

SÍNTESIS DE LA ACTIVIDAD DE CONSTRUCCIÓN DE PRESAS EN ESPAÑA EN EL TRIENIO 2000-2002

SUMMARY OF DAM CONSTRUCTION ACTIVITY
IN SPAIN FROM 2000-2002

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 MARTÍNEZ. Ingeniero Técnico de Obras Públicas
Ministerio de Medio Ambiente. fsmartinez@mma.es

RESUMEN: Se describe en el artículo cual ha sido la actividad a nivel nacional en la construcción de presas en el trienio comprendido entre los años 2000 y 2002, así como la intervención de las empresas constructoras españolas, dentro de ese mismo campo, en el extranjero. Cabe destacar que sigue creciendo a buen ritmo el número de presas en construcción, así como el número de las ya construidas (del orden de 1450). De acuerdo con el número total de presas, mantiene España una posición de liderazgo a nivel Europeo (donde ocupa el 1er puesto) así como a nivel Mundial (5º puesto).

PALABRAS CLAVE: PRESAS, CONSTRUCCIÓN, CUENCAS HIDROGRÁFICAS, TIPOLOGÍAS, RECRECIMIENTOS, BALSAS.

ABSTRACT: The article describes dam construction work carried out in Spain over the three years from 2000-2002 and work undertaken abroad by Spanish construction companies in this same field. The article refers to the growing number of dams which have been completed (around 1450) and the increasing rate of those under construction. Spain is the leading country in Europe and holds fifth place in the world in terms of numbers of constructed dams.

KEYWORDS: DAMS, CONSTRUCTION, HYDROGRAPHIC BASINS, TYPES, COMPENSATING RESERVOIRS

INTRODUCCIÓN

Se plasma en este artículo la actividad presística en España en el trienio 2000-2002, período de tiempo correspondiente al intervalo transcurrido entre los Congresos Internacionales XX (Pekín) y XXI (Montreal) de Grandes Presas. Al igual que se ha hecho en los artículos que con ocasión de otros Monográficos sobre presas se han escrito en esta misma revista, se ha dividido éste en dos partes claramente diferenciadas. En la primera 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 cuya construcción con-

tinúa en la actualidad o ha finalizado en el trienio. En cada una de las fichas se describe, de manera sintética, su tipología, geología, y algunos otros datos de interés.

Como ya se hiciera en el Monográfico anterior, el relativo al Congreso de Pekín, en el que se incluían como novedad los recrecimientos, en éste hemos considerado conveniente incluir y diferenciar los diques de cierre de algunas balsas, debido a que muchos de ellos cumplen los criterios incluidos en el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses para ser considerados como Grandes Presas, bien por su altura, Clasificación en función del Riesgo Potencial, volumen de la balsa que cierran, características del cemento, etc.



Como hito destacable dentro del trienio, cabe destacar sin duda la aprobación del Plan Hidrológico Nacional, en cuyo Anexo II figuran gran número de las presas que se están construyendo en la actualidad, así como otras que se construirán en el futuro años y que, como consecuencia, se irán incluyendo en los números de la revista Monográficos relativos a los próximos Congresos.

Habrá que pensar también incluir en el futuro las rehabilitaciones y las grandes reparaciones que se vayan llevando a cabo en las presas, debido al elevado grado de envejecimiento de las aproximadamente 1.450 de que disponemos. En el año 2002, aproximadamente un 25% de ellas llevaba más de 50 años de servicio, y un 60%, más de 30 años en funcionamiento.

PRESAS EN CONSTRUCCIÓN

En el momento de concluir este artículo, en el período analizado se encontraban en construcción un total de 28

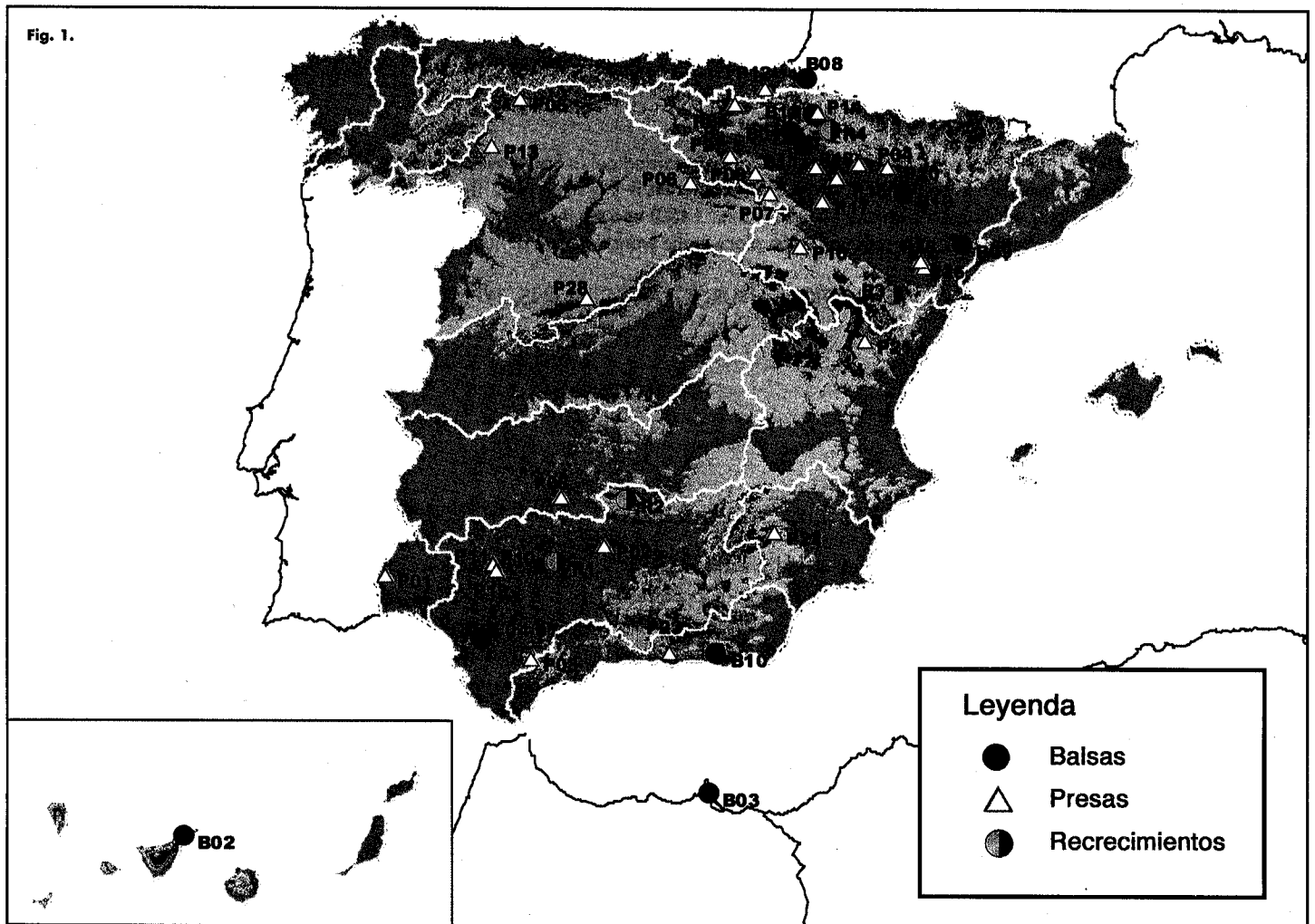


TABLA 1. PRESAS EN CONSTRUCCIÓN									
	Nombre	Río	Cuenca	Provincia	Propietario	Tipo	Altura	Capacidad	Destino
1	Andévalo	Malagón	Guadiana	Huelva	Estado	E	70,0	600,0	G
2	Arenoso	Arenoso	Guadalquivir	Córdoba	Estado	E	80,0	160,0	
3	Arroyo del Fresnillo	Arroyo del Fresnillo	Guadalquivir	Cádiz	Junta Andalucía	G	25,2	0,27	S
4	Biscarrués	Gállego	Ebro	Huesca/Zaragoza	Estado	T	84,0	192,0	I
5	Casares de Arbas	Casares	Duero	León	Estado	AG	52,0	37,0	G
6	Castrovido	Arlanza	Duero	Burgos	Estado	G	95,5	82,00	F
7	Cigudosa-Valdeprado	Alhama	Ebro	Soria	Estado	HC	65,5	41,80	F
8	Colada, La	Guadamatilla	Guadiana	Córdoba	Estado	AG	48,5	57,7	S
9	Enelso	Cidacos	Ebro	Logroño	Gob. Rioja	HC	103,5	48,0	I/B/S
10	Esparragal	Viar	Guadalquivir	Sevilla	Estado	HC	21,0	4,5	
11	Gargantafría	Arroyo Gargantafría	Guadalquivir	Sevilla	Estado	G	16,5	0,2	
12	Ibiur	Ibiur	Norte	Gipúzcoa	Estado	G	69,5	7,5	S
13	Iruña	Agueda	Duero	Salamanca	Estado	AG	68,5	122,5	G/S
14	Itoiz	Irañ	Ebro	Navarra	Estado	G	128,0	418,0	I/S/H
15	Laverné	-	Ebro	Zaragoza	Estado	T	54,3	37,8	G
16	Lechago	Jiloca	Ebro	Zaragoza	Estado	E	74,0	18,8	G
17	Loteia	Carrizal	Ebro	Zaragoza	Estado	T	29,0	96,7	F
18	Malvecino	-	Ebro	Zaragoza	Estado	T	28,0	7,0	G
19	Melonares	Viar	Guadalquivir	Sevilla	Estado	AG	50,0	180,4	S
20	Montearagón	Flumen	Ebro	Huesca	Estado	AG	78,0	51,5	I/S
21	Mora de Rubielos	Tosquillas	Júcar	Teruel	Estado	E	35,0	1,0	F
22	Risca, La	Alharabe	Segura	Murcia	Estado	G	26,9	2,3	I/C
23	Rules	Guadaleo	Sur	Granada	Estado	G	130,0	117,1	Z
24	Trapa, La	Barranco Val de Jaime	Ebro	Zaragoza	Estado	T	15,0	1,0	F
25	Ullibarri-Arrazua	Arroyo Iburichu	Ebro	Alava	Diputación Foral	T	44,0	7,2	F
26	Val Comuna	Barranco Val Comuna	Ebro	Zaragoza-Teruel	Estado	T	35,0	2,2	F
27	Yalde	Yalde	Ebro	Logroño	Gob. Rioja	T	55,0	3,58	G/S
28	Zorita de los Molinos	Adaja	Duero	Ávila	Estado	AG	22,0	0,36	F

SIGLAS UTILIZADAS

Tipo:	HC: Hormigón Compactado	Destino
A: Arco	T: Tienos	G: Defensa de Crecidas
B: Bóveda		F: Riegos/Abastecimiento
E: Escollera		G: Regulación/Riegos
G: Gravedad		HI: Energía
		S: Abastecimiento
		Z: Regulación/Riegos/Energía/Abastecimiento

presas (Tabla 1) de diferentes tipologías, excepto bóvedas:

De Fábrica:

- Hormigón Convencional:12
- Hormigón Compactado:3

Materiales Suelos:

- Núcleo Central:10
- Homogénea:2
- Pantalla Asfáltica1

La mayoría de ellas pertenecen al Estado, distribuyéndose de la siguiente forma por cuencas hidrográficas (Fig. 1):

13 en el Ebro, 5 en el Guadalquivir, 3 en el Duero, 2 en el Guadiana, y 1 en las cuencas del Júcar, Segura, Norte y Sur de España.

