

COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS

ACTUACIONES DE LAMINACIÓN DE AVENIDAS EN LAS CUENCAS DEL RÍO SERPIS Y LA RAMBLA GALLINERA (VALENCIA Y ALICANTE)

Francisco Hijós Bitrián¹
M^a Gabriela Mañueco Pfeiffer²
Nuria Segura Notario³

RESUMEN: En las cuencas mediterráneas españolas tiene lugar el fenómeno de gota fría, que produce importantes precipitaciones en un corto periodo de tiempo, dando lugar a importantes avenidas y las consecuentes inundaciones. Entre las actuaciones contempladas en el Plan Director de Defensa Contra Avenidas de la Comarca de la Safor y en la Ley 11/2005, dentro del capítulo de mejora de la calidad del agua, prevención de inundaciones y restauración ambiental, se incluyen las dos presas objeto de este artículo.

En el artículo se presentan tanto los estudios de inundación realizados para dimensionar las obras, como los elementos que componen las mismas. En ambos proyectos se contempla la construcción de presas de agujero, con la finalidad de laminar la avenida, al reducir los caudales máximos y retrasar la llegada del pico aguas abajo. Se trata de presas de gravedad de planta recta con hormigón convencional, de 26,50 metros de altura sobre cimientos en el caso del río Vernissa, afluente del Serpis, y 62,50 metros en la rambla Gallinera.

¹ Ingeniero de Caminos. Director de construcción de Acuamed

² Ingeniero de Caminos. Subdirector de construcción de Acuamed

³ Ingeniero de Caminos. Directora de proyecto de Acuamed

1. INTRODUCCIÓN

La Safor es una comarca situada en el litoral sur de la provincia de Valencia, con una orografía montañosa acusada muy próxima a la costa, lo que da lugar a frecuentes episodios extremos de precipitaciones.

Estas características orográficas y meteorológicas, asociadas a las importantes posibilidades de desarrollo económico de la Comarca, con dos vocaciones esenciales, el cultivo de frutales de alto rendimiento y el desarrollo urbanístico del litoral, ligado al turismo, hacen que el problema de las inundaciones sea un fenómeno de peso en esta zona.

El Plan de Defensa de La Safor surge de la iniciativa de las Cortes Valencianas que, en su resolución 214/11 de 28 de septiembre de 1989, plantean la creación de una Comisión Técnica compuesta por representantes de todas las Administraciones con responsabilidades en la lucha contra inundaciones.

Esta Comisión acordó en 1991 encargar a la Confederación Hidrográfica del Júcar la contratación y la dirección de los estudios técnicos necesarios para elaborar un Plan Director, como elemento inicial del Plan de Defensa, que desarrollara los estudios básicos iniciales climatológicos, hidrológicos, hidráulicos, urbanísticos, etc. y plantear una primera propuesta de actuaciones.

En diciembre de 1994 fue presentado por la Confederación Hidrográfica del Júcar el “Plan de defensa contra las avenidas”, ante la Presidencia de las Cortes Valencianas, y remitido a la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas, una vez aprobada su inclusión en el Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar.

Entre las obras encomendadas en el convenio de gestión directa entre el Ministerio de Medio Ambiente y la Sociedad Estatal, Aguas de las Cuencas Mediterráneas, S.A., ACUAMED, figuraban las actuaciones número 3.3.4 “Laminación y mejora del drenaje de la cuenca de la rambla Gallinera” y número 3.3.6 “Laminación y control de avenidas en la cuenca media del río Serpis”, dentro del grupo de actuaciones de mejora de la calidad del agua, prevención de inundaciones y restauración ambiental.

Ambos proyectos persiguen reducir la afección de las inundaciones mediante el empleo conjunto de tres tipos de actuaciones, presas de laminación, encauzamientos y desvíos. Combinando estas actuaciones se persigue la gestión sostenible de avenidas.

Cabe destacar que pese a la similitud de la problemática de ambos proyectos, se producen diferencias significativas en los resultados obtenidos en cada caso, lo cual se debe tanto a la orografía como a la planificación urbanística de cada cuenca.

En el caso del proyecto del Serpis se logra la defensa de las localidades situadas aguas abajo de la presa para 500 años de periodo de retorno en el caso del río Vernissa y de 200 para el Serpis. Además en este último caso se ha desarrollado un proyecto cuyo objetivo es mejorar las defensas en el término municipal de Gandia.

