

El conflicto del Bergantes: Problemas y alternativas

Pedro Arrojo Agudo
José Javier Gracia Santos
Eva Muñoz Buisán

© Pedro Arrojo Agudo, José Javier Gracia Santos, Eva Muñoz Buisán, 2014

© Fundación Nueva Cultura del Agua, 2014
Pedro Cerbuna 12 · 50009 Zaragoza · Tel: 976 761 572
Correo electrónico: fnca@unizar.es · www.fnca.eu

Diseño de colección: Tropical · www.tropicalestudio.com

El conflicto del Bergantes: Problemas y alternativas

Pedro Arrojo Agudo
José Javier Gracia Santos
Eva Muñoz Buisán



Índice

1. Introducción	5
2. El Guadalopec: antecedentes históricos y situación actual	6
2.1. Geografía, clima e hidrología	6
2.2. Las avenidas en la cuenca del Guadalopec	8
2.3. Historia de la regulación del Guadalopec	9
2.4. Usos del agua en la Cuenca del Guadalopec	12
3. Legislación en seguridad de presas y su evolución desde 1982.	15
3.1. Riesgos de inundación en la cuenca del Guadalopec	16
4. La vulnerabilidad de la presa de Calanda	18
4.1. La riada del 2000 en Calanda	20
4.2. Dificultades para prever crecidas con elevados periodos de retorno	23
4.3. Otra cuestión clave: el volumen de las avenidas	26
5. Diagnóstico y planes de la CHE: el proyecto de presa de Aguaviva	28
5.1. Impactos sociales, económicos y ambientales de la Presa de Aguaviva	29
5.2. Tramitación del proyecto de la Presa de Aguaviva	33
6. El debate pendiente sobre estrategias alternativas	35
6.1. “Estrategias no estructurales” a diseñar	36
6.2. “Estrategias estructurales” alternativas	37
6.3. Opción 1: Garantizar la laminación aguas arriba de Calanda	38
6.4. Opción 2: Construir nuevos aliviaderos en la <i>Presa de Calanda</i>	39
6.5. Opción 3: Recreer la Presa de Calanda y redimensionar sus aliviaderos	39
6.6. Aspectos jurídicos del análisis de alternativas	40
6.7. Otras cuestiones importantes a considerar	41
6.8. Valoración de las diversas estrategias posibles	44
6.9. Promover una estrategia social y ambientalmente aceptable	45
Agradecimientos	47
Bibliografía	48

1. Introducción

En Mayo de 2013, los vecinos de *Aguaviva*, un pequeño pueblo del *Bajo Aragón* turolense, a orillas del río *Bergantes*, afluente del *Guadalope*, se enteraron que la *Confederación Hidrográfica del Ebro* (CHE) promovía la construcción de una gran presa sobre su río. Se trataba de regular y laminar futuras crecidas que podrían poner en riesgo la presa, actualmente en servicio, de *Calanda*, sobre el *Guadalope*, aguas abajo de la desembocadura del *Bergantes*. Súbitamente se pasó a argumentar lo que durante décadas se había mantenido en discreción: que la presa de materiales sueltos de *Calanda* es insegura al no disponer de la capacidad de desagüe que exige la normativa vigente. Desde entonces la CHE y el Gobierno de Aragón enfatizan el grave riesgo de colapso de la presa para los habitantes aguas abajo, y especialmente para los vecinos de *Alcañiz*, si se desbordara en una crecida extraordinaria. Nunca se había difundido en los pueblos afectados tal riesgo desde 1982 en que la presa de *Calanda* se llenó por primera vez.

La grave afección ambiental y social que supondría esta presa en el valle del *Bergantes*, declarado *Lugar de Interés Comunitario* (LIC) por la *Unión Europea*, suscitó una protesta unánime en *Aguaviva*, que pronto se organizó en la Plataforma “El *Bergantes* no se Toca”, ganando un apoyo generalizado en el *Bajo Aragón*, donde el río es conocido como uno de los mejor conservados y hermosos, lo que motiva un floreciente turismo en la zona.

2. El Guadalope: antecedentes históricos y situación actual

El río *Bergantes* es un afluente del río *Guadalope*, que a su vez es el segundo más largo y uno de los principales tributarios del Ebro por su margen derecha, al que aporta una media de 58 hm³/año. Nace en la Sierra de *Gúdar (Teruel)* y tras recorrer 160 km, desemboca en el Ebro cerca de Caspe. Su cuenca, de 3890 km², drena territorios de las provincias de *Castellón, Teruel* y *Zaragoza*. En ella se encuentran cabeceras comarcales como *Andorra (de Teruel), Alcañiz* y *Caspe*. Sus afluentes por la margen derecha son el río *Bergantes*, el río *Fortanete*, el río *Bordón* y el río *Mezquín*; y por la izquierda el río *Aliaga* y el *Guadalopillo*.

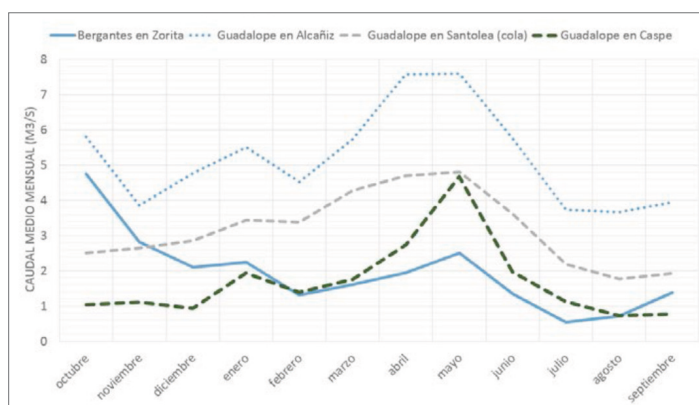
2.1. Geografía, clima e hidrología

La Cuenca del Guadalope con su notable gradiente orográfico, desde los 1600 m de altitud en cabecera a los 150 m en Caspe, presenta lógicos gradientes climáticos, dentro de la tipología continental mediterránea.