DIQUES DE CIERRE DE BALSAS

La dificultad que actualmente supone la construcción de presas en ciertas zonas del país, básicamente por la oposición de grupos ecologistas y por motivos medio-ambientales, la inexistencia de cerradas adecuadas en otras, la necesidad de regulación de los caudales circulantes por los canales existentes y la cada vez mayor preferencia a disponer el agua más próxima al lugar de su utilización, ha dado lugar

TABLA 2. DIQUES DE CIERRE DE BALSAS

	Nombre	Tipo	Clasific.	Comunidad Autónoma	Cuenca	Provincia	Propietario	Altura del dique (m)	Capacidad de la Balsa (Hm ³)	Destino
1	Artajona	Mat. Suelos		Navarra	Ebro	Navarra	Canal de Navarra	45,5	2,0	G
2	Bediesta	Mat. Suelos Lamina PVC	A	Canarias		Canarias	Estado	39,5	0,17	I
3	Arroyo de las Adelfas	Pantalla Asfáltica	A	Melilla	Sur	Melilla	Estado	35,0	0,36	S
4	Lebrija - Dique 1	Mat. Suelos	A	Andalucía	Guadalquivir	Sevilla	Estado	10,5	8,0	G
5	Lebrija - Dique 2	Mat. Suelos	A	Andalucía	Guadalquivir	Sevilla	Estado	7,0	8,0	G
6	Lebrija - Dique 3	Mat. Suelos	A	Andalucía	Guadalquivir	Sevilla	Estado	8,6	8,0	G
7	Lebrija - Dique 4	Mat. Suelos	A	Andalucía	Guadalquivir	Sevilla	Estado	2,5	8,0	G
8	Monreal	Gravedad	A	Navarra	Ebro	Navarra	Canal de Navarra	21,9	0,57	G
9	Palma d'Ebre	Mat. Suelos	A	Cataluña	Ebro	Tarragona	Generalitat de Cataluña	29,7	1,3	F
10	Pantaneja de Celín	Mat. Suelos Lamina PVC	B	Andalucía	Sur	Almería	Estado	28,5	0,1	Recarga Acuíferos
11	Pirillas	Mat. Suelos		Navarra	Ebro	Navarra	Canal de Navarra	35,5	1,6	G
12	Villaveja	Mat. Suelos		Navarra	Ebro	Navarra	Canal de Navarra	44,3	5,3	G
13	Balsa del Flumen	Pantalla Asfáltica	C	Aragón	Ebro	Zaragoza	Estado	18,0	0,35	G

en el trienio a una importante actividad de construcción de balsas de cierta entidad, de importante volumen, algunos de cuyos diques de cierre, como ya hemos indicado, y de acuerdo con el R.T.S.P.E., cabe calificar como de grandes presas.

En este sentido se incluyen en la Tabla 2 los diques de cierre de un total de 13 balsas que se encontraban en ejecución en el trienio, describiéndose con más detalle en las fichas un par de ellos, el de la Balsa del Arroyo de las Adelfas (Melilla), y el de la balsa de Bediesta (Isla de la Palma). Los correspondientes a la Balsa de Lebrija (Sevilla), por su singularidad, porque se han construido sobre suelos muy blandos, se describen con mayor detalle en otro artículo de la revista.

Presentan las siguientes tipologías:

Gravedad:1

Materiales Suelos:

- Núcleo u Homogéneas: 8
- Con Pantalla Asfáltica: 2
- Con Geomembrana: 2

distribuyéndose por cuencas hidrográficas de la forma siguiente: 6 en el Ebro, 4 en el Guadalquivir, 2 en el Sur de España y 1 en las Islas Canarias.

RECRECIMIENTOS

Al ir agotándose las cerradas de mejores características geológico-hidráulico-geotécnicas y/o al aumentar las demandas de las zonas situadas aguas abajo de un gran número de embalses, una solución a este problema ha sido el de comenzar a recrecer un gran número de presas existentes (Tabla 3).

TABLA 3. RECRECIMIENTOS

	Nombre	Comunidad Autónoma	Cuenca	Provincia	Propietario	Altura del recrecimiento (m)	Aumento de Capacidad (Hm ³)	Destino
1	La Breña II	Andalucía	Guadalquivir	Huelva	Estado	71	698	S
2	Monfaro	Andalucía	Guadalquivir	Ciudad Real	Estado	60	67	UI/S
3	Santaes	Aragón	Ebro	Teruel	Estado	16	63	Z
4	Yesa	Aragón	Ebro	Navarra	Estado	38	1050	Z

TABLA 4. ACTIVIDAD DE LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS ESPAÑOLAS EN EL EXTRANJERO

	Nombre	País	Propietario	Constructor	Tipo	Altura (m)	Volumen Presa (Hm ³)	Destino
1	Alqueva	Portugal	Electricidade de Portugal	Dragados-Nesco-Somague-Bento Pedroso	Arco-Gravedad De Hormigón Convencional	96	1,1	I/S/H
2	Beni Haroun	Argelia	Ministere de L'Équipement	Dragados	Gravedad de Hormigón Compactado	118	1,9	I/S
3	Caruacchi	Venezuela	EDELCA	Dragados-ICA	Gravedad de Hormigón Compactado	79	1,7	H
4	Dukeko	Chile	Iberoamericana de Energía	Nesco	Materiales Suelos	15	0,06	H
5	Gilgel-Gibe	Etiopia	Etiopian Electric Power Corporation	Nesco-Saline d'Italia	Materiales Suelos (Escollera)	40	3,0	I/H
6	Maguaca	República Dominicana	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	Ferrovial-Agroman	Materiales Suelos	31	0,05	F
7	Monción	República Dominicana	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	Ferrovial-Agroman	Materiales Suelos	122	2,9	Z
8	Monción	República Dominicana	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	Ferrovial-Agroman	Gravedad (Hard Fill)	28	0,2	Z
9	Monción	República Dominicana	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	Ferrovial-Agroman	Materiales Suelos	28	0,5	Z
10	Porce II	Colombia	Empresas Públicas de Medellín	Dragados	Gravedad de Hormigón Compactado	123	1,45	H
11	Sa Stria	Cerdeña	Consorcio di Bonifica de la Sardegna Meridionale	Dragados/FCC/Grande Labori	Hormigón Compactado	87	0,51	I/S/H
12	Villalpando	República Dominicana	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos	Ferrovial-Agroman	Gravedad de Hormigón Compactado	12 - 830 m de Longitud	0,1	I

Es el caso de la Presa de Yesa, actualmente en ejecución, y que consiste en el apoyo de una nueva presa sobre la existente. Otro ejemplo es el de la Breña II, aunque se trata en este caso de una presa exenta.

A punto de licitarse se encuentran los de la Presa de Montoro —aunque realmente se trata del recrecimiento de un embalse más que de una presa, al ser la nueva una exenta y el de Santolea (Adosada a la existente).

ACTIVIDAD DE EMPRESAS ESPAÑOLAS EN EL EXTRANJERO

En el anterior Monográfico se incluyó este apartado considerando que era una importante aportación de las empresas constructoras Españolas a la actividad presística internacional, además de ser obras de gran relevancia y muy referenciadas en Congresos o Simposios Internacionales. Ejemplos claros eran las presas de Beni-Haroun (En Argelia y record de qué), Porce II (Colombia), Caruacchi (Venezuela), Alqueva, en el Guadiana frontera con Portugal

Tal y como se observa en la Tabla 4, durante el trienio se ha continuado con la construcción de algunas de las presas anteriores, habiéndose comenzado y finalizado otras.

FICHAS TÉCNICAS

Se recogen a continuación un total de 13 fichas técnicas de algunas de las presas y diques de cierre de balsas que se 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: Balsa de las Adelfas, Presa del Arroyo del Fresnillo (o presa de Grazalema), Balsa de Bediesta, Presa de Biscarrues, Presa de Casares, Presa de Castrovido, Presa El Esparragal, Presa La Trapa, Presa de La Colada, Presa de Laverne, Presa de Valcomuna, Presa de Yalde, Recrecimiento de la Presa de Yesa.

BALSA DE LAS ADELAS



La Balsa del Barranco de las Adelfas, en Melilla, forma parte de la futura infraestructura básica del abastecimiento a dicha ciudad. La balsa se encargará de regular en el futuro las aportaciones por bombeo de una captación realizada en el río Oro.

La capacidad del embalse a su nivel normal (cota 102,5 m) es de 360.000 m³, y a nivel de su coronación (cota 104,0 m), de 410.000 m³.

La Balsa, con forma de pentágono irregular y vértices redondeados, se encaja dentro de la mencionada vaguada, cerrándose su parte inferior mediante un dique de 165 m de longitud de coronación y 35 m de altura desde ésta hasta el punto más bajo de la superficie general del cimient. De acuerdo con el artículo 3.1. del

R.T.S.P.E, se trata, por lo tanto, de una gran presa.

Dicho dique está formado por el material todo-uno procedente de las excavaciones del vaso, disponiendo en su interior de un dren de base que enlaza con un dren-capa de regularización del elemento de impermeabilización situado en su paramento de aguas arriba: una pantalla asfáltica formada por una capa de binder de 6 cm y una capa impermeable de otros 6 cm. En lo que se refiere a los taludes se han dejado con una inclinación 1(V):2,8(H) el interior y 1(V):2,5(H) el exterior.

Tanto las paredes del vaso excavadas como el fondo del vaso están impermeabilizadas por una pantalla asfáltica similar.

En cuanto a la Geología del vaso de la balsa, cabe señalar que se corresponde con

las series carbonatadas superiores del Cuaternario y Pliocuaternario, constituidas por una *costra carbonatada de base* (calcarenitas de grano fino), *Caliches*, coincidiendo con los taludes de la balsa, y una *costra superior*, también formada por calcarenitas.

Como órganos de desagüe cuenta con un desagüe de fondo formado por dos conductos de 500 mm de diámetro, cerrados cada uno por una compuerta Bureau y una Howell-Bunger, y con un aliviadero. Con el embalse situado en su nivel normal, el caudal máximo evacuado por ambos conductos es de 2,65 m³/sg. El vaciado total de la balsa, empleando estos elementos, es de 46 horas.