En la rambla Gallinera, aunque se consigue evitar la inundación del término municipal de Oliva y la carretera nacional N-332 para periodos de

retorno de 500 años, en la cuenca baja solo que se logra eliminar completamente el riesgo de inundación para 10 años, ya que se trata de una zona de marjal cuya salida al mar está limitada por un cordón dunar.

1.1. SERPIS

El proyecto de “las obras de laminación y control de avenidas en la cuenca media del río Serpis” persigue reducir los caudales en la rambla Vernissa, afluente por la izquierda del río Serpis y la afección de los caudales en las distintas localidades que atraviesa.

Las actuaciones reflejadas en este proyecto están constituidas por:

- Presa de Terrateig/Benicolet: Se trata de una presa agujero de hormigón que tiene por objetivo laminar las avenidas del río Vernissa, que permanecerá vacía en situación de explotación normal. Su tipología es de gravedad y se sitúa con un estribo en el término municipal de Terrateig y otro en el de Benicolet.
- Defensas frente a erosión o inundaciones en las localidades de Llocnou de Sant Jeroni, Rótova y Beniarjó.
- Construcción de un nuevo puente en Rótova sustituyendo al existente, que dispone de escasa capacidad de desagüe.
- Retirada de la pasarela existente en Beniarjó sobre el Serpis, fuera de uso, que obstaculiza el flujo en caso de avenida.
- Desvío Piles - Serpis: Con el fin de evitar inundaciones en la localidad de Piles debidas al barranco del mismo nombre, se ha proyectado un desvío al río Serpis de los caudales del barranco superiores a la capacidad del cauce. Para ello se proyecta un azud de derivación situado en el barranco aguas arriba de la autopista AP-7, un canal de sección rectangular paralelo a dicha carretera y una obra de entrega consistente en una bajante escalonada al río Serpis.

1.2. RAMBLA GALLINERA

El caso de la rambla Gallinera es uno de los más trascendentes en la comarca de La Safor. La problemática que plantea esta rambla como consecuencia de las avenidas se traduce fundamentalmente en la inundación de la carretera de Pego a Oliva y de la N-332, lo que ocasiona trastornos de comunicación, llegando incluso al corte temporal de las mismas, así como a la inundación de toda la zona cultivada y el marjal. Así mismo, el desbordamiento del barranco de Alfadalí genera frecuentes episodios de inundaciones en el núcleo urbano de Oliva, que ha constreñido su cauce.

Para resolver o mitigar la problemática que plantea la rambla Gallinera en situaciones de avenida, el proyecto “Laminación y mejora del drenaje de la cuenca de la rambla Gallinera” incluye:

- Una presa de tipo agujero en la Rambla Gallinera, de tal manera que su efecto laminador reduzca el caudal de las avenidas y por consiguiente los daños que ocasionan.

- Una serie de encauzamientos hasta el mar, prolongando los existentes en la actualidad y mejorando la red de drenaje de la zona para reducir los periodos de inundación.
- Un desvío de los caudales superiores a la capacidad del cauce de la rambla del Alfadalí a su paso por Oliva hacia la rambla Gallinera, para evitar las inundaciones en el núcleo urbano de la citada localidad.

El conjunto de medidas propuestas presa – desvío - encauzamientos palia los efectos de las avenidas con periodicidad anual y permitirá desaguar sin desbordar avenidas ordinarias que corresponden a una avenida de diez años de periodo de retorno en la Rambla Gallinera.

Cabe destacar, que pese a la similitud de las cuencas y del tipo de obras en ambos proyectos, los problemas y las soluciones en cada caso son diferentes. Esto se debe principalmente a la orografía y a la planificación urbanística de cada cuenca.

Para el caso del río Vernissa se consigue proteger para periodos de retorno de 500 años a las localidades situadas aguas abajo y 200 para las del Serpis. Además se ha desarrollado un proyecto complementario “Proyecto constructivo de las obras de defensa y adecuación ambiental, asociadas a las actuaciones para el control y laminación de avenidas realizadas en la cuenca media del río Serpis (Valencia)” para mejorar la protección del término municipal de Gandia.