Las precipitaciones en la parte alta de la cuenca (*Gúdar-Maestrazgo*), unos 800 mm, es mayor que la media registrada en las cabeceras de los ríos ibéricos, que no llega a 500 mm. En la cuenca media, en pleno Bajo Aragón, la pluviometría disminuye conforme nos adentramos en una de las zonas más áridas de la Comunidad Aragonesa, hasta llegar a Caspe, donde apenas se recogen, en media, 300 mm. Esta relativamente baja pluviometría, con 469 mm de media en la cuenca, se ve acompañada por una marcada estacionalidad de las lluvias, lo que genera un régimen típicamente mediterráneo. La cuenca alta ofrece temperaturas bajas en invierno, aunque no lo suficiente para sostener paquetes nivales relevantes.

El régimen hidrológico se ve marcado por precipitaciones que pueden ser intensas en primavera y otoño, elevadas temperaturas en verano y una notable permeabilidad de los terrenos en gran parte de la cuenca. Los máximos caudales se dan en los meses de octubre y mayo. A pesar de la escasa lluvia, en verano se mantienen notables caudales por la regulación natural subterránea que ofrecen los acuíferos.

Gráfico 1. Caudales medios mensuales en diferentes estaciones de aforos en la cuenca del Guadalope



Fuente: Web CHE-2014

El Guadalope aportaría al Ebro, en régimen natural, una media de unos 225 hm³/año. Sin embargo, las condiciones reales modificadas por el intenso uso en el regadío, hacen que la aportación media sea de unos 57 hm³/año (periodo 1974-2002).

El río Bergantes nace en la comarca de Los Puertos de Morella (provincia de Castellón). Su cuenca incluye territorios de la Comunidad Valenciana y de Aragón. Con un curso de apenas 60 km y una cuenca relativamente reducida, drena caudales relativamente abundantes en invierno, debido a la mayor pluviosidad de la zona montañosa de su cabecera, que se orienta hacia el norte. Recibe dos afluentes, el río Cantavieja y Calders, que se unen a él cerca de Forcall formando sobre el mapa una especie de horca tridente. El Bergantes pasa por Morella, Forcall, Palanques, Zorita, Aguaviva y La Ginebrosa para acabar desembocando en el Guadalope justo antes del embalse de Calanda (Teruel).

Gráfico 2. La red hidrográfica del Guadalope



El Bergantes ofrece un régimen muy irregular, típicamente mediterráneo, y alberga en su cuenca una variada e interesante fauna y flora (madrillas, cangrejos, nutrias, etc), considerándose uno de los ríos mediterráneos en mejor estado de conservación, incluidos sus sotos ribereños.



Río Bergantes. El Toll de la Catalina. Foto cedida por la Plataforma: "El Bergantes No Se Toca"

2.2. Las avenidas en la cuenca del Guadalope

Las avenidas en el Guadalope están referidas desde muy antiguo (1311: rotura de un puente en Alcañiz). Su procedencia es variada, aunque el río Bergantes tiene fama de ser el origen de muchas de ellas, siendo su comportamiento diferente al de la cabecera del Guadalope. En el cuadro 1 se constata como, aún drenando superficies similares, el Bergantes y el alto Guadalope generan datos de crecida diferentes. En particular, es de notar que las puntas de crecida en eventos de gota fría son mucho más altas en el Bergantes, llegando a los 1.560 m³/s, aunque son de corta duración.

Cuadro 1. Datos de crecidas en el Bergantes y Alto Guadalope

	Bergantes en Zorita	Guadalope en Santolea	Guadalope en Alcañiz	
Superficie	1.213	1.002	3.476	Km ²
Promedio de los máximos instantáneos mensuales	23	11	23	m ³ /s
Máximo instantáneo de la serie	1.560	118	835	
Máximo diario	668		800	

Cuadro 2. Grandes avenidas en el río Bergantes (Q en m³/s)

	Día	Caudal promedio del día de riada	Caudal máx. instantáneo
noviembre -45			902*
octubre-67	23	668	1.560
octubre-00	24	420	1.030
octubre-62	15	500	910
octubre-61	29	430	535
noviembre-59	20	302	312
mayo-03	7	27	247
mayo-02	9	126	239
septiembre-64	27	168	200
septiembre-63	12	164	183

*Aforos en Alcañiz

En el cuadro 2 se recogen las principales avenidas documentadas. Aunque no existen aforos en el Bergantes de la riada de 1945 (el dato de 902 m³/s corresponde a Alcañiz), el testimonio de la gente de Aguaviva y los estudios de diversos autores¹, señalan esta crecida como la mayor que se recuerda en el Bergantes. La segunda en importancia, según los vecinos, fue la de octubre del 2000; y de menor intensidad (a pesar de los datos calculados por la CHE, que no aforados), la de 1967.

Llama la atención la gran diferencia entre el valor medio del día (durante la avenida) y caudal máximo instantáneo, en la punta de avenida. La explicación está en que las puntas de crecida en el Bergantes son fuertes, aunque de muy corta duración. En suma, aunque los picos sean espectaculares, se movilizan volúmenes limitados.

2.3. Historia de la regulación del Guadalope

El Guadalope es uno de los ríos más regulados de la cuenca del Ebro gracias a los embalses de *Santolea* (48 hm³), *Calanda* (54 hm³) y *Civán* (82 hm³ en *Caspe*); además de la *Estanca de Alcañiz* (11 hm³) y el de *Gallipuéen* (3,5 hm³), sobre el *Guadalopillo*. En suma, 200 hm³ de capacidad de embalse sobre 225 hm³ de caudal en régimen natural. De estas infraestructuras, analizaremos sólo las que intervienen en la problemática que tratamos, es decir, las presas de *Santolea* y *Calanda*, junto a los usos que atienden.