El aliviadero se encuentra situado en las proximidades del estribo izquierdo del dique de cierre, y es de tipo frontal. ■

PRESA DEL ARROYO DEL FRESNILLO

La presa del Arroyo del Fresnillo se encuentra situada sobre el cauce del arroyo del mismo nombre, afluente por la margen derecha del río Guadalete, y aguas arriba de la localidad de Grazalema, provincia de Cádiz. El titular de la presa es la Mancomunidad de Municipios de la Sierra de Cádiz.

La presa es de tipo gravedad, con una altura sobre cimientos de 25.23 m y 20 m sobre el cauce del arroyo y 110 m de longitud de coronación. Un barranco lateral del embalse creado se cierra mediante un dique de materiales sueltos de núcleo central de 11 m de altura y 155 m de longitud de coronación.

La presa principal se ha construido con un talud vertical aguas arriba y con una inclinación 0,75(H):1(V) el de aguas abajo. En cuanto a los del dique lateral, son, respectivamente 3,5(H):1(V) y 2,5(H):1(V).

Los hormigones de la presa principal (unos 11.000 m³) se han fabricado macha-

cando los áridos de naturaleza caliza procedentes de las canteras de Almargen.

Para la ejecución del dique auxiliar se han empleado los materiales margo arcillosos procedentes de las excavaciones realizadas en el vaso. En lo que se refiere a la escollera de protección del paramento de aguas arriba del mismo, procedía de las excavaciones efectuadas en la presa principal (unos 12.000 m³).

El volumen de embalse creado por la presa principal y el dique es de unos 268.000 m³, destinándose el agua al abastecimiento de las localidades de Grazalema, Villaluenga del Rosario y Benaocaz, todas ellas en Cádiz.

La presa y el dique lateral fueron clasificados en función de su riesgo potencial por resolución de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, en la Categorías A y B, respectivamente.

El cimiento de ambas presas son las Calizas y Dolomías del Jurásico predomi-

nantes en toda la zona, las cuales presentan una carga de hundimiento del orden de 40 Kp/cm².

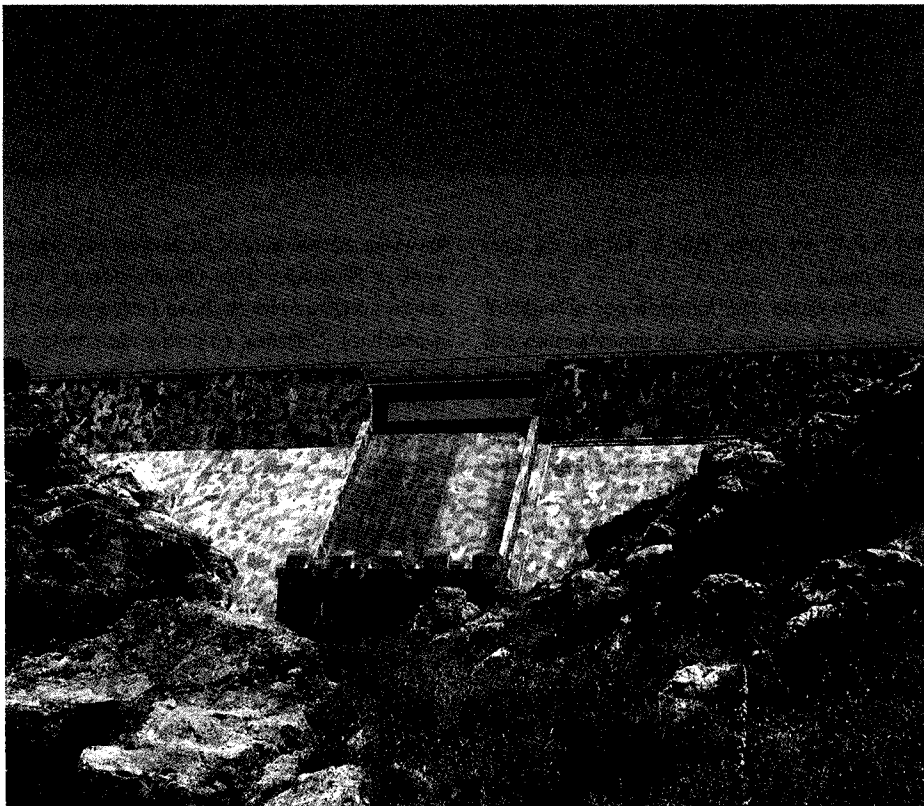
Como principal singularidad técnica de la presa cabe destacar la ejecución desde la presa y hacia aguas arriba, de una serie de losas apoyadas sobre las calizas con el principal objetivo de alargar lo máximo posible el camino de filtración de las aguas bajo la presa. El funcionamiento de este sistema durante el primer llenado no fue del todo satisfactorio (se alcanzó un caudal máximo de filtración de en torno a los 40 l/sg), motivando la realización de una campaña de inyecciones que finalmente redujo dicho caudal a un valor nulo.

La Cuenca de aportación tiene una superficie en el punto de cierre de 0,72 km², resultando como caudales punta de las avenidas para los diversos periodos de retorno, los siguientes:

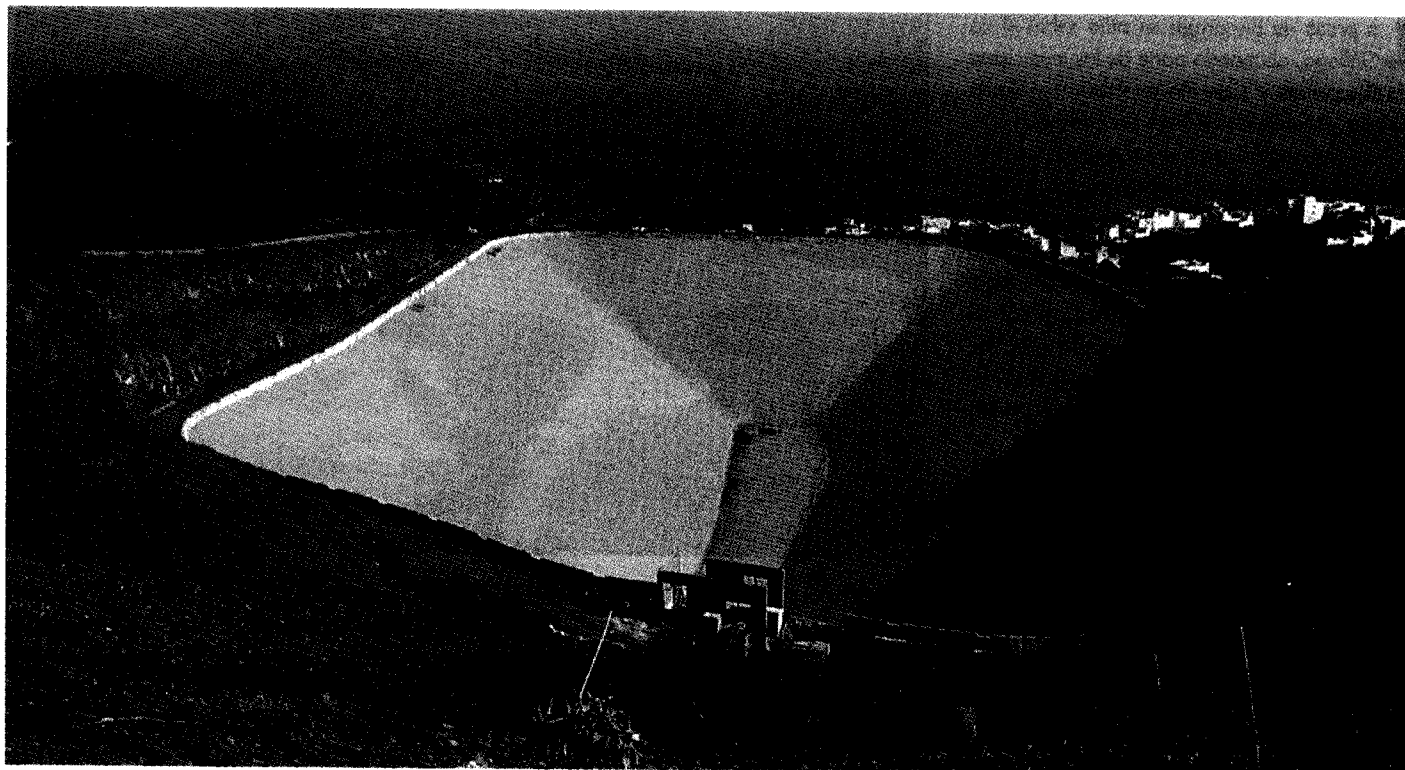
• T = 100 años:	22 m ³ /s
• T = 500 años:	30 m ³ /s
• T = 1.000 años:	34 m ³ /s
• T = 10.000 años:	46 m ³ /s

Como órganos de desagüe, la presa dispone de un aliviadero situado en su parte central, de un solo vano de 11,30 m de longitud y capacidad de evacuación máxima de 100 m³/sg, y de dos desagües de fondo de 300 mm de diámetro cerrados por dos válvulas de compuerta.

Con respecto a aspectos medioambientales relevantes, cabe señalar que se ha intentado lograr una alta integración paisajística de la presa en la zona, mimetizando el paramento de aguas abajo de la presa principal mediante diversas pinturas, tal y como se muestra en la fotografía. Por el mismo motivo, se ha forrado de tierra vegetal y se ha sembrado con diversas especies autóctonas el paramento de aguas abajo del dique auxiliar. Igualmente, a todos los muros y barandillas de presa e instalaciones se les ha dado aspecto rupestre. ■



BALSA DE BEDIESTA



La Balsa de Bediesta se encuentra situada al pie de la de Adeyahamen, y para encajarla en el terreno existente ha sido preciso excavar, previamente, al pie de esta última, de manera que la altura de su dique de cierre de aguas abajo ha aumentado en más de un 60% (ha pasado de 30 a 50 m). Ambas balsas se nutren gracias a los caudales que aportan los nacientes de Marcos Cordero y Caldera de Marcos, todos ellos situados a una altitud de 1400 m, localizándose la balsa de Bediesta entre las cotas 300 y 329 m.

El vaso tiene unas dimensiones en coronación aproximadas de 220x120 m que en el fondo pasan a ser de 80x15 m; en cuanto a su capacidad, es del orden de 170.000 m³. Aguas abajo se cierra por una presa de 8 m de anchura de coronación, 23 m de altura desde el fondo del vaso y 39,5 m desde el punto más bajo de la superficie general de sus cimientos. Dicho dique, de acuerdo con sus dimensiones y según el artículo 3.1. del R.T.S.P.E, tiene categoría de gran presa, ha-

biéndose clasificado en función de su riesgo potencial en la Categoría A.