Por el contrario en el proyecto de Gallinera, aunque se evita la inundación de la localidad de Oliva para periodos de retorno de hasta 500 años, las actuaciones proyectadas en la marjal en la que desemboca la rambla solo evitan las inundaciones para un periodo de 10 años. El cordón dunar existente dificulta el drenaje. Para valores superiores se consigue únicamente reducciones en el tiempo de desagüe.

2. ESTUDIOS HIDRÁULICOS

Para ambos proyectos se realizó un estudio de soluciones considerando tanto los episodios de lluvias, como la geotecnia de las posibles cerradas y los volúmenes de embalse disponibles para cada presa, determinando en cada caso el porcentaje de laminación de las avenidas.

Una vez fijadas las ubicaciones definitivas, se ha llevado a cabo un análisis de contraste entre la reducción de afecciones aguas abajo por la laminación en función a diferentes volúmenes de embalse, dimensiones y cotas de los órganos de desagüe, frente a las superficies inundadas por la presa. Con estas hipótesis se ha tanteado posibles soluciones hasta alcanzar la óptima, que permite la mejor laminación de avenidas. Con todo ello quedaron definidos tanto emplazamientos de presa como cotas máximas de embalse y elementos de desagüe.

A continuación se incluyen los cuadros con los distintos valores de avenida para diferentes periodos de retorno y las laminaciones obtenidas con las presas proyectadas. También se incluyen las ubicaciones de los embalses, con objeto de contrastar estos con los volúmenes de avenida.

Presa de Terrateig/Benicolet – Rambla Vernissa (afluente del río Serpis)

	NMN	NAP	NAE	Coronación
Nivel (m.s.n.m.)	162,00	179,83	181,22	181,50
Volumen (hm³)	0,01	6,00	7,50	7,86

T (años)	10	25	50	100	500	1.000	5.000
Máx. Caudal entrante (m³/s)	137,92	272,42	405,56	556,87	994,19	1.223,60	1.802,10
Máx. Caudal saliente (m³/s)	42,92	52,48	100,01	241,38	677,00	905,94	1.447,18
Porcentaje de laminación (%)	68,88	80,74	75,34	56,65	31,90	25,96	19,69
Vol. hidrograma (hm³)	3,33	4,56	6,56	8,81	15,21	18,63	27,21

Presa de Oliva – Rambla Gallinera

	NMN	NAP	NAE	Coronación
Nivel (m.s.n.m.)	114,00	141,73	143,74	144,50
Volumen (hm³)	0,21	5,00	6,00	6,13

T (años)	10	25	50	100	500	1.000	5.000
Máx. Caudal entrante (m³/s)	128,75	180,44	227,70	292,06	674,33	901,27	1.456,80
Máx. Caudal saliente (m³/s)	73,51	88,25	99,80	153,53	539,34	730,00	1.331,90
Porcentaje de laminación (%)	42,90	51,09	56,17	47,43	20,02	19,00	8,57
Vol. hidrograma (hm³)	3,55	5,25	6,87	9,16	19,55	25,21	38,73

Como se desprende de los cuadros anteriores, debido a los importantes volúmenes de avenida y la cubicación relativamente pequeña de los embalses, la laminación es más significativa para periodos de retorno pequeños, entre 25 y 100 años, obteniéndose reducciones de los caudales incluso superiores al 50 %. Para periodos de retorno mayores a 100 años la reducción es inferior, ya que el volumen de la avenida es muy superior al del embalse.

Las diferencias entre los porcentajes de laminación en cada presa se deben tanto a distintas condiciones hidrológicas (hidrograma de cada cuenca) como a las características respectivas de los embalses y sus cerradas (órganos de desagüe, curvas y volúmenes de embalse).

3. PRESAS DE LAMINACIÓN

Las soluciones en las dos actuaciones son similares, presa de laminación (agujero) de gravedad recta, exceptuando algunas peculiaridades debidas a la orografía y la geología de cada emplazamiento.

En ambos casos el desagüe de fondo (agujero) se ha dimensionado de forma que se limite los caudales aguas abajo para periodos de retorno cortos, pero a su vez, tenga unas dimensiones mínimas que impidan su obturación con flujos torrenciales, que evidentemente arrastraran diversos materiales.

Las dos presas disponen de aliviaderos de superficie con perfil Creager, que desaguan avenidas de periodos de retorno altos. También se han proyectado desagües profundos en sendas presas para cumplir el Reglamento Técnico sobre seguridad de presas y embalses, en concreto a su articulado 15.4., aunque su inclusión en el caso de las presas de agujero podría ser debatible.