1. LOPEZ AVILÉS (2000) "Las avenidas históricas en diversos municipios del curso alto y medio de los ríos Guadalope y Bergantes (Maestrazgo –Bajo Aragón). Grupo de Estudios Masinos. Vol. 19.

2.3.1. El Embalse de Santolea

La construcción de la presa de *Santolea* supuso inundar el pueblo que dio nombre al embalse. En él vivían alrededor 800 vecinos que disponían de notables servicios, para la época, como médico, veterinario, practicante, maestros, horno, farmacia y sacerdote. Durante la dictadura de Primo de Rivera se inició la construcción de la presa que provocaría su desalojo forzado. Una vez acabada la presa durante la segunda República, se crearon nuevos regadíos en *Alcañiz*, *Caspe* y *Chiprana*, construyéndose durante la dictadura de Franco los pueblos de colonización de *Valmuel* y *Puigmoreno* (en *Alcañiz*).

Aunque buena parte del casco de *Santolea* no fue inundado, sí se anegaron sus mejores tierras de huerta, lo que forzó la expropiación años después el desalojo de toda la población. En 1970, cuando el pantano alcanzó su nivel más alto, los últimos vecinos abandonaron sus casas, reasentándose muchos de ellos en *Puigmoreno* y *Valmuel*, recién construidos.

Los afectados cobraron parcas indemnizaciones. Un ejemplo es el extraído de “Apuntes de Santolea” de José Aguilar, en el que recoge que a una familia compuesta por un matrimonio y tres hijos que convivían con los padres de la mujer se les adjudicó unas 30.000 pesetas. Con indemnizaciones así, a duras penas recompusieron sus vidas, emigrando a Cataluña, Zaragoza y Alcañiz. En 1972 se demolió el pueblo.

El embalse tiene una capacidad de 48 hm³, aunque está aprobado un recrecimiento que la elevará a 111 hm³.

2.3.2. La Presa de Calanda

Las obras de construcción de la *presa de Calanda* se iniciaron en marzo de 1975, y en 1980 se hizo el primer llenado de prueba. Finalmente con fecha 4 de octubre de 1984 se incorporó al Servicio de Explotación de la Confederación Hidrográfica del Ebro.

La *presa de Calanda*, con una capacidad de 54 hm³, es de *materiales sueltos*. Esta tipología incluye materiales como escollera, grava, arena limo y arcilla. Para conseguir la impermeabilidad se construyen pantallas impermeables de arcilla, asfalto o algún material sintético. Este tipo de presas tiene importante ventajas en función del sustrato geológico donde se realice. Sin embargo ofrece una debilidad, pues no debe jamás desbordarse, para evitar su desmoronamiento y colapso, como ocurrió con la presa de Tous en 1982, el mismo año en que la *presa de Calanda* entró en servicio.

El 19 de octubre de 1982 se formó una “gota fría” a lo largo de la costa mediterránea que provocó un auténtico diluvio que se prolongó a lo largo del día siguiente. Se superaron los 100 mm en la mayor parte de la cuenca del Júcar y los 600 mm en un área de 700 km² aguas arriba del pantano de Tous. La precipitación media registrada fue de 200 mm y el caudal pico llegó a 8.830 m³/s. Durante un tiempo decisivo fue imposible abrir las compuertas, y aunque finalmente se consiguió, fue demasiado tarde. El caudal entrante, mucho mayor que la capacidad de desagüe de los aliviaderos, acabó desbordando la presa que finalmente se vino abajo a las 19:15h del 20 de octubre, originando una brusca crecida de 16000 m³/s, una de las mayores registradas en

España, arrasando las comarcas de la Ribera Alta y la Ribera Baja. En las poblaciones más inmediatas al pantano (*Sumacàrcer, Gavarda y Beneixida*) el agua llegó a los ocho metros de altura y la mayor parte de las casas sufrieron graves daños estructurales. En ciudades como *Carcaixent* o *Alzira* se superaron los cuatro metros y la población tuvo que refugiarse en las montañas próximas. Los muertos superaron los 30 y los daños materiales fueron muy cuantiosos.

Esta catástrofe llevó a desarrollar estudios de vulnerabilidad de presas ya construidas, como la de *Calanda*, y acabó motivando una nueva normativa de seguridad de presas que explicaremos más adelante.

En 1990 la CHE elaboró el “Estudio de seguridad de avenidas extraordinarias de los embalses del Guadalope”, a fin de revisar la adecuación de los aliviaderos de las presas de *Santolea, Calanda y Caspe* a la normativa aprobada en 1967. En estos estudios ya se concluía que la *presa de Calanda* era vulnerable, por falta de capacidad de sus aliviaderos, ante posibles crecidas, aún considerando periodos de retorno relativamente bajos. Después de considerar factible la opción de aumentar la capacidad de desagüe de la presa de Calanda, mediante un aliviadero independiente, el estudio recomendaba estudiar la laminación de avenidas en el Bergantes, total o parcialmente (CHE- 2012).

En el *Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro* de 1996 se planteó de nuevo la posibilidad de laminar avenidas en el Bergantes, lo que llevó a realizar un “Estudio de laminación de las avenidas en el río Bergantes”. Finalmente se consideraba necesario aumentar la capacidad de desagüe de Calanda, recrecer la Presa de Santolea y laminar avenidas en el Bergantes. Al respecto se consideraron diferentes ubicaciones, concluyéndose que la mejor sería la de la Presa de Aguaviva (presentada a nivel de Anteproyecto).

