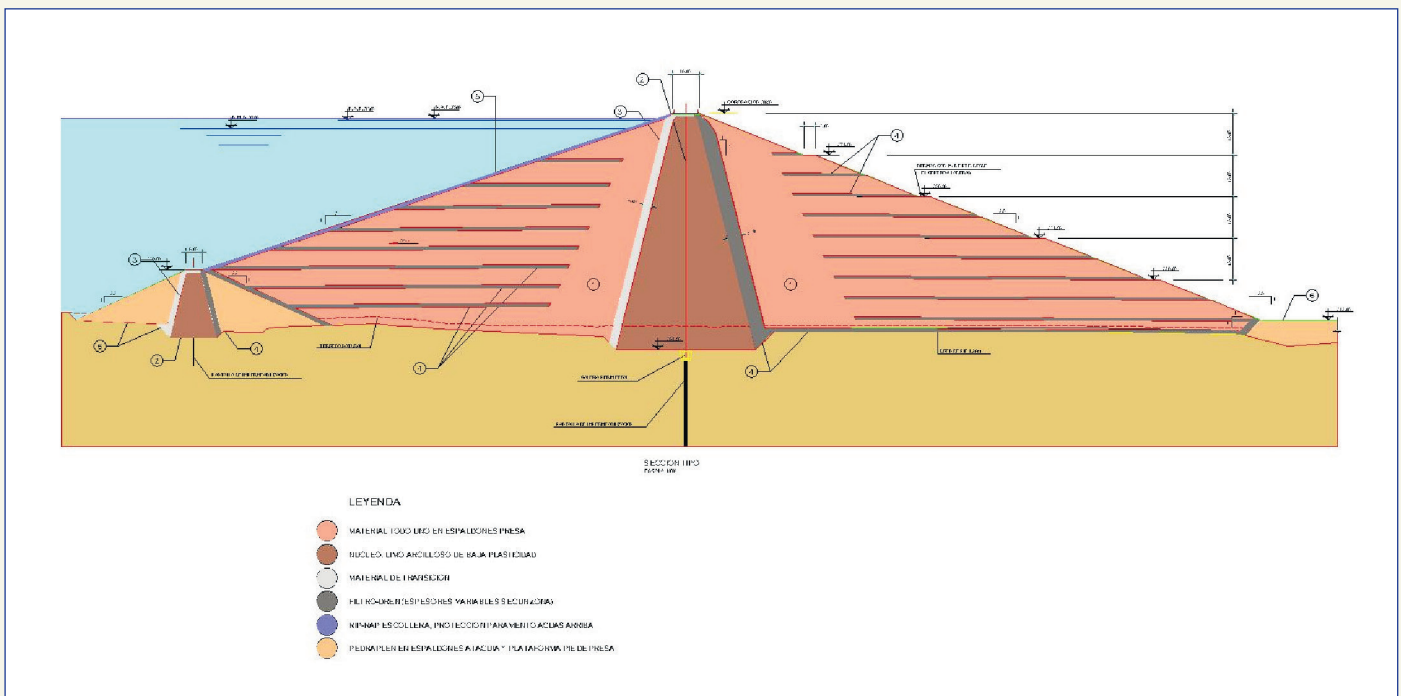
Cumpliendo con la Declaración de Impacto Ambiental, se incluyen prospecciones, sondeos y seguimiento arqueológico de las obras, así como de los yacimientos constatados por la Direcció General del Patrimoni Cultural del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya, con especial atención al molino de Les Besses. Por otra parte, se mantendrá un caudal ecológico para la conservación biogénica del cauce y se repondrá la vía pecuaria de Cerviá a Solerás.

Salvo los áridos para hormigones y zahorras, la totalidad de los mate-



riales se obtienen del vaso del embalse, reduciendo el impacto ambiental. Con este fin, se respetará la época de cría, pues las extracciones con voladura no se realizarán durante los meses de abril y mayo. Tanto el cuenco amortiguador como el en-

cauzamiento posterior del río Set se realizan con revestimiento de escollera, que junto a la revegetación del espaldón aguas abajo y la repoblación forestal, dotan a la presa de una mayor integración paisajística en el entorno. ♦





## – Presa de Alcollarín –

La presa de Alcollarín se encuentra en el término municipal del mismo nombre, en la provincia de Cáceres.

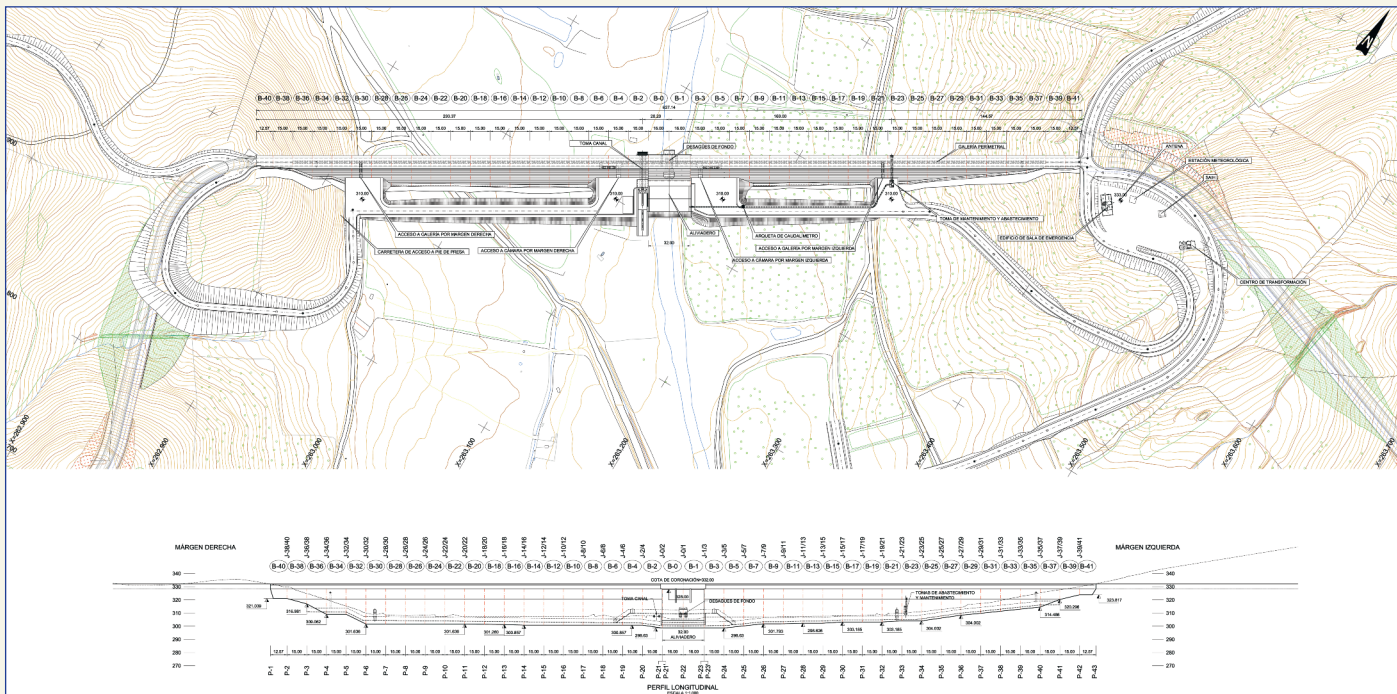
La cerrada de la presa está constituida por pizarras y grauvacas del complejo esquistograuvácico, con una estructura oblicua al eje de la presa, y más concretamente, por las facies heterolíticas pertenecientes a formaciones de pizarras y areniscas de Estomiza. En relación a la tectónica, cabe destacar que las deformaciones producidas en la zona se corresponden con la Orogenia Hercínica acaecida por la intrusión del plutón de Zorita sobre los materiales precámbricos producidos en tres fases.