Se describe a continuación las características principales.

3.1. PRESA DE TERRATEIG

La presa de Terrateig se encuentra situada entre los términos municipales de Terrateig y Benicolet, Valencia, en el río Vernissa, principal afluente del Serpis.

Se trata de una presa agujero de gravedad recta, que permanecerá vacía en situación de explotación normal. Tiene una altura máxima sobre cimientos de 26,50 m (cota de cimentación 155 m.s.n.m) y 22,50 m sobre el cauce (cota de cauce 159 m.s.n.m). Los taludes del cuerpo de presa son 0,05:1 (H:V) en el paramento de aguas arriba y 0,75:1 (H:V) en el de aguas abajo.

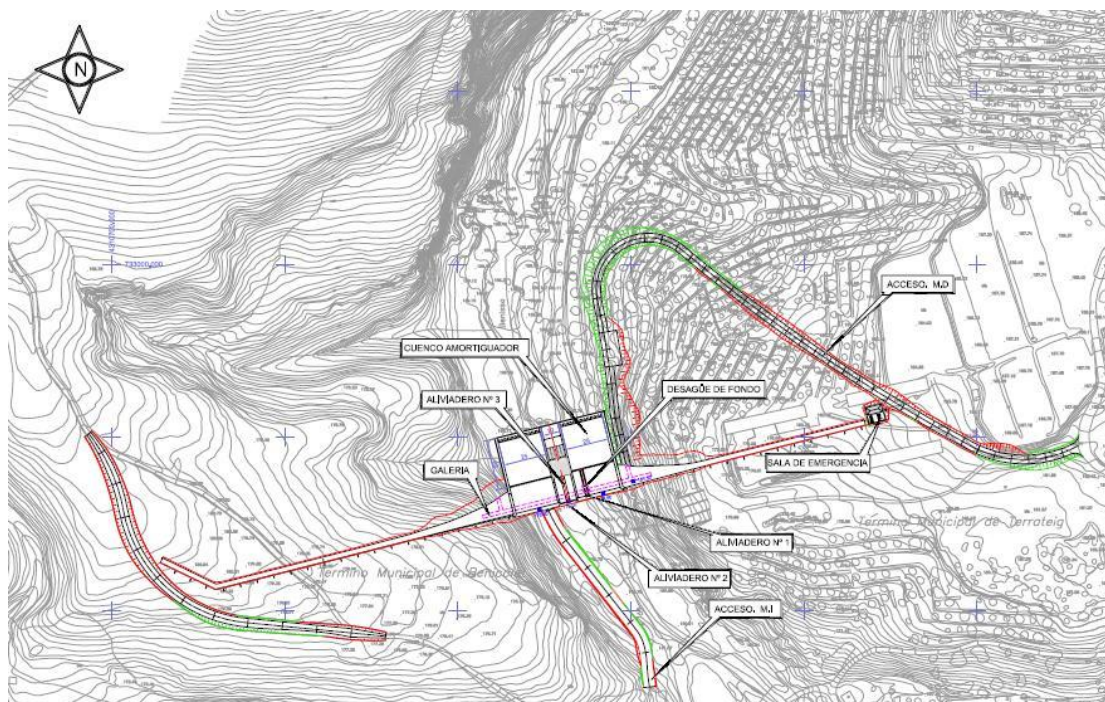


Fig. 1 Presa de Terrateig/Benicolet

La coronación, situada a la cota 181,50 m.s.n.m, tiene una longitud de 422,795 m y un ancho de 3 m. Esta longitud se ve interrumpida por los 60 m de aliviaderos superficiales.

Para permitir la inspección y como acceso a la cámara de válvulas del desagüe de fondo dispone de una galería a la cota 166 m.s.n.m. En esta galería se sitúa parte de la instrumentación instalada en la presa (aforadores, piezómetros, extensómetros y péndulo). Dispone de dos accesos, uno en cada margen y una sección en su parte inferior con forma rectangular de dimensiones 2 x 2 m², y su parte superior formada por una sección semicircular de 1 m de radio.