Aunque oficialmente el estudio de 1990 puso sobre la mesa la vulnerabilidad de la presa de Calanda, tuvieron que pasar 22 años para que el proyecto de una posible solución pasara a información pública. Incluso en el proceso de participación ciudadana para la elaboración de los Planes de Cuenca, la Administración ignoró la cuestión. La CHE, el Gobierno de Aragón y la Generalitat Valenciana presentaron un informe en diciembre de 2007, denominado “Plan hidrológico de los ríos Guadalope y Regallo - documentación previa para su análisis”, para promover la participación ciudadana, y en sus 272 páginas ni siquiera se menciona el riesgo de rotura de la presa de Calanda.

2.3.3. Nuevos proyectos hidráulicos

Tras la realización de estos estudios, la CHE concluyó como opción preferente la *Presa de Aguaviva*, sobre el río *Bergantes*, junto al *recrecimiento de la Presa de Santolea*, en el *Guadalope*. Ello permitiría que la presa de *Calanda* fuera segura.

En consecuencia, la *Planificación Hidrológica* actual prevé dos proyectos principales: el *recrecimiento de Santolea*, aprobado y en periodo de ejecución; y la *presa de Aguaviva*, pendiente de *Evaluación de Impacto Ambiental*.

En lo que se refiere al *recrecimiento de Santolea*, el proyecto surgió al calor de los *Fondos Miner*, que la comarca debe recibir en compensación por el cierre progresivo de la minería. En

2011 culminaron las obras de construcción de la llamada “presa del Puente de Santolea”, que viene a ser una “presa de cola”, de unos 17 hm³, que se requiere como apoyo de regulación para poder asegurar las demandas de regadío mientras duren las obras del recrecimiento propiamente dicho. Aunque teóricamente la obra debería estar acabada, a fecha de hoy ni siquiera se ha empezado.

Otro proyecto significativo es el del “Bombeo de aguas del Ebro a Andorra” que prevé bombear hasta 5,8 hm³/año desde el embalse de *Mequinenza*, en el *Ebro*, hasta los municipios de *Andorra*, *Albalate*, *Alcorisa*, *Alloza* y *Ariño*, con un presupuesto de 59 millones de euros (en dos fases). Aunque el proyecto surgió, a raíz de las restricciones por sequía en 1986, para cubrir las necesidades de la térmica de Andorra, lo cierto es que actualmente se contempla que un 20% de los caudales bombeados atiendan demandas de abastecimiento urbano; casi el 70% sería para usos industriales; y el resto, en torno a un 10%, a usos pecuarios. Aunque no existen demandas urbanas, ni industriales, ni pecuarias insatisfechas, lo cierto es que el cierre de las minas y la adjudicación compensatoria de “fondos Miner” a la zona, llevó a retomar este proyecto con una perspectiva genérica de impulsar el desarrollo sin proyectos concretos que sustancien esas expectativas de demanda.

2.4. Usos del agua en la Cuenca del Guadalope

Con la regulación existente en la cuenca del Guadalope se atienden fundamentalmente:

- los riegos de la acequia de Civán en Caspe, los regadíos de Valmuel, los del Canal Calanda-Alcañiz y los de las acequias tradicionales, con un total de 13294 ha;
- la demanda industrial, que contempla los requerimientos de refrigeración de la central térmica de Andorra y dos centrales hidroeléctricas (una de titularidad de los regantes de Calanda);
- los abastecimientos urbanos.

En el cuadro 3 se detallan estos usos.

Cuadro 3. Usos de agua en la cuenca del Guadalope

Regadíos	ha
C.R. Civán de Caspe	4.104
C.R. Valmuel	2.350
C.R. Calanda-Alcañiz	2.426
C.R. acequia Vieja y Estanca (Alcañiz)	1.199
C.R. Guadalopecillo-Calanda (elevación)	733
C.R. Aguaviva	503
C.R. Guadalopec Calanda	367
C.R. Acequia Nueva y Valdecepero (Alcañiz)	350
Otras	1.262
Total regadíos	13.294

Abastecimientos	m ³
Anteriores embalse de Calanda	595.084
Alcañiz	1.518.674
Caspe	823.677
Posteriores embalse de Calanda	1.069.108
Total abastecimientos	4.006.543

Industriales	m ³
Endesa en Calanda	18.000.000

Hidroeléctricos	Kwh
Guadalupe S.A. en Santolea	3.464.000
C.R. Guadalupe en Calanda	5.355.400
Total hidroeléctricos	8.719.400

Nota: Datos tomados de la propuesta de canon de regulación del año 2007

2.4.1. Los riegos del Canal Calanda-Alcañiz

Por Decreto 1295/1972, de 20 de abril, fue declarada de interés nacional la zona regable del *Canal de Calanda-Alcañiz*, dentro del marco de actuación del *Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario* en la comarca del *Bajo Aragón*. En 1975, se aprobó el Plan General de Transformación del primer tramo de la zona regable. Desde entonces se han sucedido planes de obras y procesos de concentración parcelaria. En 2001, en el marco del Plan Hidrológico Nacional, las obras de regadíos del Canal Calanda-Alcañiz fueron declaradas de interés general y posteriormente en el 2002, en el *anejo I* del *Plan Nacional de Regadíos*, se estableció la transformación de 2426 ha en el horizonte 2008.

El *canal de Calanda-Alcañiz* se proyectó en dos fases. Ya se ha construido la primera, con una longitud de 26.290 metros, desde la presa de *Calanda* hasta el *río Regallo*, afectando a los términos de *Alcañiz*, *Calanda* y *Castelserás*, habiéndose transformado 2.426 ha, con una dotación de 8.500 m³/ha.

Con estos nuevos regadíos, la superficie total regada en la cuenca del Guadalupe es, según datos catastrales, de 14.560 ha, que crearían, con una dotación de 8.500 m³/ha/año, una demanda de 124 hm³/año.