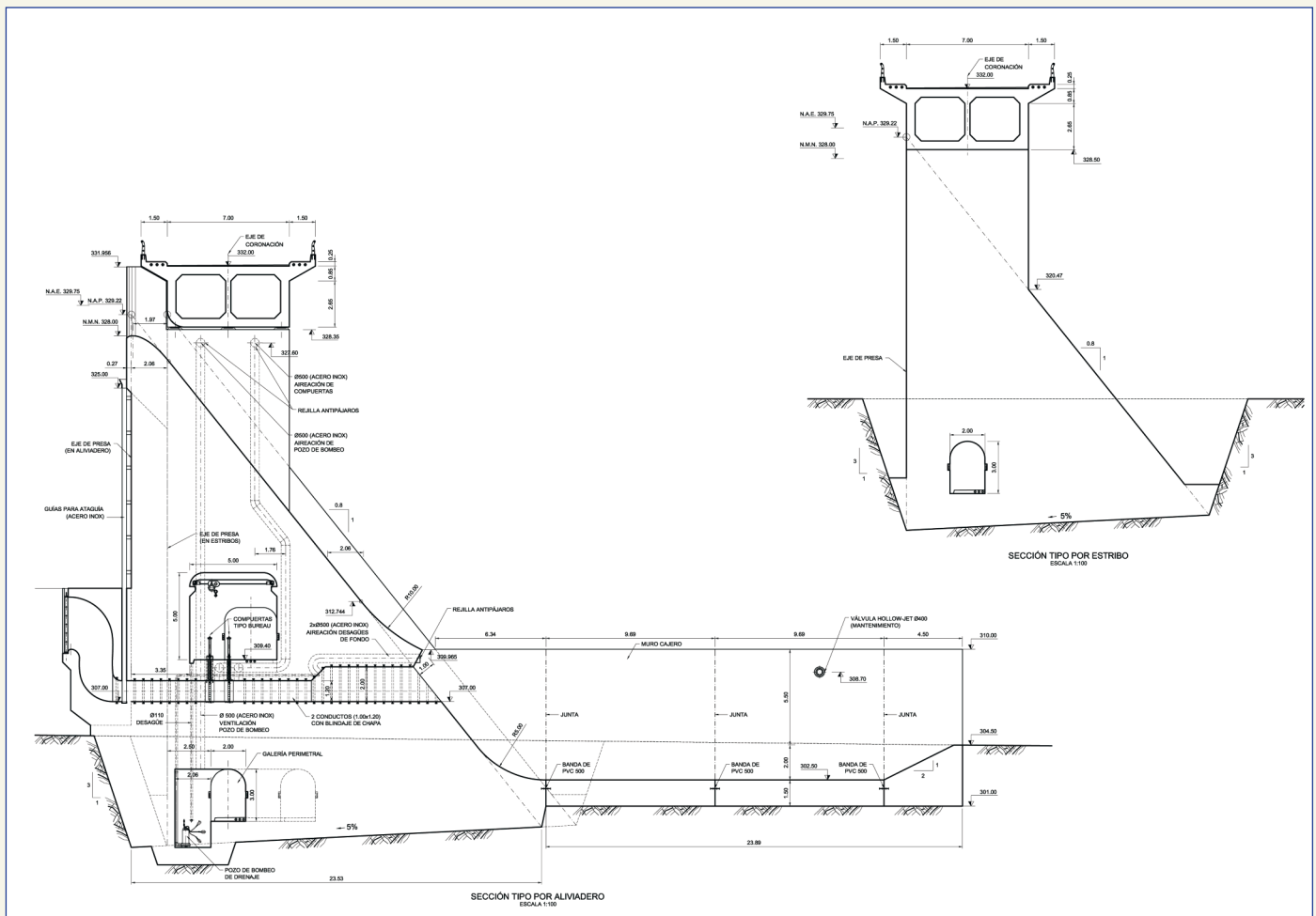
Se trata de una presa de gravedad ejecutada a base de hormigón convencional, de planta recta de 625,80 m de longitud y 31,00 m de altura sobre cimientos, que corona a la cota 332,00 m, cerrando un embalse de 51,64 hm<sup>3</sup> de capacidad.



En cuanto a la inclinación de sus taludes se proyecta vertical aguas arriba y 0,80 (H)/1 (V) aguas abajo, suma de taludes ligeramente más reducida de lo

que suele ser habitual en este tipo de presas (0,85). La cimentación de la presa se diseña en contrapendiente con una inclinación del 5%.





El número total de bloques es de 42, dando un volumen total de hormigón de 163.505 m<sup>3</sup>. El cuerpo de presa dispone de una galería perimetral de inspección y drenaje con una sección de 2,00 x 3,00 m<sup>2</sup>.

Se define un tratamiento de consolidación realizado desde la galería perimetral y desde el pie de aguas abajo con una profundidad de 5 m.

El estudio hidrológico efectuado en el proyecto para una superficie de cuenca aportadora de unos 127,00 km<sup>2</sup> y una pluviometría media anual de la cuenca del orden de unos 698 mm, deduce una aportación media anual de 25,29 hm<sup>3</sup>, del orden de la mitad del volumen previsto para el embalse.

La presa se ha proyectado con un aliviadero de labio fijo centrado en los bloques 0 y 1, con umbral a la cota 328,00, de 3 vanos de 10,00 m de longitud útil cada uno (longitud total 30 m), separados por 2 pilas intermedias de 1,0 m de anchura.

Su capacidad de desagüe en el caso de evacuación de la avenida de proyecto es de 89,60 m<sup>3</sup>/s, presentando la lámina vertiente un calado de 1,22 m; igualmente, en el caso de presentación de la avenida extrema, esa misma capacidad de evacuación resulta ser de 152,18 m<sup>3</sup>/s y el calado de la lámina, 1,75 m.

El perfil de vertido es parabólico de tipo Creager y ha sido dimensionado

para la altura de lámina de agua correspondiente a la avenida de proyecto, enlazando el perfil tangencialmente con el paramento de aguas abajo de la presa y desembocando directamente en un cuenco simple (USBR)

El proyecto prevé la construcción de unos desagües de fondo a base de dos conductos en presión de 1.000x1.200 mm de sección alojados en los bloques 0 y 1, que tras la cámara de válvulas pasan a tener unas dimensiones de 2,0x2,0 m, circulando el agua en lámina libre, y cediéndola finalmente al cuenco de la presa. Cada conducto dispone de 2 compuertas de tipo Bureau de 1,00 x 1,20 m<sup>2</sup> de sección. ♦



## – Balsa del LLano del Cadimo –



La balsa del Llano del Cadimo, de 19,75 hm<sup>3</sup> de capacidad, surge por la necesidad de regular el Alto Guadalquivir. Es una de las infraestructuras del conjunto de obras alternativas a la de la presa de Úbeda la Vieja, y está situada en Jaén, en el término municipal del mismo nombre. Se ha diseñado para regular el río Guadalbullón y para satisfacer algunas demandas de riego existentes.

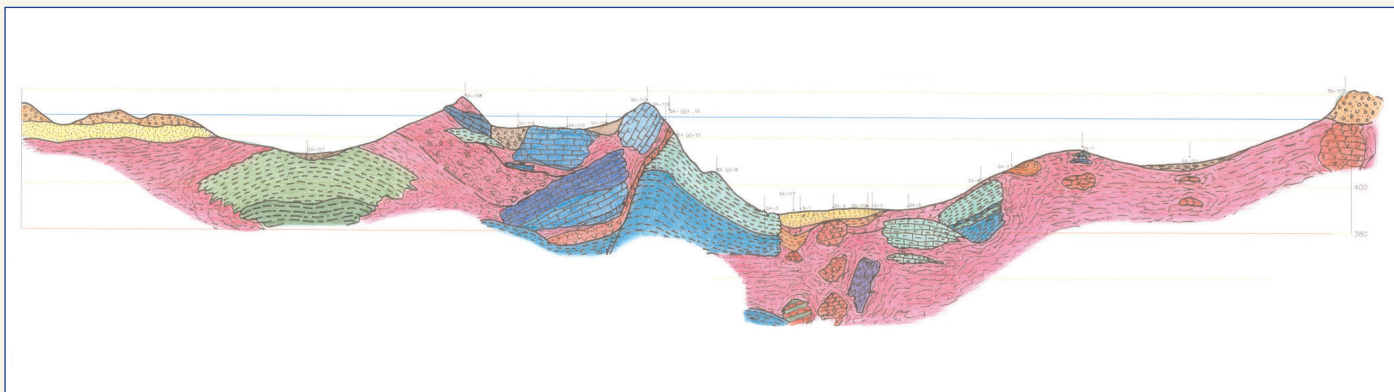
Tanto el vaso de la balsa, como el dique con el que se cierra, están situados sobre la *Unidad Olistostrómic*a del conocido como *complejo caótico bético*, denominación indicativa de la complicada geología encontrada en la zona. Esta unidad está compuesta esencialmente por materiales de diversa naturaleza, pero mayoritariamente arcillas y margas de colores variados, entre los que aparecen olistolitos, bloques de areniscas rojas, dolo-