Los sistemas de desagüe del presa están constituidos por tres aliviaderos (dos de superficie y uno agujero) y un desagüe de fondo. Los aliviaderos se encuentran numerados desde la margen derecha hacia la izquierda y de arriba hacia abajo. De esta forma los dos aliviaderos de superficie serán los N° 1 y 2 y el agujero el N° 3.

El aliviadero N° 1 se sitúa sobre los bloques B-2, 4, 3 Y 5 de la presa, se trata de un aliviadero de labio fijo (tipo Bureau). Está constituido por dos vanos de 25 metros de luz situados en los bloques 2-4 y 3-5 respectivamente. El umbral de vertido se sitúa a la cota 176,5 m.s.n.m. y proporciona una capacidad de desagüe para el Nivel del Avenida de Proyecto de 607,67 m³/s.

Para amortiguar la energía al pie del vertedero existe un cuenco Bureau tipo II (con cota de solera la 159,00 m. Este tipo de aliviadero dispone de dientes tanto a la entrada como a la salida del flujo.

El aliviadero N° 2 se sitúa sobre el bloque central de la presa. Se trata de un aliviadero de labio fijo (tipo Bureau), constituido por un único vano de 10 metros de luz ala cota 175 m.s.n.m. y una capacidad de desagüe para el Nivel del Avenida de Proyecto de 213,62 m³/s.

Para amortiguar la energía al pie del vertedero existe un cuenco sumergido (tipo Bureau) y un trampolín dentado en contrapendiente, así como unos dientes en la parte baja del escarpe para facilitar la aireación de la lámina vertiente y los correspondientes muros de encauzamiento.

El desagüe de fondo se sitúa también en el bloque central de la presa bajo el aliviadero 2. Se trata de un conducto de dimensiones 2 x 2 m a la cota 161,89 m.s.n.m. con una capacidad para el Nivel del Avenida de Proyecto de 84,65 m³/s. Desagua al cuenco sumergido descrito en el aliviadero 2.

La presa también dispone de desagües profundos, que se ubican bajo el vano del aliviadero N° 1 situado más cercano a la margen derecha. Constan de dos conductos con dos compuertas mariposa (guarda y regulación) de 0,50 metros de diámetro, por conducto. El caudal que es capaz de desaguar al Nivel del Avenida de Proyecto es de 5,59 m³/s y la cota en el eje en la embocadura es la 160,50 m.s.n.m.

La cámara de válvulas se encuentra en el bloque central de la presa, se accede a través de la galería situada a la cota 166 y tiene unas dimensiones de 3,54 x 4,50 x 5 m³, ancho (sentido del eje de la presa) x largo (perpendicular al eje) x alto. Desde la galería de la presa se han proyectado las pantallas de impermeabilización y drenaje.

Para dar cumplimiento al Plan de Emergencia de la presa de Terrateig se sitúa, en la margen derecha junto a coronación, la sala de emergencia.

Se han proyectado dos caminos para dar acceso a la presa por ambas márgenes:

- Camino de acceso hasta la entrada a la galería por la margen derecha, pasando por la sala de emergencia.
- Camino de acceso a pie de presa por la margen izquierda.

El desvío del río durante la ejecución de la obra se ha dimensionado para un periodo de retorno de 10 años, con tres elementos fundamentales (ataguía, contraataguía y conducción).

La ataguía se ha proyectado de materiales sueltos con núcleo impermeable. Se sitúa 43 m de la cerrada, con un ancho de coronación de 3,50 m, una altura de 7 m y 64 de longitud.

La contraataguía se similar a la ataguía pero de menor altura (3 m) y con 65 m de longitud de coronación. Se sitúa a 61,5 metros aguas abajo de la cerrada de la presa.

La conducción es un canal rectangular de ancho 10 m, altura variable y 174,11 m de longitud, que se ubica en la margen derecha. El caudal de diseño de la conducción es de 117,33 m³/s.

El 23 de agosto de 2005 la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente resolvió la clasificación de la Presa de Terrateig en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su posible rotura o funcionamiento incorrecto en la categoría A.

3.2. PRESA DE OLIVA

La presa de Oliva se sitúa sobre el cauce de la Rambla Gallinera en el Término Municipal de Oliva (Valencia), aunque la mayor parte del vaso de la misma se sitúa dentro del Término Municipal de Adsubia (Alicante).