Por otro lado, existe presión por nuevas demandas de agua para nuevos regadíos:

- 2ª Fase del Canal Calanda Alcañiz: entre las Saladas y el río Regallo, con 2.700 ha.
- Canal de Caspe: aguas abajo del embalse de Caspe, la acequia de Civán abastece el actual regadío; pero además, se proyecta acabar el canal de Caspe, hoy abandonado, para regar 4.200 nuevas hectáreas.
- Nuevo regadío de Mas de las Matas: 602 ha por elevación de la acequia Mayor.

2.4.2. La térmica de Andorra

En los años 70 se construyó la *central térmica de Andorra* para producir electricidad quemando lignito de las cuencas mineras turolenses. La central dispone de tres grupos, cada uno con una potencia de 350 MW y tres torres de refrigeración. El conjunto de la térmica acaba consumiendo 16,5 hm³/año, que se bombean desde el embalse de Calanda, a 25 km.

En 1986, en plena sequía, la central tuvo que parar por falta de agua para refrigerar sus circuitos. Endesa, propietaria de la central, negoció con los regantes una compensación por dejar de regar en años de sequía para ceder el agua a la térmica. El acuerdo, sin embargo, suscitó polémica y acabó abriéndose la posibilidad de elevar aguas del Ebro hasta Andorra.

En 2008, el proyecto de bombeo acabó recogido en el *Convenio de Colaboración entre el Ministerio de Medio Ambiente y la Comunidad Autónoma de Aragón* para financiar actuaciones del *Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2008-2015* (BOE num. 260 de 28/10/2008). En este contexto, y aunque no tenía relación con los servicios de saneamiento, se incluyó un presupuesto de 27.100.000 euros para el proyecto “Elevación de Aguas del Ebro a Andorra”. Tras sucesivas demoras y con todo tipo de problemas financieros, que hacen temer por el desarrollo efectivo del conjunto del proyecto, las obras de la primera fase empezaron en 2010.

2.4.3. Abastecimientos urbanos

En la Cuenca del Guadalope la población en 2005 era de 53.817 habitantes, lo que suponía un requerimiento de poco más de 4 hm³ para el abastecimiento de los servicios municipales, según consta en el cálculo de canon de regulación.

3. Legislación en seguridad de presas y su evolución desde 1982

Como ya se explicó anteriormente, la *catástrofe de Tous* dejó en evidencia la necesidad de cambiar la normativa a fin de considerar de forma más rigurosa los riesgos de rotura potencial de presas y especialmente de las de materiales sueltos. En 1995 se publicaría la *Directriz Básica de Planificación de Protección Civil*, ante el riesgo de inundaciones, y posteriormente el *Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses*, aprobado por Orden Ministerial de 12 de marzo de 1996.

Ambas normas introducen la obligatoriedad de clasificar las presas en función del riesgo potencial de posible rotura o funcionamiento incorrecto, estableciendo tres categorías según se afecte a la seguridad de la población, a servicios esenciales o a bienes materiales y medioambientales. En función de esta clasificación se establecen *Planes de Emergencia* y diferentes exigencias de seguridad, tanto en el diseño como en las condiciones de explotación e inspección de las presas.

La *presa de Calanda* está calificada dentro de la *Categoría "A"*, como presa cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede afectar gravemente a núcleos urbanos y servicios esenciales, así como producir daños materiales y medioambientales muy importantes.

El Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses diferencia entre avenida de proyecto: "máxima avenida que debe tenerse en cuenta para el dimensionamiento del aliviadero, los órganos de desagüe y las estructuras de disipación de energía, de forma que funcionen correctamente"; y avenida extrema: "la mayor avenida que la presa puede soportar. Supone un escenario límite al cual puede estar sometida la presa sin que se produzca su rotura, si bien admitiendo márgenes de seguridad más reducidos". Para determinar dichas avenidas la Guía Técnica de Seguridad de Presas (Comité Español de Grandes Presas, 1997) recomienda los siguientes periodos de retorno (cuadro 4).

Cuadro 4. Periodos de retorno según el tipo de presa

Categoría de la Presa	Avenida de Proyecto	Avenida Extrema
A	1.000 años	5.000-10.000 años
B	500 años	1.000-5.000 años
C	100 años	100-500 años

Tabla extraída del trabajo de Benito et ali (2004)²

La Presa de Calanda, clasificada en la Categoría A, supone la obligatoriedad de elaborar un Plan de Emergencia y unas Normas de Explotación de la presa que garanticen “... los resguardos convenientes en el embalse durante épocas de riesgo de avenidas ...”. En esta misma línea, el *Reglamento del Dominio Público Hidráulico*, en su modificación por Real Decreto 9/2008, establece, en su art. 362, que el control de la seguridad de la presa corresponde a las administraciones públicas competentes que deben: “... establecer, por razones de seguridad, condicionantes a la explotación ordinaria y ordenar vaciados parciales o totales ...”

En relación a la predicción meteorológica, la *Directriz Básica de Planificación de Protección Civil*, señala que “... servirá para proporcionar información, con anticipación suficiente, sobre la posibilidad de fenómenos atmosféricos adversos, relacionados con el riesgo de inundaciones, para que se adopten las medidas preventivas a que haya lugar ...”.

Sobre la base de esas predicciones meteorológicas, en los *Planes de Protección Civil*, se establece una “... fase de pre-emergencia ... caracterizada por la existencia de información sobre la posibilidad de ocurrencia de sucesos capaces de dar lugar a inundaciones. Esta fase se iniciará (...)... a partir de notificaciones sobre predicciones meteorológicas de precipitaciones intensas (...)... El objetivo de esta fase es la alerta de las autoridades y servicios implicados en el plan correspondiente, así como la información a la población potencialmente afectada...”

3.1. Riesgos de inundación en la cuenca del Guadalope

En la “Documentación previa para el análisis”, aportada por la CHE en 2007 para elaborar los planes hidrológicos del Guadalope y del Regallo, se catalogaban todos los tramos fluviales de la cuenca del Guadalope como: “sin valoración de riesgo” o “riesgo mínimo”, dando por bueno un estudio realizado por la Comisión Nacional de Protección Civil en 1985.