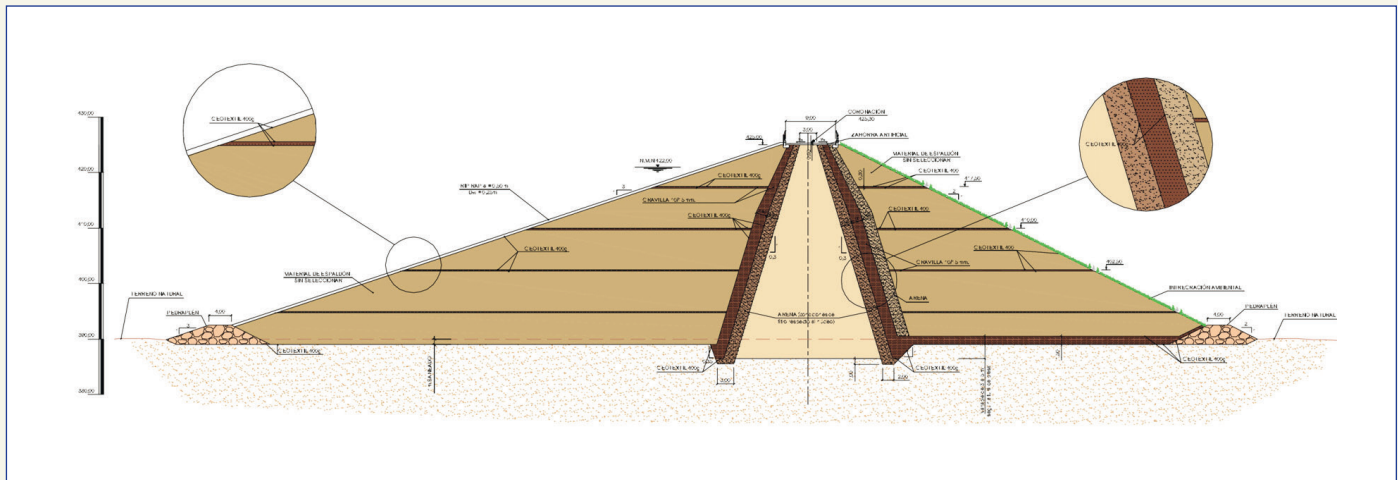
mías, yesos, etc., que se reconocen claramente como procedentes de unidades triásicas, aunque también se han detectado olistolitos de margas, margocalizas y areniscas calcáreas, pertenecientes al Cretácico y Terciario, materiales margosos del Mioceno inferior y parte del Medio. Sobre esta unidad, y orlando todo el perímetro del vaso se localizan lo que en la zona de conocen como albarizas, materiales de naturaleza más arenosa.

La balsa se cierra por algunas partes por el terreno natural y por otras mediante diques de materiales sueltos y núcleo de arcilla, materiales procedentes del vaso y de los cerros que lo rodean. En la figura 3 se muestra la sección tipo del principal, de 43 m de altura máxima, y cuyo eje, de una longitud total de unos 1100 m, es de planta quebrada. De la sección tipo se destacan los mantos drenantes hori-

zontales situados aguas arriba y aguas abajo del núcleo, a distintas alturas, por la más que previsible impermeabilidad de los materiales con los que se va a acometer la construcción de los espaldones. De forma complementaria, esos mismos materiales presentan una cierta complejidad geotécnica, consecuencia de su origen, por su contenido de Sulfatos (SO<sub>3</sub><sup>=</sup>) y por su densidad máxima Proctor, lo que según el PG3, les catalogaría entre tolerables y marginales.

Debido a la presencia de olistolitos permeables en la margen derecha de la balsa, para asegurar la impermeabilidad de toda esta zona se ha previsto la construcción de un tapiz que, además de cubrirla, tapizaría el fondo de la balsa. El tapiz está constituido por materiales drenantes en el contacto con el terreno natural, sobre los que se sitúa el material impermeable.





La inclinación del talud del tapiz es variable en función de la zona, al objeto de adaptarse al terreno. Esa inclinación oscila entre un 3H:1V y un 7,5H:1V. Las aguas filtradas a través de él se recogerán en una galería construida a su pie, convenientemente empotrada en el terreno natural.

En lo que se refiere a los órganos de desagüe, una estructura que atraviesa todo el cuerpo del dique principal,

aloja la galería en la que se sitúan los desagües de fondo, la toma de agua, parte del aliviadero, y la galería a través de la que se accede al pie del tapiz.

Aliviadero y desagües de fondo permitirán evacuar las avenidas de 1000 y 10.000 años de período de retorno, que han sido las consideradas como de proyecto y extrema para la balsa, clasificada en la categoría A,

por resolución de la Dirección General del Agua. Los caudales punta de ambas y sus volúmenes respectivos, son 68,38 m<sup>3</sup>/sg y 76,23 m<sup>3</sup>/sg y 0,44 hm<sup>3</sup> y 0,49 hm<sup>3</sup>, respectivamente.

Se ha proyectado un aliviadero de tipo Morning Glory con embocadura circular de 4,10 m de diámetro, con 4 vanos de 2,23 m de longitud cada uno de ellos separados entre sí por pilas. ♦

## — Presa de Búrdalo —

La presa de Búrdalo se encuentra dentro de los términos municipales del Escorial, Villamesias, Almoharín y Robledillo de Trujillo, provincia de Cáceres.

Tanto el vaso del embalse como la cerrada en la que se va a construir la presa, están constituidos por una formación granítica con grados de alteración II y III en la que se observan intercalaciones verticales, o cuasi verticales, de brechas areno arcillosas y granitos fracturados o muy fracturados (zonas milonitizadas) originados por una importante tectónica regional que se corresponde con las fases segunda y tardía de la Orogenia Hercínica.

Se ha diseñado una presa de gravedad a base de hormigón convencional, de planta recta de 768 m de longitud, 6 m de anchura de coronación, cota de ésta 318,50 y 35,50 metros de altura sobre cimientos. Cierra un embalse de 79,3 hm<sup>3</sup> de capacidad.