Como tal presa, es de tipo homogéneo con taludes 1(V):2(H), y se encuentra apoyada de forma escalonada sobre el terreno existente, dada la elevada pendiente transversal del fondo del barranco, alrededor de un 14%; dispone en su eje de un dren chimenea conectado a otro de pie, el cual acaba en el paramento de aguas abajo en un tacón de escollera.

El sistema de impermeabilización de la balsa consiste en una lamina de P.V.C. reforzada con fibras de poliéster, de 1.5 mm de espesor, anclada a tres niveles: fondo del vaso, camino de servicio dispuesto en la coronación de la balsa y otro a mitad de su altura.

La balsa se enmarca dentro de los materiales típicos de la isla de la Palma: una alternancia de coladas basálticas, mantos piroclásticos y almárges, dispuestos con diferentes inclinaciones y espesores. Presentan como características básicas los primeros una elevada permeabilidad y un alto grado de fracturación. Solamente los niveles de almárges son más imper-

meables, pero son irregulares y con escasa continuidad lateral. En el fondo del barranco se acumula un pequeño espesor de materiales limo arcillosos que el proyecto define como depósitos de fondo de barranco.

Debido a las particularidades del sistema hidráulico constituido por ambas balsas, se ha diseñado un aliviadero con capacidad para evacuar un total de 6 m³/sg. Se trata de una arqueta situada en el estribo izquierdo del dique de cierre de aguas abajo, de 4 m de anchura, 1,40 m de profundidad y con su umbral de vertido a la cota 322,44 (m.n.n), y totalmente forrada por la lamina de impermeabilización.

En cuanto a los desagües de fondo se alojan en interior de una galería que atraviesa, adecuadamente empotrada en el terreno de cimentación, el cuerpo del dique de cierre. Tienen una longitud de unos 70 m, un 9% de pendiente, y un diámetro de 500 mm. El caudal máximo desaguado por ellos es de 0,85 m³/sg, lo que supone poder vaciar totalmente la balsa en menos de 2 días. ■

PRESA DE BISCARRUES

La presa de Biscarrúes se sitúa sobre el río Gállego, ocupando parte de los municipios de Biscarrúes y Concilio en Huesca y Santa Eulalia y Murillo de Gállego en Zaragoza.

La regulación proporcionada por el embalse de Biscarrúes asegurará los Riegos Tradicionales del Bajo Gállego y mantendrá los caudales mínimos en los Riegos del Alto Aragón, ampliando la dotación de los regadíos existentes. Como beneficios adicionales, la presa incrementará la capacidad de laminación de avenidas de los embalses actualmente existentes en el Gállego y creará un importante salto hidroeléctrico.

La geología de la cerrada esta formada por un material terciario muy impermeable, constituido por arcillas y margas, junto con niveles de arenas de poco espesor, estando las laderas formadas por importantes terrazas aluviales.

La presa tiene una cuenca de 1.964,5 km² teniendo unas avenidas de de 2.228 m³/s para T = 1.000 años y 2.884 m³/s para T = 10.000 años. Su nivel máximo normal se situará en la cota 480.25 m, al cual tendrá una capacidad de embalse de 192 hm³, ocupando una superficie de 923 hectáreas. La presa poseerá una altura sobre el cauce de 72 metros y una altura sobre cimientos de 84 m.

La presa es de materiales sueltos zonificada, de sección trapezoidal, constituida por un núcleo impermeable de arcilla y espaldones de gravas. El espaldón aguas arriba es

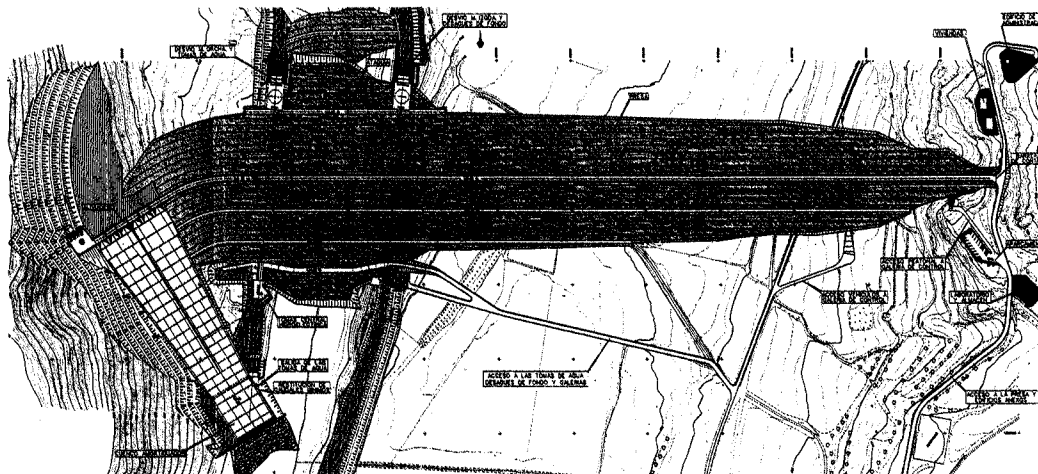


permeable y el de aguas abajo es semipermeable, disponiendo entre las capas de los correspondientes filtros y capas de transición. El paramento aguas arriba se protegerá con una capa de bolos de 1.5 m de espesor y el de aguas abajo se protegerá de la erosión mediante hidrosiembras. Los taludes de ambos paramentos serán de 1,8 / 1,0. Cabe destacar que, según lo proyectado, la atagüa se incorporará al cuerpo de presa.

La planta es recta, salvo una porción en la margen derecha, donde se curva hacia aguas abajo para permitir el anclaje del aliviadero, el cual ha sido diseñado para una capacidad de 2.100 m³/s. Esta formado

por un canal de alimentación, un vertedero de HCR de 190.000 m³ y una altura de 35.5 metros. Sobre el azud se instalarán seis vanos de 12.5 metros regulados por compuertas Taintor de acero de 12.5 x 4 m, diseñadas para un vertido de 1.75 m. Después de una conducción de descarga, el aliviadero finaliza en un cuenco amortiguador de 65 metros.

Los desagües de fondo estarán situados en la galería de desvío de la margen izquierda, al igual que las tomas de aguas. La estructura de toma tiene una planta octogonal de 14 m de altura y 7.45 m de lado, que alberga los elementos de toma de los desagües de fondo y de las tomas de agua para riego y para la central hidroeléctrica. Los desagües de fondo están formados por 2 conductos rectangulares de 1,50 x 2,20 hasta llegar a la cámara de las válvulas Bureau. A partir de ese punto el agua circulará en lámina libre aprovechando el desvío del río, la capacidad de los desagües es de 149 m³/s, dejando solo un embalse muerto de 2 Hm³. Las tomas de agua, situadas en la misma estructura, tienen una capacidad de 88 m³/s. ■



PRESA DE CASARES DE ARBAS

La presa de Casares se construye para asegurar un caudal del río Bernesga a su paso por León. Por lo tanto su finalidad es principalmente medioambiental. Además, este embalse se utilizará para garantizar los caudales para refrigerar el agua que necesita la central térmica de La Robla.

La superficie de la cuenca vertiente es de 23,1 km², la aportación media anual es de 27 Hm³ a la que hay que sumar la aportación que se va a realizar del río Viadangos ya que las obras contemplan la



construcción de un trasvase del citado río. La superficie del embalse a nivel normal es de 280 Ha.

Geológicamente la cerrada presenta una alternancia de calizas y dolomías del Cámbrico. El vaso es de paisaje suave, ondulado y bastante uniforme ya que está formado por pizarras marrones meteorizadas del Carbonífero.

La presa es de arco gravedad de doble curvatura. La altura máxima sobre cimientos es de 52 metros, con una longitud de coronación es de 143,92 m y su anchura 8 metros. La cerrada es un estrechamiento en donde se podría haber ubicado una presa bóveda pero las bajas temperaturas de la zona (en un día normal puede haber variaciones de 20 °C) desaconsejan las esbelteces de esta tipología. El volumen aproximado de hormigón a emplear será de 34.500

m³. El volumen de la excavación ha sido aproximadamente de 18 000 m³.

El aliviadero consta de dos vanos de longitud 10 m cada uno de ellos. La tipología es de labio fijo y está situado a la cota 1297,6. La capacidad de desagüe es de 50 m³/s, para una altura de lámina de 1,20. La restitución al río se produce por caída libre.

Los desagües de fondo están formados por dos conductos de sección circular de diámetro 1.500 mm el cierre se realiza por compuerta vagón y válvula Howell-Bunger, la cota del eje del conducto está a la 1264 y la capacidad de desagüe es de 2 x 37.4 m³/s.

Durante la ejecución de la obra se están usando dos tipos de hormigones, uno de tamaño máximo de árido de 80 mm y el otro de tamaño máximo 40 mm, el cual se utiliza

en las zonas de galerías. Los áridos para la construcción del hormigón de la presa son de procedencia cuarcítica (canteras de Ciénega de Gordón).

El hormigón debe tener una resistencia de al menos 175 kg/cm², conteniendo 220 kg/m³ de conglomerante (50% cemento y 50% cenizas de la central térmica de la Robla). Hasta el momento, el día de producción máxima se vertieron 475 m³/día, siendo el rendimiento medio de 25 m³/h.

Los trabajos de excavación de la presa comenzaron en febrero de 2002 estando previsto finalizar la obra en abril del 2004. Cabe destacar que la obra cesa su actividad en los meses de diciembre y enero debido a las intensas nevadas y bajas temperaturas (no se utiliza ningún sistema para calentar áridos ningún aditivo especial en el hormigón). ■

PRESA DE CASTROVIDO

La presa se encuentra situada sobre el río Arlanza, dentro del término municipal de Salas de los Infantes, en Burgos. Sus usos principales serán el abastecimiento urbano, el riego, la generación de energía eléctrica y mantener un caudal ecológico adecuado a lo largo del río Arlanza.

La superficie de la cuenca vertiente es de 336 km², con una aptitud media de 154 Hm³. Los caudales de avenidas son de 624 m³/s y 800 m³/s para las avenidas de periodos de retorno 1.000 y 10.000 años respectivamente. La geología de la cerrada esta compuesta por formaciones arenosas, conglomeráticas y margosa limi-
fíticas, tránsito entre el Jurásico y el Cretácico.

La tipología de la presa es de gravedad de hormigón en masa convencional, siendo el talud aguas arriba mixtilíneo en su inicio, para ser vertical en la mayor parte del cuerpo de la presa, siendo el talud aguas abajo 0,8/1,0. La altura máxima sobre cimientos es de 95,5 metros, embalsando un total de 82 Hm³. La cota de coronación de la presa es la 1050, a la cual la longitud del cuerpo de la presa es de 532 metros, estando situado su nivel máximo normal a la cota 1043.

El aliviadero se encuentra situado de forma frontal en la presa, dispondrá de tres vanos regulados mediante compuertas Taintor, de 3 metros de alto por 6 de ancho, con una capacidad de desagüe de 376,8 m³/s.