La presa de laminación será del tipo agujero, de tal manera que su efecto laminador reduzca el caudal de las avenidas. La presa proyectada es de tipo gravedad realizada en fábrica de hormigón. Tiene planta recta, con 191,51 m de longitud, cota de coronación a la 144,00 m.s.n.m., la altura sobre el cauce es de 46,00 m, siendo la altura sobre los cimientos de 62,50 m.

La sección tipo de la presa se ha proyectado con talud variable en ambos paramentos, al objeto de asegurar las mejores condiciones respecto la estabilidad al deslizamiento y distribución tensional optimizando la sección de hormigón. En el paramento de aguas abajo se diseña un talud vertical hasta la cota 133,00 m.s.n.m. y el resto hasta cimentación con talud 0,80H:1V. Aguas arriba, vertical hasta la cota 140,50 m.s.n.m. y talud 0,12 desde esa cota hasta el pie de cimentación.

El sector central de la presa está ocupado por el aliviadero, perfil Creager, situándose la cota del labio a la 138,00 m.s.n.m. Consta de 4 vanos de 10 m cada uno con su eje ortogonal al de la presa, separados por pilas de 1,00 m de ancho. Presenta un caudal nominal del orden de 15,3 m³/s/m con un caudal máximo de vertido del orden de 612 m³/s para la avenida de proyecto.

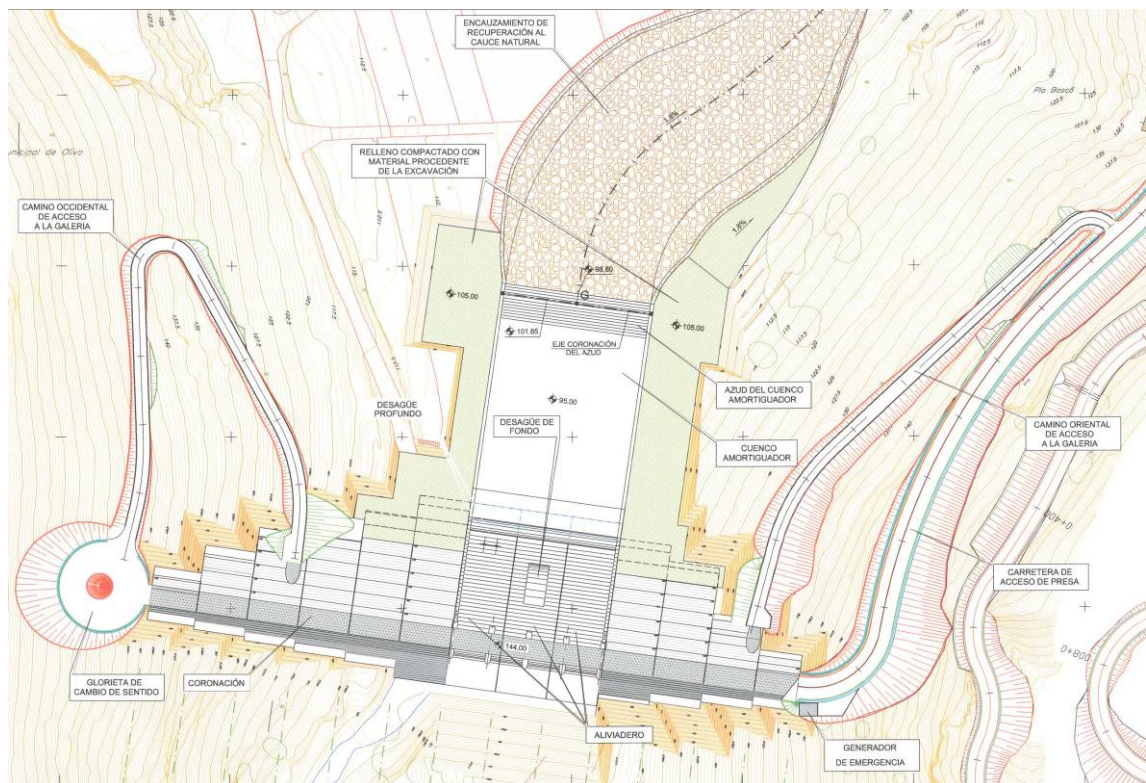


Fig. 2 Presa de Oliva

Los caudales evacuados vierten a un cuenco amortiguador de pie de presa y de sección rectangular, cuya longitud y anchura son 60,00 y 43,00 m, respectivamente. La cota de solera del cuenco es la 95,0 m.s.n.m. y la coronación de cajeros la 105,60 m.s.n.m.. En el extremo del cuenco amortiguador se dispone un azud como sección de control para garantizar la disipación de energía antes de la incorporación de los caudales vertidos al cauce cuya cota de coronación se sitúa a la 101,85.