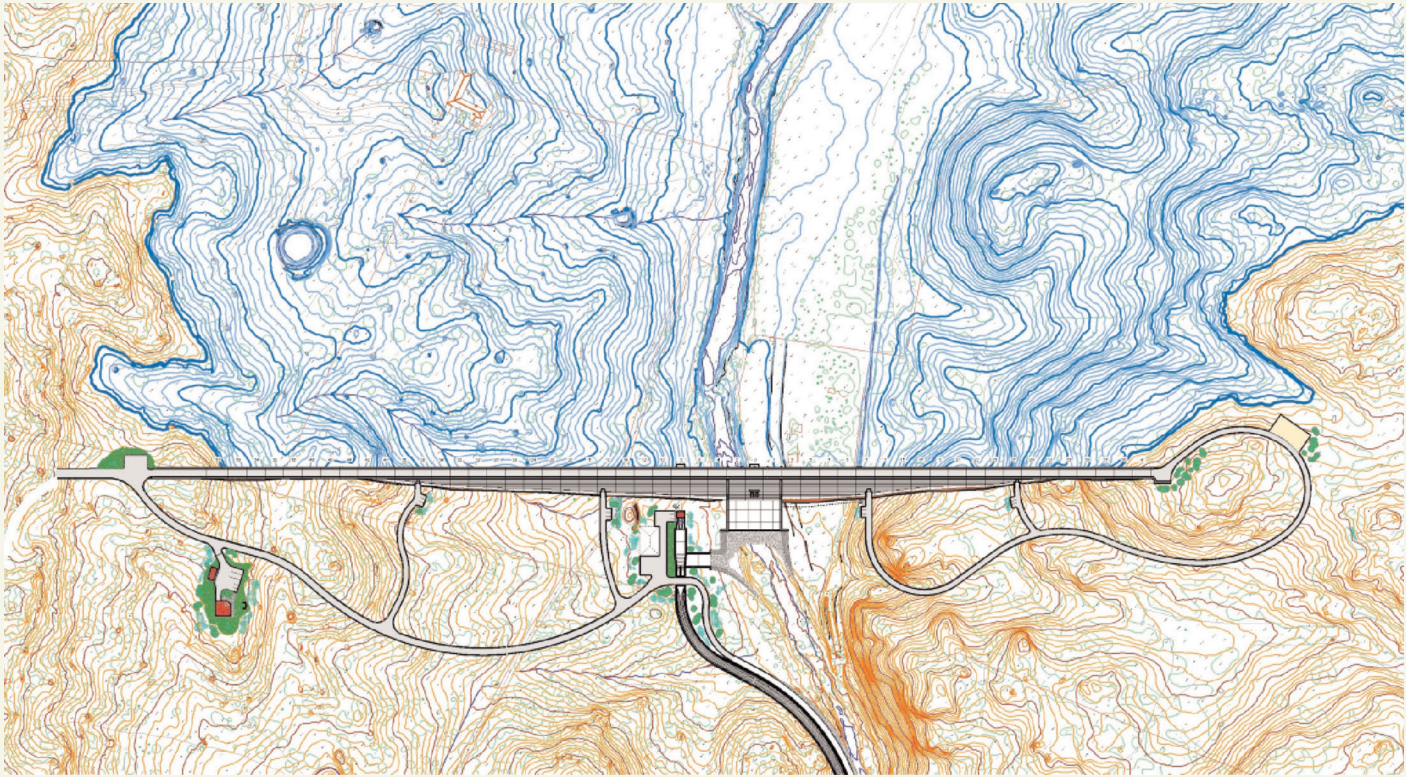
En cuanto a la inclinación de sus taludes se proyecta vertical aguas arriba y 0,80 (H)/1 (V) aguas abajo, suma de taludes ligeramente más reducida de lo que suele ser habitual en este tipo de presas (0,85). La cimentación de la presa se diseña en contrapendiente con una inclinación del 5%. Se ha previsto

en la sección tipo una galería perimetral de inspección y drenaje con una sección de 2,00 x 3,00 m<sup>2</sup> en la zona de las laderas y de 3 x 3 m<sup>2</sup> en las partes más horizontales.

El cuerpo de presa está formado por un total de 51 bloques, lo que da lugar a un volumen total de hormigón de 166.000 m<sup>3</sup>.

Para una superficie de cuenca aportadora de unos 215,7 km<sup>2</sup> y una pluviometría media anual de la cuenca del orden de unos 630 mm, resulta una aportación media anual de 38,6 hm<sup>3</sup>, del orden de la mitad del volumen previsto para el embalse.



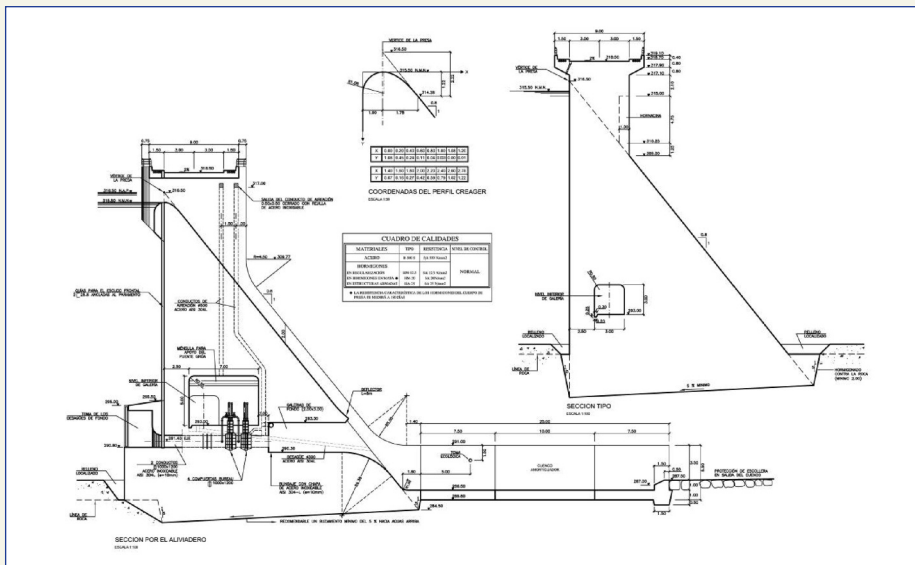


Dispone de un aliviadero central de labio fijo centrado en los bloques 0, 1 y 2, con umbral a la cota 315,50, de 4 vanos de 9,75 m de longitud útil cada uno (longitud total 39 m), separados por 3 pilas intermedias de 1,0 m de anchura. El perfil de vertido es pa-

rabólico de tipo Creager y ha sido dimensionado para una altura de lámina de 1,30 m de altura. El perfil enlaza tangencialmente con el paramento de aguas abajo de la presa desembocando directamente en un cuenco simple (USBR).

Su capacidad de desagüe en el caso de evacuación de la avenida de proyecto es de 85 m<sup>3</sup>/s, presentando la lámina vertiente un calado de 1,0 m; igualmente, en el caso de presentación de la avenida extrema, su capacidad de evacuación resulta ser de 166 m<sup>3</sup>/s y el calado de la lámina, 1,50 m.

Como conductos de desagüe dispone de dos alojados en el bloque 0 de sección rectangular de 1 x1,2 m, con embocadura a la cota 290,80 m. Tras la cámara de válvulas, pasan a tener unas dimensiones de 2,0x3,0 m, circulando el agua en lamina libre, y cediéndola finalmente al cuenco amortiguador. Cada conducto dispone de 2 compuertas Bureau de 1,00 x 1,20 m<sup>2</sup> de sección. Su capacidad de evacuación es de 40 m<sup>3</sup>/s en total, lo que permitiría vaciar el embalse, en caso de necesidad, en menos de 30 días, encontrándose el embalse en su máximo nivel normal. ♦





## – Presa de Enciso –

La denominada Presa de Enciso se ubica en una cerrada situada a unos 700 m aguas arriba del municipio del mismo nombre, en la Comunidad Autónoma de La Rioja, creando un embalse que ocupa terrenos de dicha Comunidad y en la de Castilla y León, ya en la provincia de Soria, concretamente en el municipio de Yanguas.

La Presa de Enciso cierra una cuenca vertiente de 270 km<sup>2</sup>, con una aportación media de 58 hm<sup>3</sup>/año, equivalente a un caudal medio anual de 1,84 m<sup>3</sup>/s. La avenida de 1.000 años de periodo de recurrencia tiene un caudal punta de 605,65 m<sup>3</sup>/s y un volumen de 32 hm<sup>3</sup>.

El embalse de Enciso con un volumen útil de 46,50 hm<sup>3</sup> permitirá regular un total de 46,10 hm<sup>3</sup>/año para regadío y usos ecológicos. Con las necesidades de agua consideradas de 8.094 m<sup>3</sup>/ha y año se podrán regar un total de 5.486 ha en los términos municipales de Arnedillo, Santa Eulalia, Herce, Arnedo, Quel, Autol y Calahorra. En la actualidad se está planteando emplear el agua regulada como fuente de abastecimiento a los municipios de la cuenca del Cidacos. La superficie del embalse para la cota de coronación es de 160 ha.