En septiembre de 2011 se publicó la “Cartografía de zonas inundables de la demarcación hidrográfica del Ebro”, precisando los riesgos de inundación en cada tramo de la red fluvial a partir de diferentes referencias y criterios: información histórica, cruce del uso del suelo con zonas inundables en base a criterios geomorfológicos o estudios preexistentes. El estudio acababa estableciendo tres categorías de riesgo: bajo, moderado y alto; desdoblándose a su vez, el riesgo alto en tres niveles:

- A1: Riesgo Alto Significativo, contrastado desde fuentes históricas.
- A2: Riesgo Alto Importante.
- A3: Riesgo Alto menos Importante.

El gráfico 3 recoge esa cartografía de riesgos de inundación en la cuenca del Guadalope.

2. BENITO et al (2004) “Hidrología de paleocrecidas y seguridad de presas” en Benito y Díez (2004), “Riesgos naturales y antrópicos en geomorfología” (Actas de la VIII Reunión de Geomorfología, Toledo 22-25 de septiembre de 2004. SEG y CSIC, Madrid.

Como puede verse, en toda la cuenca del Guadalupe, tan sólo 12,5 km de cauces se encuentran catalogados como A1, de Riesgo Alto Significativo. Todos ellos están aguas arriba de la presa de Calanda y de la proyectada de Aguaviva (con lo que su construcción no resolvería esos riesgos). Se trata de 4 barrancos y tramos altos de río en los que se producen avenidas relámpago, que hasta la fecha han provocado dos fallecidos.

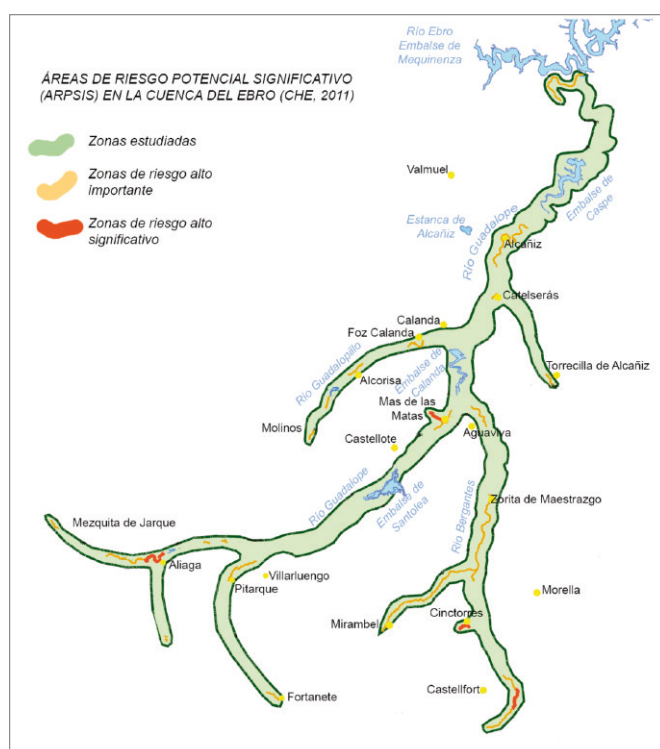
En el “Formulario de consulta a los guardias fluviales sobre inundaciones históricas” las afectaciones recogidas por este servicio para el eje Zorita-Alcañiz son:

- Zorita de Maestrazgo: Inunda fincas; arranca barandillas; afecta estación de aforo nº 31; el agua supera en 1,2 m el muro de la estación. Caudal aproximado: 1.000 m³/s
- Aguaviva: Inunda carretera a Mas de las Matas y afecta un estribo del puente.
- Calanda: Inunda fincas.
- Alcañiz: 500 m³/s; inunda la “Plana de los Santos”; inunda granja de conejos.

Esto es todo lo que aparece en el citado estudio de riesgos, tomando la experiencia de un periodo que incluye la avenida de 1000 m³/s del Bergantes en Zorita.

Valorando en su justo término el riesgo de inundaciones aguas abajo de Calanda será necesario trabajar en la gestión del riesgo de inundación en la llanura entre Calanda y Alcañiz, mediante una adecuada ordenación territorial, combinada con políticas de seguros que tomen en cuenta el coste económico, social y ambiental de las afecciones y la probabilidad de que se produzcan.

Gráfico 3. Mapa de riesgos de inundación en la cuenca del Guadalupe



4. La vulnerabilidad de la presa de Calanda

Tal y como se ha explicado, los embalses de *Santolea* y *Calanda*, permiten abastecer los riegos del *Canal Calanda-Alcañiz*, garantizar caudales de refrigeración para la térmica de Andorra y asegurar el abastecimiento urbano aguas abajo.

El proyecto de recrecimiento de la *presa de Santolea* aumentaría su capacidad hasta 111 hm³, lo que supone un incremento de 63 hm³, con el objetivo central de dotar caudales de riego para el *Canal Calanda-Alcañiz*. Y por otro lado, el *bombeo del Ebro a Andorra*, debería aportar casi 6 hm³ más de agua a la zona de Andorra... Podríamos concluir que nos encontramos en un escenario donde no se registran déficits significativos de caudales regulados y en el que se configuran nuevas disponibilidades para posibles nuevos usos que se perfilan cuando menos como inciertos.