A la cota 98,60 m.s.n.m. del azud antes mencionado comienza un encauzamiento (que se realiza de escollera recibida de hormigón) de 136,20 m de longitud hasta su reincorporación al cauce natural, a la cota 96,20 m.s.n.m., con una pendiente constante del 1,80%.

El desagüe de la presa, dispuesto a la cota 115 m.s.n.m., se ha fijado de manera que para las avenidas de 10 ó 25 años el caudal de salida esté entorno a los 100 m³/s, valor considerado adecuado para los encauzamientos a realizar aguas abajo. Este desagüe está constituido por dos conductos metálicos circulares de 2,00 m de diámetro en 8 m de longitud y separados 1,0 m, para luego expandirse a un único conducto rectangular de hormigón de 6 m de ancho por 4 m de alto., tras la correspondiente transición. El eje del desagüe desemboca en el eje del canal de descarga del aliviadero.

Los desagües de profundos, se sitúan por encima de la galería perimetral a la cota 101,50 m.s.n.m., es decir a 3,5 metros por encima del cauce. El desagüe atraviesa todo el cuerpo de presa, centrado entre el bloque 7 la salida tiene lugar al aliviadero en el centro del bloque citado.

Consta de dos conductos metálicos cuadrados de dimensiones 1,20 x 1,20 m² que se transforman en sendos conductos circulares de 1200 mm de diámetro una vez pasada la cámara de válvulas, donde se dispone un doble juego de compuertas Bureau de 1,20 x 1,20 m², que disponen de los reglamentarios sistemas de by-pass y ventosas de aducción de aire

La cámara de compuertas tiene el piso en la cota 103,30 m.s.n.m. y unas dimensiones interiores de 8 m (ancho) x 7,00 m (altura) x 5,00 m (longitud). El acceso se realiza desde la galería perimetral desde la cual sale una galería especialmente diseñada para acceder a dicha cámara.

Se han proyectado dos niveles de galerías de inspección:

- Una galería superior a la cota 117,50 m.s.n.m. (se podrán controlar los desagües desde ella) de 165 m de longitud.
- Una galería perimetral de cota variable siendo su cota inferior la 96,85 m.s.n.m. (galería para posibles tratamientos de cimentación) de 133 m de longitud.

Todas las galerías tienen sección rectangular abovedada de 3,00 m de altura libre y 3,00 m de anchura en la base. Las galerías son visitables permitiendo la circulación de los equipos de inspección y mantenimiento. Desde la galería perimetral se ejecutarán las inyecciones de la pantalla de impermeabilización y pantalla de drenaje en el cimientado para reducir la subpresión.

La coronación de la presa está formada por una calzada de 4,0 m de ancho que permite el paso de vehículos por encima de la presa. A ambos lados de la calzada se disponen aceras peatonales de 1,0 m de anchura. La coronación se completa con la barandilla de protección y los correspondientes puntos de iluminación.

Las aportaciones continuas de la rambla Gallinera son nulas por lo que no se ha previsto la realización de ningún desvío de río, únicamente en la fase de obra se materializará con portillos en el cuerpo de presa sin repercusiones presupuestarias relevantes

El 25 de agosto de 2005 la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente resolvió la clasificación de la presa de Oliva en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su posible rotura o funcionamiento incorrecto en la categoría A.

4. CONCLUSIONES

El objeto de las actuaciones proyectadas por Acuamed en las cuencas del río Serpis y su afluente el río Vernissa, y la rambla Gallinera es la gestión sostenible de avenidas mediante el empleo conjunto de tres tipos de obras, presas de laminación, encauzamientos y desvíos, se consigue reducir la afección de las inundaciones.

Los proyectos incluyen sendas presas de agujero para la laminación de avenidas, con las que se consiguen reducciones superiores al 50 % en los caudales punta para periodos de retorno pequeños, hasta 100 años. Para valores mayores la laminación es menos relevante, aunque en ningún caso despreciable, debido a la gran diferencia entre volumen del hidrograma y volumen de embalse.