La presa proyectada responde a la tipología de gravedad de hormigón compactado. Su coronación se sitúa a la cota 878,50, mientras que la longitud de la misma es de 375,60 m. La mínima cota de cimentación, en el pie de aguas arriba, es la 775,38 por lo que la altura máxima sobre cimientos resulta ser de 103,12 m. La anchura máxima de la presa en su base es de 81,20 m.

El eje de definición de la presa es vertical, coincidiendo con el paramento de aguas arriba, y desde el punto del eje situado a la cota de coronación (878,50)



arranca el talud teórico del paramento de aguas abajo que es del 0,8H:1,0V. Los taludes del paramento de aguas abajo se realizarán escalonados con escalones de 1,20 m de alto por 0,96 m de ancho. El paramento de aguas arriba es vertical. La coronación tiene una anchura total de 8,00 m, distribuidos en una calzada

de 6,00 m de anchura y 2 aceras de 1,00 m cada una.

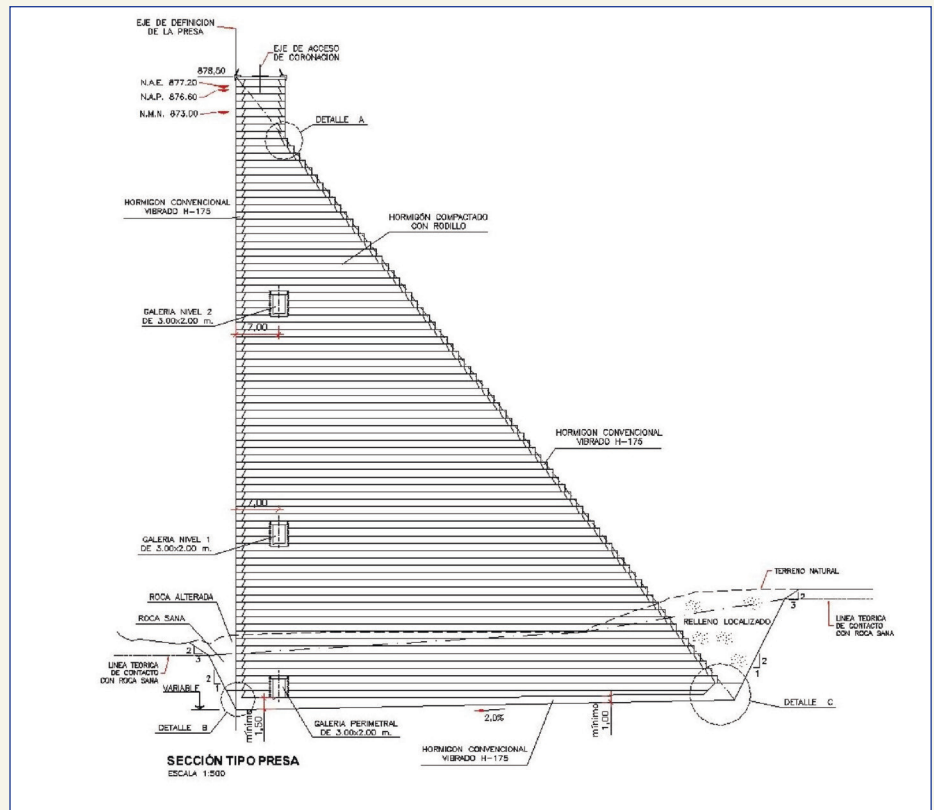
El cuerpo de presa se ejecutará de forma íntegra con hormigón compactado. En los paramentos de aguas arriba y abajo, sin embargo, se colocará hormigón vibrado convencional en masa, dando forma a ambos.



El aliviadero proyectado es de labio fijo y se sitúa en el cuerpo de presa, centrado en el cauce. La sección de la parte superior del aliviadero desde la cota 873,00 hasta la cota 867,30 es de hormigón convencional H-175.

El umbral del labio de vertido se encuentra a la cota 873,00 y la máxima sobreelevación para la avenida de 1.000 años de periodo de recurrencia es de 3,60 m lo que sitúa el N.A.P. a la cota 876,60. El máximo caudal desaguado por el aliviadero es de 589,54 m<sup>3</sup>/s, para este período de retorno. Se ha comprobado la capacidad de alivio de caudales para las avenidas de 10.000 años y P.M.F., comprobándose que en ninguno de los dos casos vierte la presa por coronación.

Se han dispuesto 2 desagües de fondo idénticos, con un caudal de desagüe suficientemente amplio para poder controlar el embalse por medio de ellos, de forma que el vertido por el aliviadero de superficie solo se realice en ocasiones extraordinarias. Además realizarán también las funciones de toma de los caudales regulados para uso ecológico y de regadío. Su embocadura se sitúa a la cota 794,00. Son dos conductos rectangulares gobernados cada uno por doble compuerta Bureau



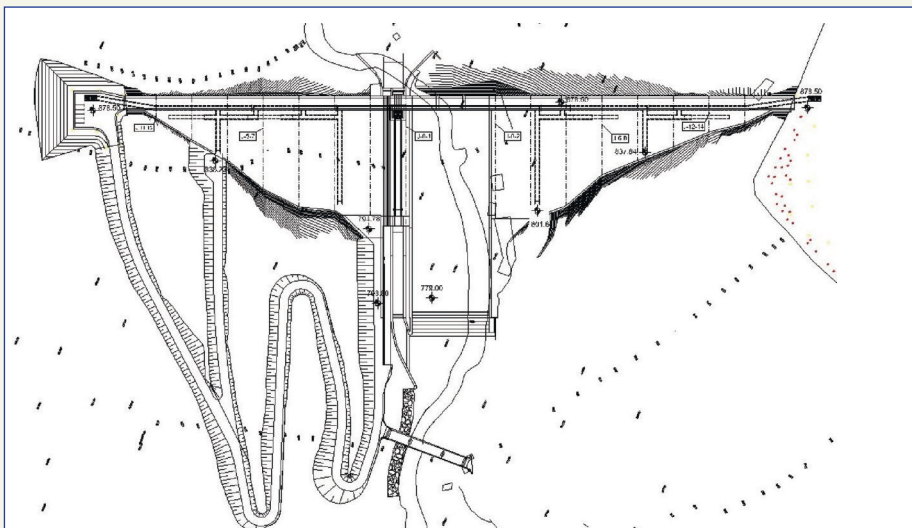
de 1,25 x 1,50 m. El caudal máximo desaguado para embalse a N.M.N. es de 128 m<sup>3</sup>/s.

La presa incorpora dos tomas de agua, ubicadas en la parte derecha de la presa, con embocaduras a las cotas 801,00 y 843,29. El diámetro de las tuberías

de estos elementos es de 1000 mm y están reguladas por válvulas de mariposa motorizadas.

El proyecto de la presa se completa con los tratamientos de consolidación del cimient, pantalla de impermeabilización y pantalla de drenaje, así como con un completo sistema de instrumentación automatizado.

Los trabajos se completan con una serie de obras accesorias, algunas de las cuales contribuirán a mejorar las comunicaciones en la zona, entre las que destacan la Variante de la carretera LR-115, en un tramo de 6,8 km de longitud, bordeando el nuevo embalse, la mejora de un tramo de 9 km de esta misma carretera entre Arnedillo y Enciso y la Variante de Enciso, esta última para evitar el tráfico por esta población de los camiones que transportan los materiales necesarios para la confección de los hormigones de la presa. ♦





## — Presa de Las Fitas —

La zona de emplazamiento de la presa se sitúa al Sureste de la capital de la provincia de Huesca, a unos 9 kilómetros al Este de la localidad de Sariñena y a unos 4 km al Oeste de Castelflorite en la parte septentrional del término municipal de Villanueva de Sigena (provincia de Huesca). La cerrada se dispone con dirección NE-SO. El vaso del embalse se prolonga hacia el Noroeste, a lo largo del Valle de Las Fitas, así como por vaguadas adyacentes.