El desagüe de fondo esta formado por dos conductos rectangulares (1,00 x 1,20) hasta la cámara de válvulas y desaguando en lámina libre en canal a partir de este punto. Dispondrá como elementos de cierre sendas compuestas Bureau y Taintor por conducto, con una capacidad total de 67,7 m³/s.

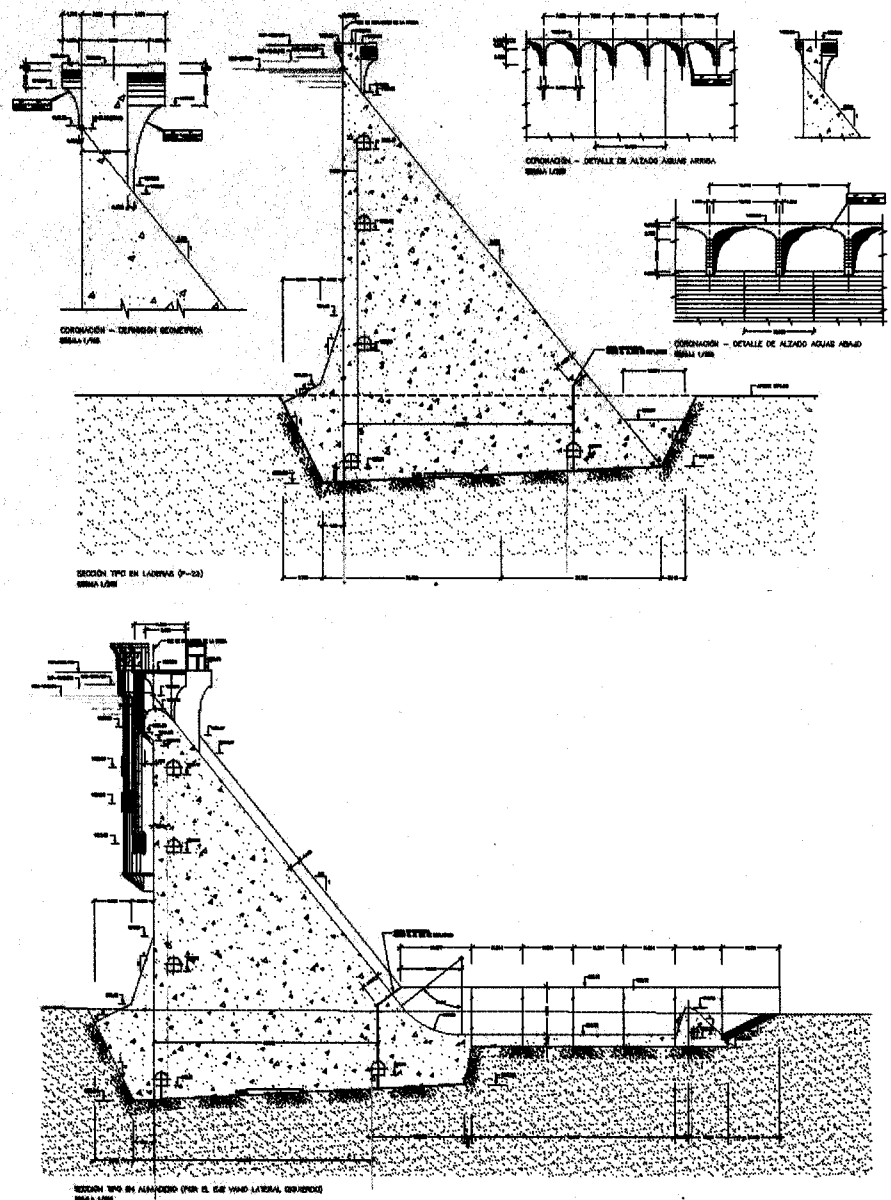
Existen también dos tomas de agua, una con dos conductos de 1,5 metros de diámetro, cerrada por dos válvulas Bureau y regulada mediante una válvula Howell-Bunger, con una capacidad total de 60 m³/s, y otra toma para la central hidroeléctrica, con un único conducto de 1,9 metros de diámetro que se bifurca en un conducto que descarga sobre el cuenco amortiguador y otro que alimenta a la central hidroeléctrica, la cual tendrá una producción media anual de 18 Gwh para un caudal de equipamiento de 11 m³/s.

En total, la presa tiene un volumen de 635.000 m³ de hormigón, el cual es del tipo

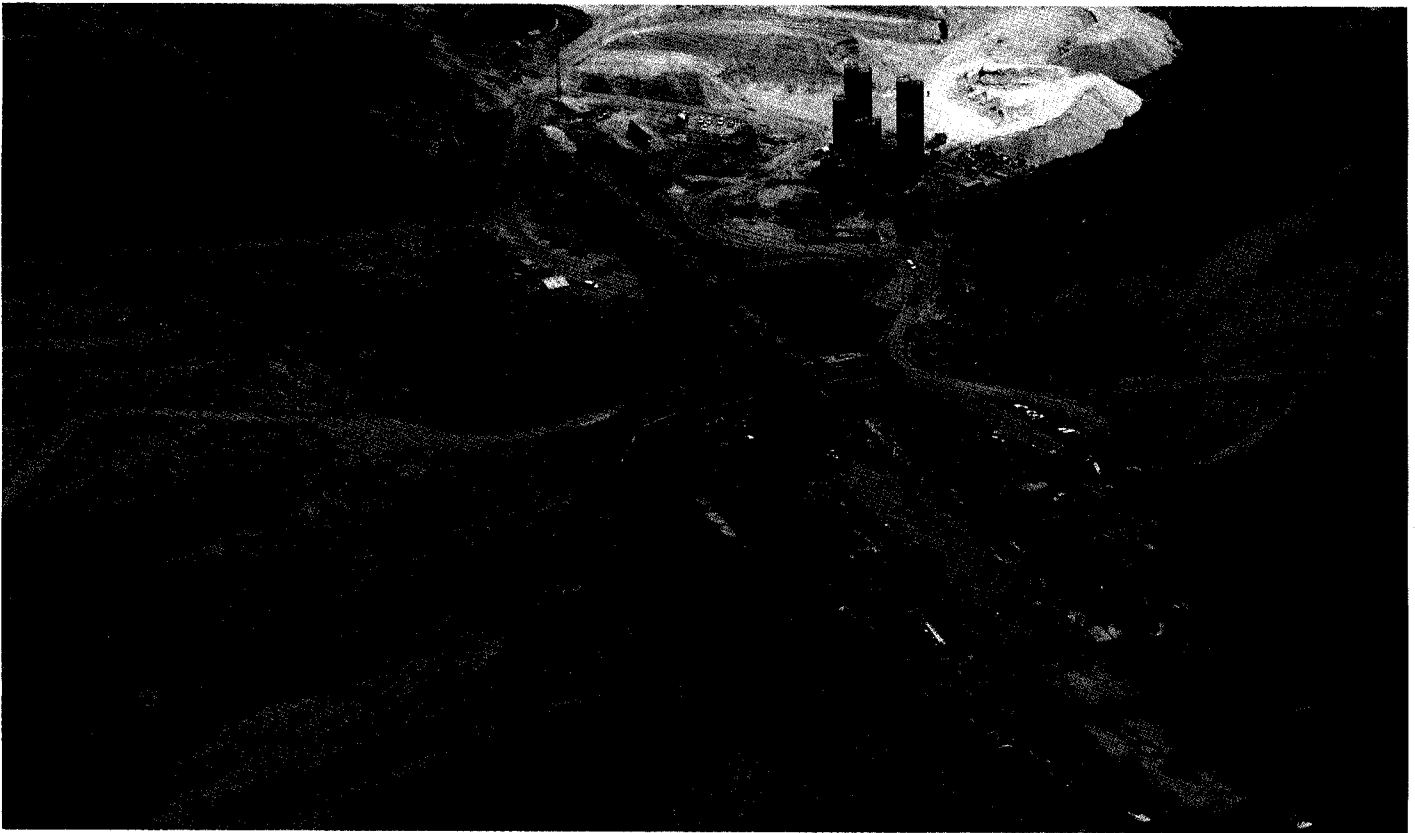
HM-15, procediendo los áridos de la cantera de calizas y material aluvial de Los Vados. El hormigón para estructuras es del tipo HA-25 con aceros B-500 S y B 400-S. La superficie de encofrados es de 67.000 m². Para ejecutar el proyecto se realizarán un total de 320.000 m³ de excavaciones.

Como obra complementaria se prevé la ejecución de una presa en la cola del embalse, con el fin limitar los efectos de las oscilaciones del ni-

vel de embalse. Esta presa, con una altura de 24,5 metros, se corresponde con una bóveda cilíndrica delgada, con una junta en la base, estribos contrafuertes y aletas laterales de cierre, la cual dispondrá de un aliviadero formado por 8 vanos de 12,4 metros cada uno, un desagüe de fondo con 2 conductos de 1 m de diámetro y una escala para peces situada en la margen izquierda, diseñada específicamente para el paso de la trucha. ■



PRESA DEL ESPARRAGAL



La presa del Esparragal forma parte del conjunto de medidas compensatorias y correctoras de impacto ambiental de la presa de Los Melonares. Es de gravedad de planta recta, con 391 m de longitud de coronación y altura máxima sobre cimientos de 21 m. Cierra un embalse de unos 4,5 Hm³ de capacidad. Fue clasificada en función del Riesgo potencial dentro de las de Categoría C.

Con un volumen aproximado de 75.000 m³ se ha construido mayoritariamente con hormigón compactado de 50 mm de tamaño máximo de árido. El perfil adoptado para la presa se aleja de los cánones clásicos debido a que en ciertas épocas del año va a funcionar parcialmente sumergida, de ahí, la singularidad de los taludes proyectados: 0,3(H):1(V) aguas arriba y 0,9(H):1(V) aguas abajo. Se han escalonado ambos paramentos por facilidad constructiva a base de escalones de 90 cm de altura (tres tongadas de compactado de 30 cm) y 81 cm de huella. En cuanto a la ci-

mentación, se ha dejado con una contrapendiente del 5%.

En la parte central, en la que se alojan el aliviadero y el trampolín de restitución de las aguas al río -de tipo sumergido-, se construyen también ambos elementos a base de hormigón convencional vibrado.

La impermeabilidad del cuerpo de presa se ha confiado tanto en el paramento de aguas arriba como en el de aguas abajo a un forro de hormigón de 30 a 50 cm de espesor a base GEVR, que se crea añadiendo al hormigón compactado un cierto volumen de lechada adicional para hacerlo vibrable.

Los materiales geológicos aflorantes en la zona de la cerrada son de tipo ígneo. La zona inundada se encuentra en su mayor parte compuesta por formaciones sedimentarias postorogénicas respecto a la orogenia Hercínica, y constituyen el relleno pérmico de la cuenca del río Viar.