Gráfico 4. Esquema Guadalopec-Bergantes

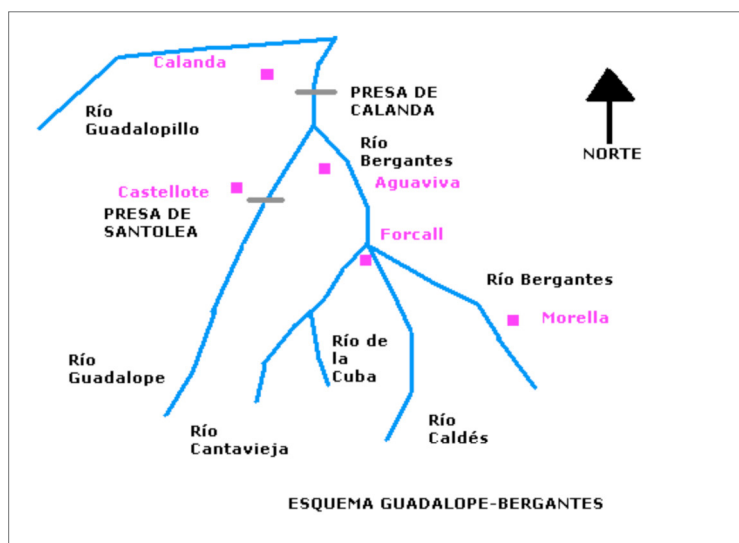


Gráfico tomado de la memoria del proyecto de presa de Aguaviva

Sin embargo, en este contexto emerge como problema clave la vulnerabilidad de la *Presa de Calanda*; una presa, como ya se ha explicado, de materiales sueltos, que entró en servicio a principio de los 80 y que, como es lógico, fue diseñada con arreglo a las normas vigentes por aquel entonces. Sin embargo, el desbordamiento y colapso de la *Presa de Tous*, en 1982, llevó a revisar esas normas y establecer previsiones mucho más exigentes que recomiendan considerar periodos de retorno de 1000 años, e incluso de 10.000 años. En definitiva, se trata de evitar a toda costa el paso de agua sobre coronación y desborde pues, de producirse, este tipo de presas se erosionan y colapsan, generando la correspondiente riada masiva como ocurrió en *Tous*. Sin embargo, establecer exigencias tan extremas ha hecho inviable de facto la aplicación estricta de esta normativa, con lo que, actualmente, la mayoría de las presas de materiales sueltos en servicio incumplen la norma; entre ellas la de *Calanda*.

La capacidad máxima de desagüe de la presa es de 1.750 m³/s; capacidad insuficiente para evacuar los caudales previstos en periodos de retorno de 1.000 y 10.000 años, que la Confederación estima en 3.025 y 4.306 m³/s respectivamente (CHE, 2012).

La presa posee tres puntos de salida de agua:

- La toma del Canal de Calanda Alcañiz con una capacidad de desagüe pequeña.
- Un desagüe de fondo que evacua un caudal variable, dependiendo del nivel del agua, que en media es de 150 m³/s, lo que supone 14 hm³/día.
- Un aliviadero con tres vanos dotados de compuerta. La solera de los aliviaderos se encuentra a cota 434,65 m, con una capacidad de embalse de 40,1 hm³ en esta cota.

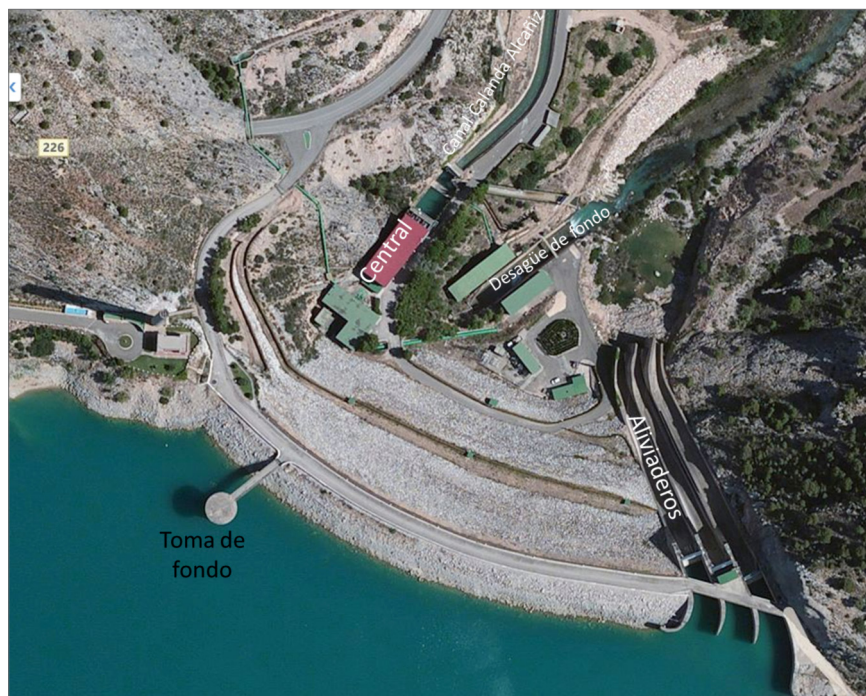


Foto aérea de la presa de Calanda

Con las compuertas cerradas, la capacidad es de 55,3 hm³ y la cota, considerada el *máximo nivel normal (NMN)*, es de 440 m. Los aliviaderos pueden desaguar hasta 700 m³/s, dependiendo del nivel del agua y de la abertura de las compuertas.

En una riada extraordinaria se podría llegar a alcanzar la *cota de coronación*, previa al desbordamiento y posible rotura, que en Calanda está a 443,5 m. En ese momento la capacidad sería de 66,9 hm³ y los aliviaderos desaguarían hasta 1600 m³/s.

En la historia de la presa nunca se ha sobrepasado el NMN. Cuando más cerca se ha estado ha sido en los momentos previos a la campaña de riego en primaveras especialmente lluviosas donde se haapurado al máximo el volumen del embalse.

A pesar de ello, la CHE refuerza la alarma social sobre la vulnerabilidad de la presa usando la crecida del año 2000 con la que, según la Confederación, estuvo a punto de desbordarse y producirse una catástrofe.