Esta presa de materiales sueltos, que crea un embalse de unos 9 hm<sup>3</sup>, se encuadra dentro del Sistema de Riegos del Alto Aragón y permite mejorar la regulación interna del Canal de Terreu y su zona regable. Su llenado se realiza con los caudales sobrantes del Canal de Terreu a través de una conducción a presión, la cual también se utiliza para revertir los caudales a dicho canal, en el momento que sea necesario.

Desde el punto de vista litológico, en la zona de cerrada aparecen materiales de edad terciaria (Mioceno) y cuaternaria. El sustrato rocoso lo constituyen limolitas y limolitas arenosas, que alternan con niveles de areniscas, y tamaño de grano medio a fino generalmente, apareciendo tramos de grano grueso. El vaso del embalse está ocupado fundamentalmente por materiales del sustrato rocoso, constituido por limolitas y areniscas en paleocanales y niveles tabulares. Estos materiales del sustrato se encuentran parcialmente recubiertos por depósitos cuaternarios coluviales y de fondo de valle. El apoyo del núcleo se realizará sobre sustrato Mioceno (limolitas y areniscas) una vez eliminado el material cuaternario y el sustrato Mioceno alterado.

Con estos condicionantes geológicos y geotécnicos, se ha diseñado una presa



de materiales sueltos cuyo cuerpo de presa presenta las siguientes características geométricas y de materiales constitutivos:

- La planta de la presa es recta con 756 m de longitud en coronación, estando ésta a la cota 401,50 y teniendo una anchura de 8 m. La altura máxima sobre el cimiento es de 41 m.
- Espaldón de aguas arriba. Talud exterior 1,8H:1,0V. Constituido por gravas de terraza con un porcentaje en contenido de gravas superior al 75 %.
- Núcleo. Con taludes 0,3H:1,0V. Material constituido por limos del recubrimiento cuaternario (coluviales y fondo de valle) o las limolitas alteradas del sustrato conteniendo un porcentaje de finos mayor del 75% y un coeficiente de permeabilidad menor de 10<sup>-7</sup> cm/s.
- Filtro aguas arriba y aguas abajo de 3,00 m de espesor mínimo, para cuya ejecución se emplearán los materiales de las terrazas colgadas del entorno del vaso.

- Espaldón de aguas abajo. Talud exterior 1,80H:1,0V, con una banqueta a cota 385,00 m y un repié de escollera coronado en una berma a cota 370,00. Material igual al espaldón de aguas arriba.
- Rip-Rap de protección del paramento aguas arriba de 1,00 m de espesor.
- Protección del paramento aguas abajo con hidrosiembra sobre capa vegetal.

Se consideró la necesidad de realizar un tratamiento de impermeabilización de la cimentación por los siguientes motivos:

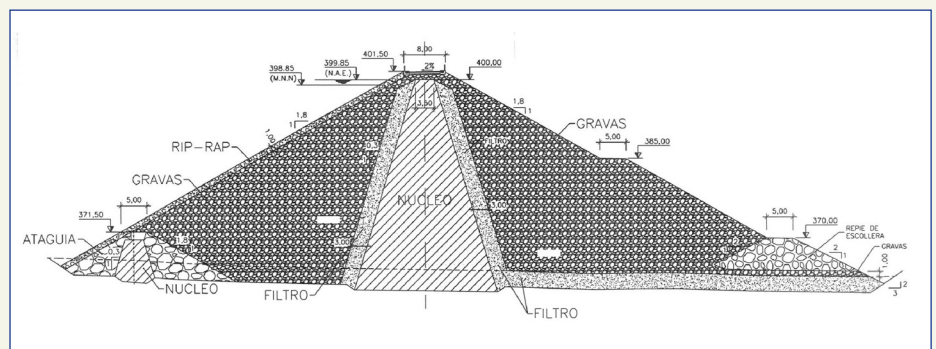
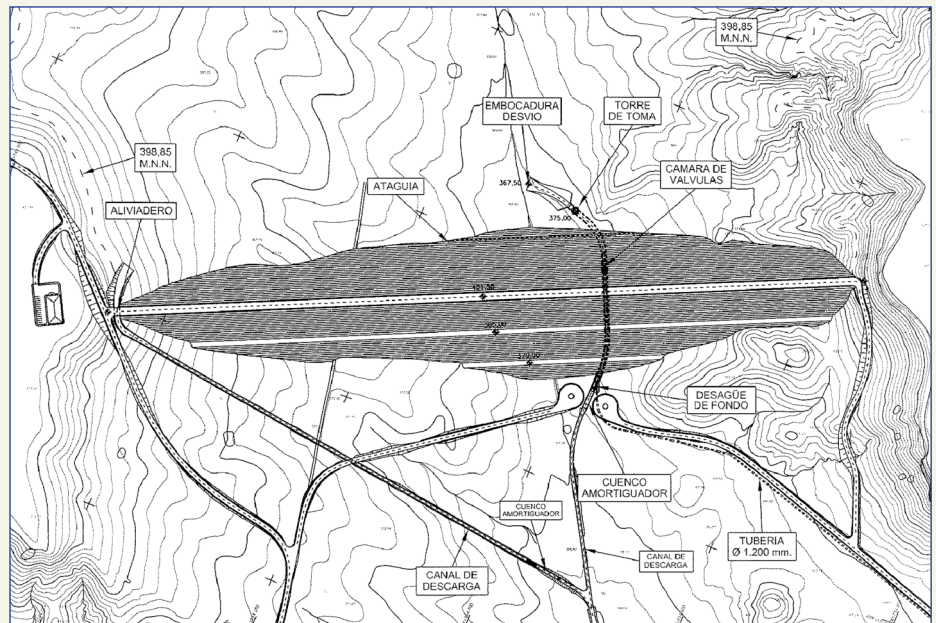
- Riesgo de que se puedan producir erosiones internas en la cimentación de la presa, fundamentalmente en los niveles más someros de ésta, en el contacto del núcleo con los primeros metros del sustrato terciario.
- Permeabilidad del sustrato de la cimentación y caudal de pérdidas estimado.

El tratamiento proyectado consiste en una pantalla continua impermeable dispuesta a lo largo de toda la cimentación de la presa. Dado que la presa se apoya sobre terrenos que se pueden considerar "blandos", limolitas y limolitas arenosas, se empleará una pantalla plástica de bentonita-cemento. El espesor mínimo de la pantalla será de 0,80 m. La pantalla penetrará 1 m en el núcleo de la presa, asegurando de esta manera la unión entre núcleo y pantalla. Se prolongará en profundidad hasta alcanzar las capas impermeables del sustrato.

Se ha diseñado un aliviadero lateral con vertedero de labio fijo. El aliviadero se sitúa en la ladera de la margen derecha de la presa, pues esta ladera presenta una disposición más favorable para la ubicación del canal de descarga del aliviadero. El aliviadero consta de un canal de aproximación al vertedero, un perfil vertedero USBR de calado de diseño 1,00 m de altura con cota de la cresta la 398,85 m, una rápida de 485 m de longitud, un cuenco amortiguador de 25 m de longitud y un encauzamiento con sección protegida con escollera, que conecta con el encauzamiento que proviene del desagüe de fondo.

La toma y desagües de fondo de la presa se localizan en una galería situada próxima al centro de la presa. Esta galería tiene como objeto evitar atravesar el terraplén de la presa con tuberías en presión y su disposición es tal que se encuentra completamente por debajo de la línea de cimentación de la presa, con el fin de evitar posibles asentamientos diferenciales de los rellenos sobre ella. En una primera fase la galería se utiliza para el desvío del río.