La cerrada en la que se ubica la presa es amplia. Predominan en ella, en el estribo derecho, los conglomerados, en paquetes de varios metros de potencia. En el estribo izquierdo se distinguen Lutitas, Areniscas y Conglomerados, las cuales se suceden en estratos dispuestos de forma concordante, y de potencia variable.

El aliviadero, ubicado en la parte central de la presa, tiene trece vanos de 10 metros cada uno (130 metros de longitud) separados por pilas de 0.80 metros de ancho. El vertedero es de tipo Ogee (variante del Creager). La avenida de proyecto en el punto de ubicación de la presa es de 943 m³/s (corresponde a la de periodo de retorno de 100 años), y la extrema, 1200 m³/s.

Como desagüe de fondo dispone de dos conductos paralelos de 1,00 metros de diámetro con el eje situado a la cota 71.50 m.s.n.m, cerrados por dos válvulas Bureau de 80x100 cm. El caudal máximo evacuado por ellos, es del orden de los 18 m³/sg. ■

PRESA LA TRAPA



La presa de La Trapa se encuentra a unos 5,5 km al NE de Maella (Zaragoza), en la Val de Jaime. El embalse creado por ella está destinado a mejorar tanto el abastecimiento como las demandas de riego de la zona.

La presa se comenzó en octubre de 2002, encontrándose en la actualidad prácticamente finalizada. Su construcción se ha llevado a cabo con tierras seleccionadas extraídas de la excavación de la cimentación de la propia presa y del vaciado del propio vaso.

El área donde se sitúa el embalse se encuentra en la depresión terciaria del Ebro, en su borde meridional, con un sustrato rocoso a base de areniscas, limolitas y argilitas, recubierto por materiales cuaternarios a base de limos arcillosos y arcillas.

Caudales máximos de las avenidas de proyecto y extrema

AVENIDA	T (años)	Q punta (m ³ /s)
Proyecto	500	3,97
Extrema	5.000	8,53

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y MEDICIONES BÁSICAS

Altura sobre cauce:	12,70 m.
Tipo:	Materiales sueltos (Sección homogénea con dren vertical y manto drenante)
Longitud de coronación:	487 m.
Cotas básicas:	284,40 m. s.n.m. altura de coronación
Volumen de embalse:	1,0 Hm ³
Cuenca:	1,7km ²
Clasificación en función del riesgo potencial:	C
Volúmenes de excavación:	12.691 m ³
Volúmenes de materiales empleados:	153.422 m ³ de tierras seleccionadas 7.098 m ³ de escollera 15.803 m ³ material de filtro

ALIVIADERO

Tipo:	Labio fijo.
Anchura de toma:	3 m.
Numero de vanos:	1
Cota labio:	283,10 msnm.
Perfil umbral:	Creager
Capacidad del desagüe:	3,97 m ³ /s
Longitud de canal:	254 m.
Dimensiones del canal:	1,1m de altura x 2 m de anchura.

En lo que se refiere a órganos de desagüe, el de fondo se ubica a la cota 271,623 y consiste en dos conductos gemelos de acero de diámetro 400 mm, alojados en el interior de una galería visitable que cruza transversalmente la presa, cada uno de los cuales se cierra con dos válvulas de compuerta (seguridad y regulación).

Diámetro de los conductos:400 mm.
Longitud de los conductos:64m.
Capacidad máxima de un tubo: 0,95 m³/s.
Capacidad máxi. del desagüe: .1,90 m³/s.
Cota del eje tubo a la entrada: 271,752 m
Cota del eje tubo a la salida: . .271,613 m

En cuanto al aliviadero, está situado en el estribo izquierdo, es de labio fijo, y tienen una longitud de vertido de 3 m. ■

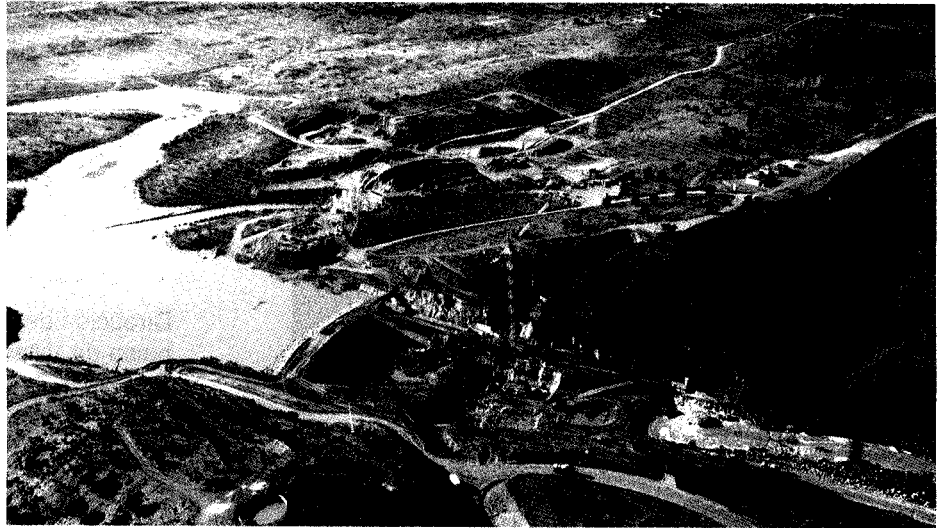
PRESA DE LA COLADA

Situada en el río Guadamatilla, términos municipales de El Viso, Belalcázar, Villaralto e Hinojosa del Duque, dentro de la provincia de Córdoba, el embalse tiene como objetivo fundamental el abastecimiento a los núcleos urbanos de la Comarca de Los Pedroches, en Córdoba.

La superficie de la cuenca del embalse es de 395.15 km², siendo su aportación anual media de 32 hm³. Los caudales punta de las avenidas de diseño de la presa son 712 m³/s y 1.018 m³/s para las avenidas de 500 y 10.000 años respectivamente. La zona de la cerrada donde se ubica la presa, se corresponde con rocas del Paleozoico, grauvacas y pizarras de facies Culm. La constitución geológica del vaso de embalse corresponde en su mayor parte a las granodioritas. Solo la parte del vaso cercana a la presa es de rocas Paleozoicas (grauvacas, etc) que han experimentado cierto metamorfismo.

La presa es del tipo arco-gravedad, con una longitud de 274 m en planta y una altura máxima sobre cimientos de 48,50 m. En el cuerpo de presa se distinguen dos secciones tipo diferentes, las correspondientes a los estribos y al aliviadero. La sección tipo de los estribos, coronada a la cota 478, presenta el paramento de agua arriba vertical. El de agua abajo se hace vertical por encima de la cota 474,50 y, entre las cotas 466,30 y 474,50, se dispone con talud 0,1/1. Desde esta última cota hasta cimentación presenta un talud 0,5/1. La sección tipo del aliviadero presenta, paramento de agua arriba vertical y talud de 0,5/1 en el paramento de agua abajo, a partir de su tangencia con el perfil Creager de vertido. La coronación de la presa tiene una anchura uniforme de 5 m, con dos aceras de 1,50 m de ancho. El volumen de embalse a cota 473,50 correspondiente a N.M.N. es de 57,69 Hm³.

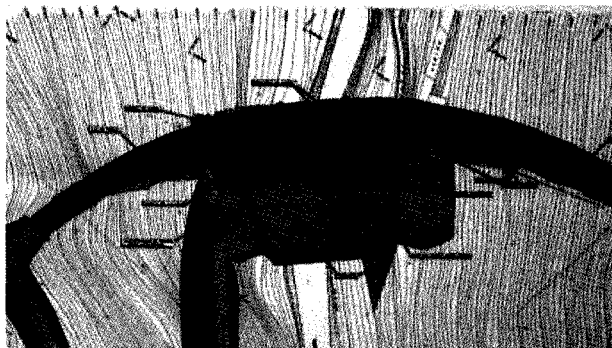
El vertedero consta de tres vanos, de labio fijo, de 18,00 m de longitud de vertido cada uno, con su umbral a la cota 473,50. La restitución al cau-



ce se realiza mediante un cuenco amortiguador de 25,00 m de longitud.

Los desagües de fondo de la presa se sitúan en los dos bloques centrales de la misma. Están formados por dos conductos circulares de 1,00 m de diámetro que se cierran mediante dos compuertas rectangulares deslizantes, tipo Bureau, cada uno. La restitución del agua al cauce se realiza mediante salida al cuenco amortiguador del aliviadero.

Para la construcción del cuerpo de la presa se utilizará hormigón vibrado de 175 kg/cm² de resistencia característica a 90 días. Los áridos necesarios se toman del árido del aluvial del río Guadamatilla en las proximidades de la Cerrada, dentro de la zona que quedará inundada con la puesta en carga del embalse.



Antes de la construcción de las obras, y para dar cumplimiento a la Declaración de Impacto Ambiental, se han realizado unos estudios de seguimiento y control de la población de grulla común y de nutria con el fin de establecer mediadas de protección durante la ejecución y explotación de las obras y determinar su futura incidencia sobre estas comunidades de significativo valor ecológico.

Por otra parte, en colaboración con los servicios ambientales de la Junta de Andalucía, se está desarrollando un plan para la recuperación de varios miles de encinas, que son trasladadas desde el vaso de embalse, previo cepellonado y escayolado, para su posterior trasplante. Están previstas además, otras actuaciones como la creación de islas naturales y la construcción de dos azudes en cola de embalse, que potenciarán la presencia de aves acuáticas y de la población invernante de grulla común.

Los tratamientos selvícolas y de repoblación forestal, la restauración de las vías pecuarias afectadas y la creación de dos áreas recreativas a orillas del embalse lograrán la adecuación ambiental de la actuación, sirviendo además para disfrute de vecinos y visitantes. ■

PRESA DE LAVERNE



Se trata de una presa de materiales sueltos, con núcleo impermeable de arcilla y espaldones de grava (glacis), complementada con una presa de collado y un dique de cierre de análogas características a la presa principal.

La presa tiene unos taludes inclinados 1(V):2,5(H), el de aguas arriba y 1(V):2,2(H) el de aguas abajo, con su coronación a la cota 403.8 m, longitud de ésta 528 m, y altura desde el punto más bajo de la superficie general de cimientos, 54 m. En lo que se refiere a los dos diques de cierre laterales, tienen unas alturas y longitudes de coronación de 14 m y 320 m, el situado en la margen izquierda, y 14,5 y 687 m, el de la derecha.

El embalse se alimenta de los caudales, (excedentes), derivados de la acequia "Sora", y tienen una capacidad de 38 Hm³.