La presa está dotada con dos desagües de fondo. Aguas abajo de la cámara de compuertas el primero de ellos parte con un diámetro de 1200 mm. Este conducto se utiliza también para alimentar el embalse con la tubería Ø



1200 mm procedente del canal de Terreu, y como toma para restitución de caudales al canal. A la salida de la galería de desagües hay una bifurcación en el conducto, de la que parte un ramal Ø 600 mm que corresponde al desagüe de fondo izquierdo. El segundo conducto, que actúa exclusivamente como desagüe de fondo, tiene diámetro de 600 mm. Al final de ambos desagües se colocan válvulas Howell-Bunger Ø 600 mm, las cuales efectúan su descarga contra un cuenco de rotura de energía, al que sigue un canal que conecta con el encauzamiento que proviene del aliviadero. La entrada de caudales a las conducciones en presión se efectúa por medio de una torre

de toma de forma hexagonal situada en el extremo aguas arriba de la galería de desagües.

Como medidas de protección ambiental se realizan, durante las actividades de movimientos de tierras, seguimientos para localizar posibles restos ocultos arqueológicos y paleontológicos. Del mismo modo, se efectúa una prospección botánica intensa, a fin de determinar áreas con presencia de especies en peligro de extinción y de interés especial. Asimismo, se lleva a cabo un seguimiento de la avifauna, en concreto del alimoche común y del cernícalo primilla, especies catalogadas como vulnerables y sensibles a la alteración de su hábitat. ♦



## – La presa de Los Vados –

La presa de Los Vados se ubica en el río Arlanza, en el T.M. de Salas de los Infantes, (provincia de Burgos) y se construye con el propósito ambiental de generar un espejo de agua en la cola del embalse de Castrovido.

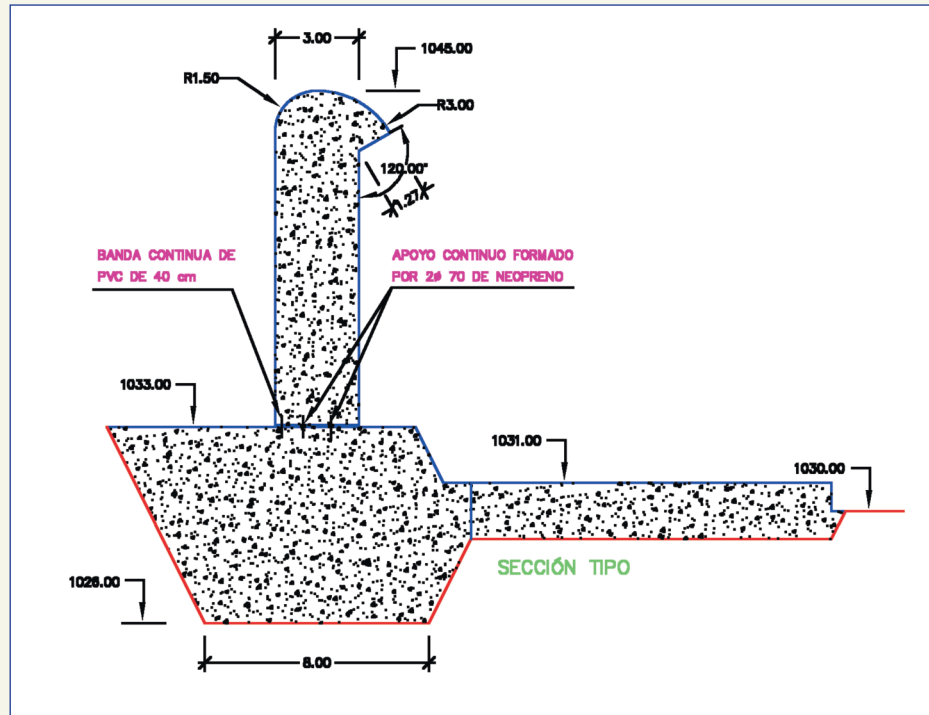
Este espejo de agua, además, cubrirá la zona en la que se están extrayendo los áridos utilizados para la fabricación de hormigones, generando una solución de gran valor ambiental al problema técnico inicial de regeneración de la amplia zona de extracción.

Es del tipo bóveda cilíndrica con junta en la base, tipología ésta que aunque ha sido poco empleada, posee una gran aplicabilidad en el caso de contemplar, en fase de proyecto, una presa arco de altura moderada.

Sirvan como ejemplos la ataguía de la presa de Santa Eulalia (Orense), la ataguía de la presa de El Atazar (Madrid), la presa de Edrada (Orense), la presa de Cerro Alarcón (Madrid), la de Los Altarejos (Sevilla) y la de Cabo (Pon-tevedra).

Todos los ejemplos comentados poseen una disposición similar, esto es, una bóveda cilíndrica, de generatrices verticales y espesor constante, que em-potra lateralmente en sendos estribos, y que apoya inferiormente, mediante una junta deslizante, en un zócalo que reparte las cargas al cimiento. La junta deslizante se materializa mediante un doble cordón de neopreno.

La presa de Los Vados se ubica, como se ha dicho, en la cola del embalse de Castrovido, en la parte inicial de un desfiladero situado al final de una plana aluvial del río Arlanza. En este desfiladero, bajo el suelo aluvial de unos 3 m de espesor medio, las formaciones geológicas predominantes son conglome-



rados y areniscas de edad Cretácica. Tanto las formaciones aluviales como la roca decomprimida y degradada se excavan para el apoyo del zócalo, que corona constituyendo una plataforma horizontal a cota 1033,00 m y con una altura máxima de 7 m.

Sobre el zócalo apoya la bóveda cilíndrica de generatrices verticales, de espesor constante de 3 m y una altura, constante también, de 12 m. La directriz es un arco de círculo de 90° de ángulo en una cuerda de 97 m. El radio resultante es de 70 m.

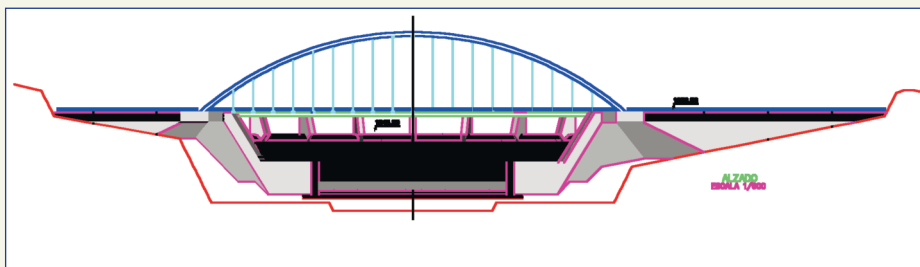
La junta deslizante se materializa mediante dos cordones de neopreno, continuos en todo el apoyo, de 70 mm de anchura cada uno. Por aguas arriba de éste se dispone de una banda water-stop.

La bóveda está compuesta por un total de 7 bloques delimitados por jun-

tas encofradas, verticales y de dirección radial, que se inyectan al objeto de dotar del necesario monolitismo a la estructura. A tal efecto se disponen los recintos de inyección, delimitados por bandas water-stop en los planos de junta y las consiguientes tuberías de inyección y purga.

La continuidad de la estructura se consigue lateralmente mediante el empotramiento de los bloques extremos de la bóveda en sendos estribos en contrafuerte. La posibilidad de disponer juntas deslizantes en dirección radial en los apoyos laterales de la bóveda (en su contacto con los estribos) se desechó debido a la esbeltez de los arcos, que son capaces de absorber los desequilibrios tensionales generados por el hiperestatismo del empotramiento. El empotramiento lateral confiere a la presa una seguridad global mayor.





Los estribos en contrafuerte poseen un talud de 2H/1V y cierran contra el propio talud de excavación lateral de la presa. Por el estribo izquierdo discurren los desagües de fondo mediante una doble conducción metálica circular de 1,00 m de diámetro, regulada y controlada desde una cámara alojada en el interior del citado estribo a la que se accede desde coronación.

El cierre hidráulico de la presa se consigue mediante dos aletas que se adelantan a cada estribo por aguas arriba y según la perpendicular a la dirección del cauce en el desfiladero. Estas aletas poseen una sección de gra-

vedad, con talud de 0,80H/1V en el paramento de aguas abajo.

Sobre la bóveda se dispone el aliviadero de la presa. En el vertedero se ha empleado un perfil curvo según dos alineaciones en arco de círculo y tangentes entre sí en el umbral del mismo, a la cota 1.045,00 m. Este perfil favorece la aireación inferior de la lámina, que en caída libre impacta contra una losa de protección, situada en prolongación, por aguas abajo, del zócalo y a cota 1.031,00 m.

El dimensionamiento del aliviadero se ha realizado partiendo de la condición de que la sección de control del

embalse la constituya, para niveles de agua en el embalse principal superiores a la 1.045,0 m, el aliviadero de la presa de Castrovido.

Así, el aliviadero de la presa de Los Vados se compone de 8 vanos de unos 13,90 m delimitados por pilas - tajamares que favorecen la aireación lateral de la lámina.

Tanto las aletas como las pilas - tajamares del aliviadero coronan a la cota 1.050,50 m, con lo que la altura de la presa, medida desde el punto más bajo de la cimentación, es de 24,50 m.

Asimismo, por la margen izquierda de la presa y atravesando la aleta del mismo lado, se dispone una escala de peces para ciprínidos.

Finalmente, el proyecto contempla la restitución de una Cañada Real, mediante la construcción de un puente arco, con tablero inferior (tipología "bou string") de 107 m de luz que salva el embalse de Los Vados, apoyado en los estribos de la presa. ♦

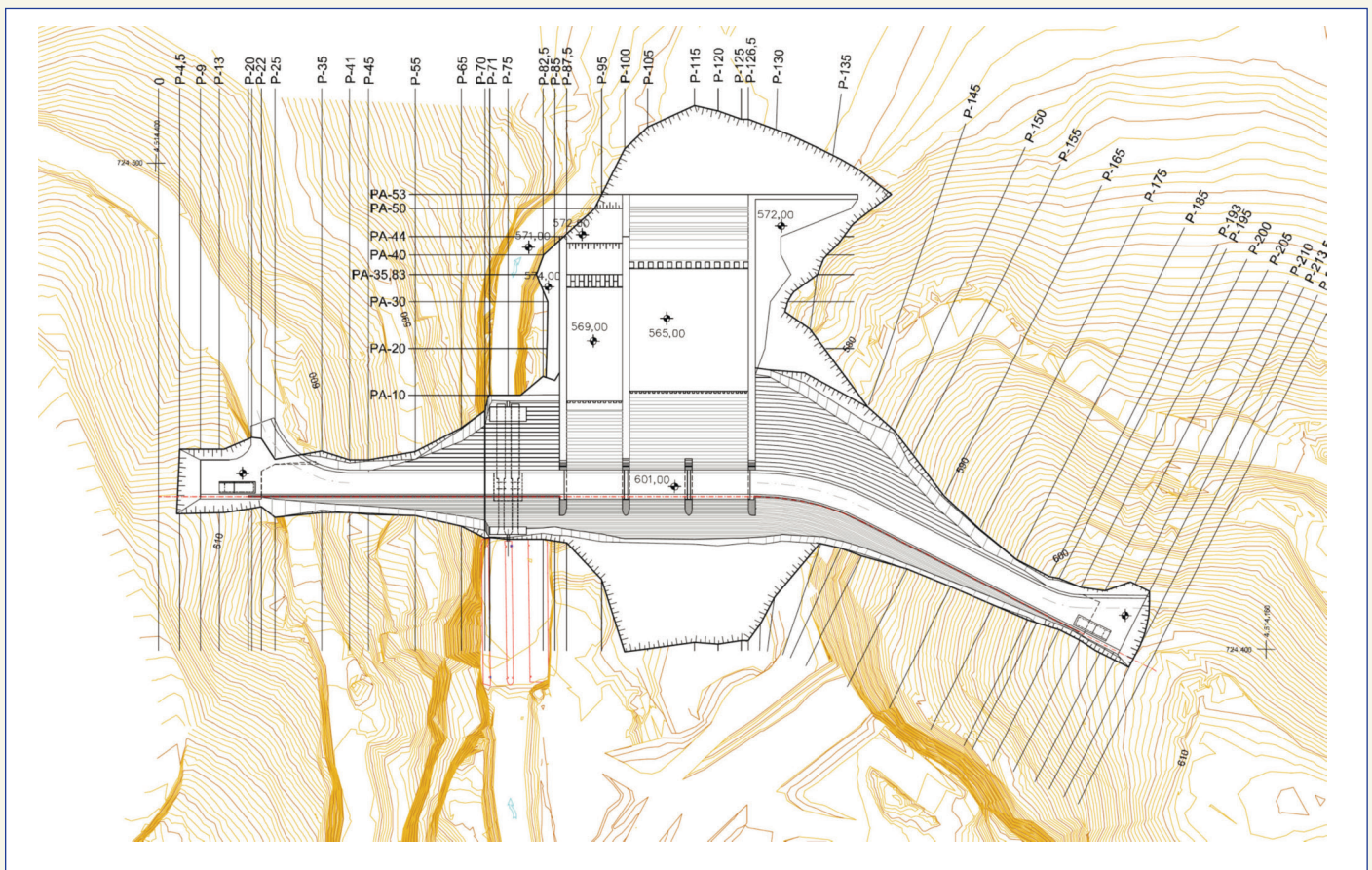
## — Presa del Puente de Santolea —

La presa del Puente de Santoles es una presa situada en la cola del actual embalse de Santolea, dentro del término municipal de Castellote, provincia de Teruel.

La presa se sitúa sobre la formación Utrillas, constituida por margas y arenas, que en la cerrada está recubierta por un paquete de conglomerados pertenecientes al Oligo-Mioceno que buza unos 30° hacia aguas abajo.

La presa, de gravedad, y planta curvilínea, se ejecutará con hormigón compactado. Su coronación se sitúa a la cota 601,00 m y la cimentación a la 557,00 m, por lo que tendrá una al-





tura máxima de 44 m. Cerrará un embalse de 17,7 hm<sup>3</sup>.

En lo que se refiere a sus taludes, se han previsto éstos con una inclinación 1(V):0,20(H) el de aguas arriba y 1(V):0,60(H) el de aguas abajo. La sección tipo dispone en su interior una galería perimetral con dimensiones adecuadas para poder realizar desde su interior los tratamientos del cimientó y acceder a la cámara de válvulas.

La presa estará formada por un total de 10 bloques de 20 m de anchura cada uno, si se exceptúa en el que se alojarán los desagües de fondo y que servirá como desvío del río, que tendrá 15 m.

Se ha previsto realizar un tratamiento de consolidación clásico del cimientó y una pantalla de impermeabilización que atraviesa el paquete de con-

glomerados. Al pie de aguas abajo del cuerpo de presa se ha previsto la ejecución de una fila de taladros de drenaje, separados entre sí 6 m, y, en los tres bloques centrales una segunda situada a 15 m de la anterior a base de taladros con la misma separación. La parte inferior de los taladros de ambas líneas quedarán siempre unos 3 m por encima del contacto entre ambas formaciones (conglomerados y formación Utrillas). La idea de esta última es la de disminuir las subpresiones bajo el cuenco amortiguador.

El aliviadero diseñado es de labio fijo con perfil USBR con la cota del umbral a la 596,00 m y con una longitud libre de vertido 36,00 m. La disipación de la energía del agua se ha llevado a cabo mediante un cuenco amortiguador tipo III según USBR.

El estudio de laminación de las avenidas de proyecto y extrema concluye que el agua alcanzaría, en el caso de presentación de la primera, la cota 599,46 m, desaguándose por el aliviadero en ese momento, un caudal máximo de 405,45 m<sup>3</sup>/s, lo que supone un caudal unitario de 11,26 m<sup>3</sup>/s/m. En el caso de la avenida extrema, esas mismas cifras serían 600,33 m, 563,78 m<sup>3</sup>/s y 15,63 m<sup>3</sup>/s/m, respectivamente.

En cuanto al cuenco amortiguador, para adaptar éste a la geometría de la cerrada, lo que se ha hecho ha sido en realidad diseñar dos con sus soleras situadas a diferentes cotas. Ambos son del tipo III del Bureau y pueden llegar a tener que funcionar con unos niveles de sumergencia del 100%. ♦