Incluyendo los cierres de los collados, las mediciones básicas de la obra son las siguientes:

- Volumen de excavación585.000 m³
- Volumen del núcleo337.000 m³
- Volumen de espaldones .1.720.000 m³
- Volumen de drenes120.000 m³
- Volumen de filtros231.000 m³

Presa y Embalse se localizan en la cuenca Terciaria del Ebro, aflorando en ella materiales pertenecientes al Terciario Continental (Mioceno) y al Cuaternario. Los primeros están constituidos por arcillas rojizas y verdosas, con intercalaciones de areniscas silíceas, y espesores inferiores al metro. En cuanto al segundo, está formado por depósitos de glacis, coluviales y de fondo de valle (respectivamente: arenas arcillosas y gravas calcáreas, envueltas en matriz arenosa, cementada a veces por carbonatos -mallacán; arcillas, englobando cantos de areniscas y glacis, y arcillas ocres.

En lo que se refiere a los órganos de desagüe, dispone el embalse de un aliviadero de

labio fijo, lateral, situado en la cola de embalse, dotado de canal de descarga y zanja de desagüe, para conducir las aguas evacuadas a un barranco lateral. El caudal máximo desaguado por este elemento cuando entra en el embalse la avenida de proyecto (Q=20,1 m³/sg y 0,15 Hm³ de volumen) es de 16,20 m³/s.

El esquema hidráulico del desagüe de fondo responde a la tradicional estructura de toma situada aguas arriba de la presa, en donde se insertan los conductos de desagüe (rectangulares de 1x1,1 m aguas arriba de las válvulas de cierre y circulares de 1,1 m de diámetro después de ellas), que atraviesan la presa mediante una galería longitudinal. Las válvulas de cierre son de tipo Bureau mientras que las de regulación son de chorro hueco, tipo "Howell-Bunger". La capacidad máxima de evacuación de estos elementos es de 21,80 m³/s, lo cual permite vaciar totalmente el embalse en 20 días. ■

PRESA DE VALCOMUNA



El embalse en proyecto se encuentra a unos 3 km al NE de Mazaleón (Teruel) y a unos 6 km al S de Maella (Zaragoza), concretamente en la Val Comuna, afluente por la derecha del río Matarraña.

La presa se comenzó en agosto de 2002 y se ha previsto su construcción a base de tierras

seleccionadas que proceden de la excavación de la cimentación de la propia presa y por materiales procedentes del vaciado del propio vaso.

La sistemática para la puesta en obra ha consistido en:

a.- extender el material con trailla, en tres capas de 15 cm cada una.

- b.- el regado de su superficie con cuba.
- c.- el pisado mediante "pata cabra".
- d.- el paso de una motoniveladora para conseguir una superficie plana, y
- e.- el compactado mediante dos pasadas de ida y vuelta con un rodillo vibratorio.

Geológicamente, vaso y cerrada se encuentran en la parte meridional de la Cuenca Terciaria del Ebro, que en esta zona presenta materiales correspondientes al Terciario (Oligoceno y Mioceno), constituidos por lutitas carbonatadas con yesos, arcillas y calizas con niveles de arenas y arcillas ocreas.

Caudales y volúmenes de las avenidas de proyecto y extrema.

AVENIDA	T (años)	Q punta (m³/s)	Z max (msnm)
Proyecto	500	49,67	346,78
Extrema	5.000	71,53	346,95

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y MEDICIONES BÁSICAS

Altura sobre cauce:	.25 m.
Tipo:	Materiales sueltos (Sección homogénea con dren vertical y manto drenante)
Longitud de coronación:	.254 m
Volumen de embalse:	.2,2 Hm³
Cuenca:	.7,586 km² superficie cuenca aportante
Aportación media anual:	.71,9 Hm³ en el azud de derivación del río Matarraña.
Clasificación en función del riesgo potencial:	.B
Volúmenes de excavación:	.132.607,55 m³
Volúmenes de hormigón:	.1.181,25 m³ para el desagüe de fondo .2.017,60 m³ en el aliviadero
Volúmenes de materiales empleados:	.293.437,77 m³ de tierras seleccionadas .5.731,00 m³ de escollera .38.428,40 m³ material de filtro

ALIVIADERO

Tipo:	Labio fijo.
Anchura de toma:	35 m.
Numero de vanos:	1
Cota labio:	346 msnm.
Perfil umbral:	Creager
Capacidad del desagüe:	51,417 m³/s (346,80 msnm)
Longitud de canal:	156.50 m.
Dimensiones del canal:	2,5m de altura x 5 m de anchura.

En lo que se refiere a órganos de desagüe, los desagües de fondo se ubican a la cota 323,8 m y están constituidos por dos conductos gemelos de acero de diámetro 400 mm, que se alojan en una galería visitable que cruza transversalmente la presa.

Cada uno de los conductos consta además de una rejilla metálica rectangular a tres caras dispuesta en el origen de la embocadura y de una válvula de compuerta de seguridad y de otra de regulación de 400 mm de diámetro.

Longitud de los tubos: 115 m
Capacidad máxima de un tubo: 1,2 m³/s.
Capacidad máxima del desagüe: 2,12 m³/s.
Cota del eje tubo a la entrada: 323,907 m
Cota del eje tubo a la salida: 323,672 m

El aliviadero de superficie es de labio fijo con una luz de 35 m, y se encuentra situado en el macizo rocoso que constituye el estribo izquierdo de la presa, derivando las aguas por él evacuadas directamente al río Matarraña.

Se prevé la revegetación del paramento de aguas debajo de la presa. ■

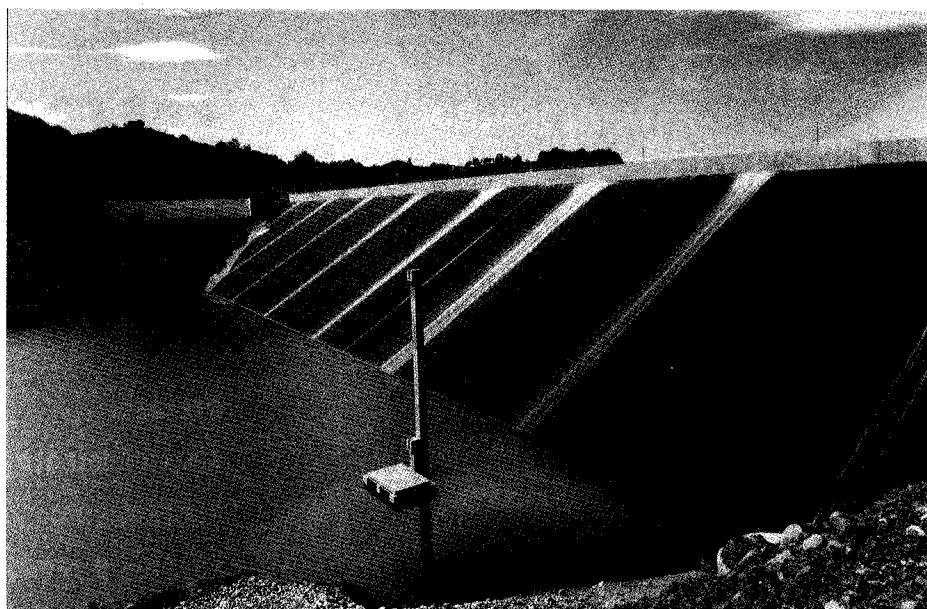
PRESA DEL YALDE

La presa del Yalde está situada sobre el río del mismo nombre en el T.M. de Castroviejo (Logroño). Su tipología es de materiales sueltos, con pantalla asfáltica. Su planta es recta, con una coronación de 413,5 m de longitud y 8,0 m de anchura y una altura máxima sobre cimientos de 51,5 m.

Cierra un embalse con un volumen útil de 3,58 Hm³, el cual permitirá regular un total de 5,02 Hm³/año para abastecimiento (1,04 Hm³/año), caudal ecológico (0,85 Hm³/año) y regadío (3,13 Hm³/año)

El cuerpo de la presa está constituido, dependiendo de las zonas, por gravas arenosas bien graduadas o gravas arcillosas con arenas procedentes todas ellas del aluvial del Yalde.

El elemento impermeable de la Presa consiste en una pantalla asfáltica formada por una capa de mástic de protección contra UV, una capa asfáltica impermeable de 8 cm de espesor, una capa de binder de 7 cm de espesor, con los correspondientes riegos de emulsión y adherencia, y una capa de zahorras de 20 cm de espesor. El conjunto de la pantalla apoya



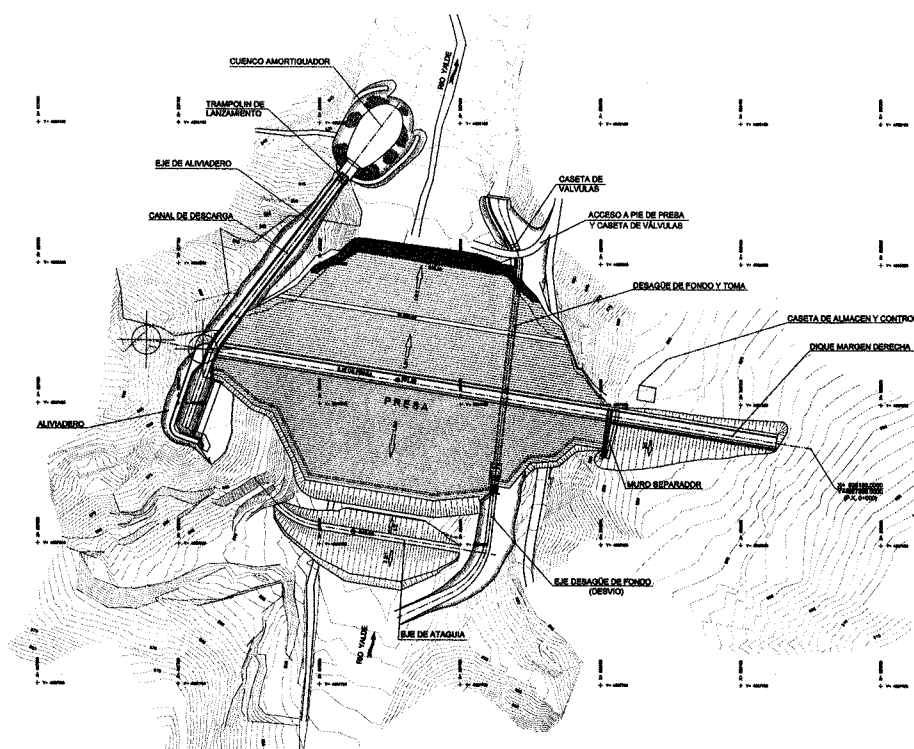
sobre una capa de transición compuesta por gravas y arenas graduadas de 3,0 m. de espesor horizontal que sirve también para el dre-

naje de posibles filtraciones. El pie de la pantalla conecta a lo largo del perímetro de la presa con un plinto de hormigón armado de 5,0 m. de ancho por 0,65 m. de espesor cimentado en roca sana y anclado a la misma.

El aliviadero se sitúa en la margen izquierda. Es de vertido lateral de labio fijo con 40,64 m. de longitud, lo cual permite evacuar, cuando entra en el embalse la avenida de proyecto, un total de 103,80 m³/s (186,50 m³/s en el caso de la PMF). Se compone de un canal de recepción de 38,0 m. de longitud, una transición de 10 m y un canal de descarga de 160,6 m, terminando en trampolín de lanzamiento sobre un cuenco preexcavado en el cauce.

El desagüe de fondo queda situado bajo la presa en la margen derecha del cauce. Se compone de dos conductos de 0,60 m de diámetro y 174,13 m de longitud. Cada uno dispone de una válvula de compuerta tipo Bureau para cierre, situada en la cámara de válvulas al comienzo de la conducción y otra Howell-Bunger para regulación al otro extremo.

Dispone, además, de tres tomas de agua a diferentes niveles desde una estructura torre, y una toma ecológica. ■



PRESA DE YESA

El recrecimiento de la Presa de Yesa consiste en la elevación de la cota de coronación de la presa actual (490,00 y 76,50 m de altura sobre cimientos) en unos 39 m (528,70 m y 116,70 m de altura sobre cimientos), produciendo un importante aumento de la capacidad de embalse, que pasa de los 470 Hm³ actuales a 1.525 Hm³.

El plazo de ejecución de las obras es de cincuenta y cinco (55) meses.

El recrecimiento se realizará mediante la construcción de una presa de materiales sueltos apoyada en la presa actual a 2/3 de la altura de ésta, a base de un cuerpo de gravas con una pantalla de hormigón armado como elemento impermeabilizador.

Las gravas procederán de un préstamo ubicado en la confluencia de los ríos Aragón y Esca, dentro del vaso del futuro embalse. Son gravas rodadas de caliza, de tamaño medio a grueso, con un volumen total, estimado de forma conservadora, de unos 8,6 millones de metros cúbicos, más del doble de las necesidades para la presa de gravas.

El talud de aguas arriba es el 1,5 (H):1,0 (V) y el de aguas abajo esta descompuesto en dos zonas: la más alta con el talud 1,6 (H):1,0 (V) y la restante con el 1,5 (H):1,0 (V), en la que existen dos bermas de 10 m de anchura, que ascienden desde el estribo derecho al estribo izquierdo con pendiente uniforme del 12 por ciento.



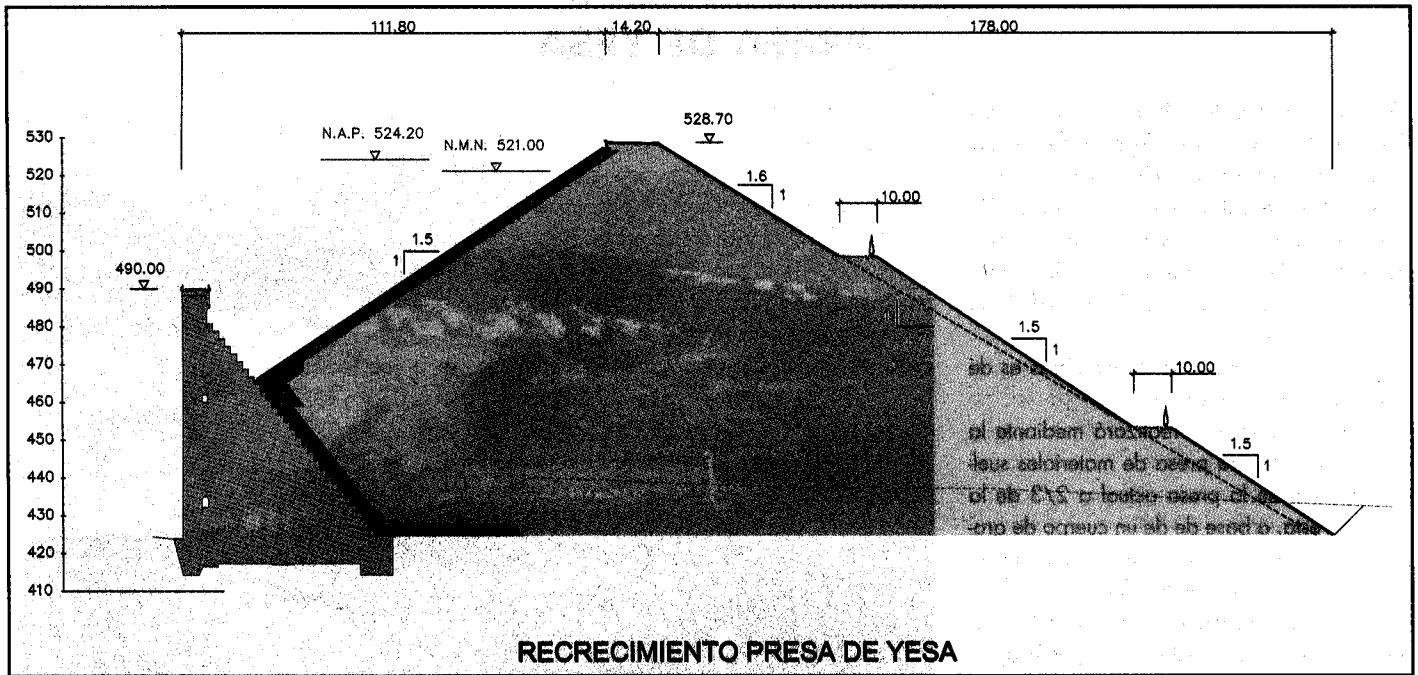
En lo que respecta a las condiciones geológicas de la cerrada cabe señalar lo siguiente. En la margen izquierda, el substrato rocoso, alternancia de areniscas y margas, presenta una estructura paralela a la ladera con buzamientos hacia el río de 35. Como media, el espesor de roca alterada oscila entre 10 y 15 m. En el fondo del valle la roca aparece sana en el cauce, prácticamente sin es-

pesor de acarreo. En cuanto a la margen derecha, desde la cota 490 hacia abajo hay un espesor hasta de 30 m de suelos coluviales, recubriendo un antiguo meandro fósil. El substrato rocoso presenta una estructura sinclinal suave, con buzamientos bajos hacia el interior. La roca se presenta sana bajo el recubrimiento de suelos. Desde la cota 490 hacia arriba desaparece el recubrimiento de suelos aflorando el macizo rocoso, que está formado por una alternancia de areniscas y margas, y cuya estructura se corresponde con el pliegue sinclinal. El macizo rocoso se presenta muy alterado en los primeros 20 m; por debajo de esta profundidad las margas se presentan con una alteración media, probablemente hasta el contacto con las margas masivas inferiores.

El vaso del embalse, excepción hecha de la zona de la cerrada, se encuentra sobre las formaciones de margas gris masivas del Eoceno Medio. Estas formaciones son totalmente impermeables y no presentan recubrimientos de suelos importantes, de forma que no se prevén problemas de permeabilidad ni de inestabilidad de importancia.

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS Y MEDICIONES BÁSICAS

LONGITUD DE CORONACIÓN	.504 m
N.A.P. (COTA AVENIDA DE PROYECTO)	.524,20 m
N.M.N. (COTA NIVEL MÁXIMO NORMAL)	.521,00 m
COTA DE CIMENTACIÓN	.412,00 m
CAPACIDAD ÚTIL DEL EMBALSE (N.M.N.)	.1.500 Hm ³
EMBALSE MUERTO	.25 Hm ³
VOLUMEN ANUAL REGULADO	.1.250 Hm ³
APORTACIÓN MEDIA	.1.322 Hm ³ /año
CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DEL RIESGO POTENCIAL	.A
VOLUMEN DE EXCAVACIÓN PARA CIMENTACIÓN DE LA PRESA	.1.465.895 m ³
VOLUMEN TOTAL DEL CUERPO DE PRESA	.4.393.690 m ³
SUPERFICIE DE PANTALLA DE HORMIGÓN	.43.973 m ²
LONGITUD DE LA JUNTA PERIMETRAL DEL PLINTO	.410,80 m



Entre los resultados más significativos del Estudio Hidrológico realizado cabe destacar los siguientes:

Superficie cuenca vertiente 2.170 km²
 Aportación media 1.322 Hm³/año
 Avenida de diseño (T=1.000 años) 3.848 m³/s
 Volumen Avenida de diseño 248 Hm³
 Avenida extrema (T=10.000 años) 4.833 m³/s
 Volumen Avenida extrema 356 Hm³

El aliviadero está situado en la ladera izquierda de la cerrada y aprovecha tres (3) de los cuatro (4) túneles existentes del aliviadero actual, conectándolos a unas estructuras de embocadura de tipo Morning Glory mediante pozos.

Las tres corolas son idénticas, con un diámetro en la cresta de 18,80 metros a la cota 521,00. La forma interior adoptada responde a un perfil tipo Bureau que llega a un diámetro interno de 6,54 m a la cota 495,86.

El cuarto túnel, que no se utiliza como aliviadero se ha previsto utilizarlo como desagüe de medio fondo.

Para el desagüe de fondo se prevé aprovechar la doble toma existente para la central de pie de presa, que nunca ha llegado a construirse. Los nuevos conductos, de 2,50 m

de diámetro, irán alojados posteriormente en una galería visitable empotrada en el terreno y que atraviesa totalmente el cuerpo de presa. La salida de aquella al cauce del río, se proyecta en trampolín. Como elemento disipador de energía se prevé un estanque amortiguador de 80 metros de largo por 26 de ancho en solera a la cota 420.

La principal singularidad técnica es el recrecimiento de una presa de hormigón con una de materiales sueltos, debiéndose mantener en todo momento el servicio al Canal de Bardenas, con el que se riega una importante

zona de más de 70.000 Ha, cuya explotación comenzó en el año 1.959.

También está contemplados en el proyecto, como consecuencia de su Declaración de Impacto Ambiental, un embalse de cola para reponer humedales, actuaciones arqueológicas, etnográficas y paleontológicas, la protección del cementerio de Sigües, el traslado de su Iglesia y los elementos singulares del pueblo, de las dos ermitas inundadas, la restauración de otras tres ermitas y la reposición del tramo del Camino de Santiago inundado. ■

CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES DEL ALIVIADERO

CAPACIDAD DE EVACUACIÓN (N.A.P.) 2.067 m³/s
 ALTURA POZOS VERTICALES 86,70 m
 DIÁMETRO DE LOS TÚNELES 7,50 m
 LONGITUD DE LOS TÚNELES 586,2; 614,7 y 643,1 m
 DISPOSITIVO DE AMORTIGUACIÓN DE ENERGÍA Cuenco de resalto común

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL DESAGÜE DE FONDO

CAPACIDAD MÁXIMA CONJUNTA 132 m³/s
 SECCIÓN TIPO DE LA GALERÍA Oval de 6,0 x 6,8 m, dividida en tres zonas
 LONGITUD DE LA GALERÍA 207,78 m
 VÁLVULAS DE SEGURIDAD Y REGULACIÓN Dos de asiento plano Ø = 1,62 m