4.1. La riada del 2000 en Calanda

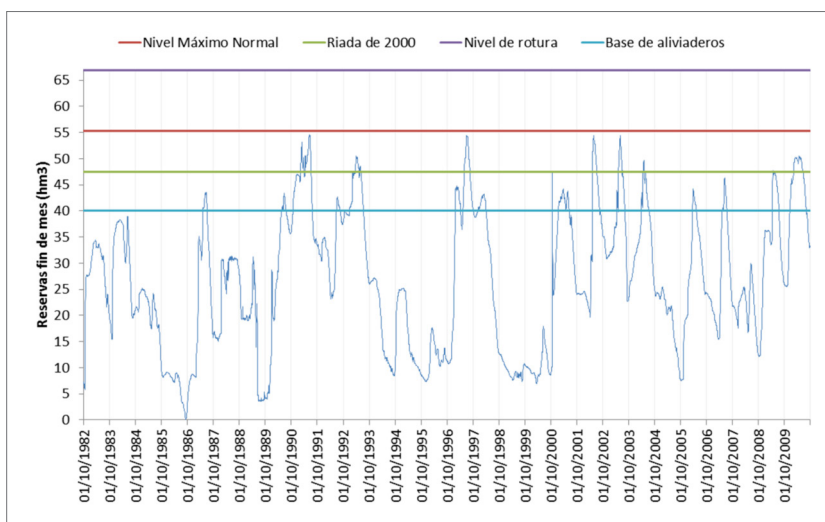
En las primeras páginas de la memoria del proyecto de presa de Aguaviva se afirma:

“El mejor ejemplo que ilustra y justifica la urgente necesidad de ejecutar dichas actuaciones para garantizar la seguridad de la Presa de Calanda ... son ... los datos registrados en la avenida acaecida en el embalse de Calanda durante el mes de Octubre de 2000, ... que se correspondería con una avenida de 30 años de periodo de retorno ... El volumen de embalse pasó de los 10,4 hm³ al inicio del episodio hasta ... 47,5 hm³ (cota 437,5 m), que son 6 m bajo la coronación de la presa. Lo que pone de manifiesto la vulnerabilidad de la presa de Calanda incluso para avenidas con un periodo de retorno extremadamente bajo ... Además y en relación con las afecciones generadas aguas abajo de Calanda, conviene indicar que el caudal desembalsado en este episodio estuvo muy cerca de alcanzar en Alcañiz el caudal de daños (Q₃) ... entre 500 y 1.000 m³/s”

Analizaremos con rigor como se desarrollaron los acontecimientos. En la riada del 2000 se alcanzaron 1029m³/s en Zorita y 1346 m³/s en el embalse de Calanda. La aportación por tanto desde el Guadalupe fue mínima.

Para hacernos una idea del funcionamiento que se le ha venido dando a la presa, en el gráfico 5 se recogen los volúmenes almacenados mensualmente en Calanda desde octubre de 1982 a octubre del 2009. Como se puede comprobar, el volumen almacenado ha rebasado el volumen al que se llegó en la riada del 2000, en multitud de ocasiones, de forma voluntaria y con total normalidad.

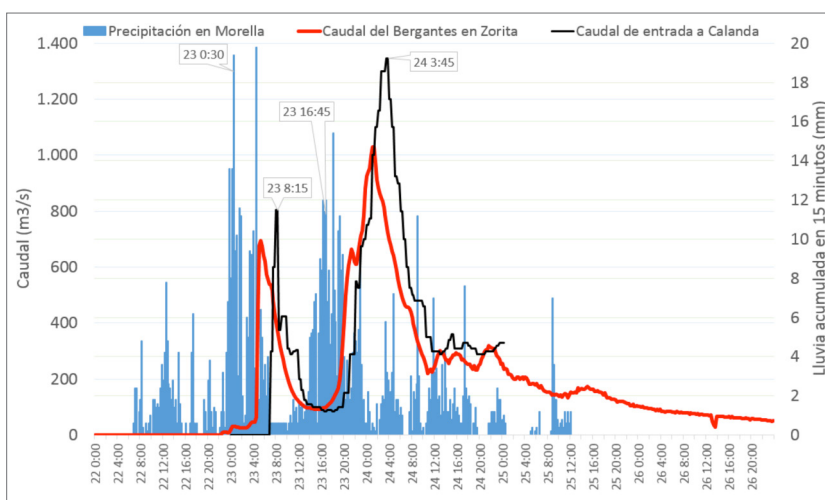
Gráfico 5. Reservas mensuales en Calanda



El viernes 20 de octubre del 2000, el Instituto Nacional de Meteorología predijo una *gota fría* en el área mediterránea, Aragón y Castilla La Mancha. La Dirección General de Protección Civil transmitió avisos a las correspondientes Subdelegaciones de Gobierno que activaron sus servicios de emergencia.

En esos momentos el volumen embalsado en Calanda era de 10,4 hm³ (19% del nivel *máximo normal de explotación* y 15,5% del volumen en *cota de coronación*). Las primeras lluvias registradas en el pluviógrafo de la CHE en Morella corresponden a las 8 de la mañana del día 22, y el primer pico importante de lluvias se produce a las 0:30 del día 23, con una precipitación de 20mm en un cuarto de hora. Desde el aviso de protección civil hasta ese momento habían pasado 2 días. En ese tiempo se podría haber evacuado por los desagües de fondo la totalidad del agua embalsada.

Gráfico 6. Precipitaciones en Morella e hidrogramas en Zorita y Calanda para la riada de 2000



Cuando llega a Calanda la primera punta de la avenida (805 m³/s), a las 8:15 del día 23, las compuertas de fondo seguían cerradas. De hecho, hasta las 19 horas del día 23 toda el agua que entró desde el Bergantes y desde el Guadalope se almacenó.

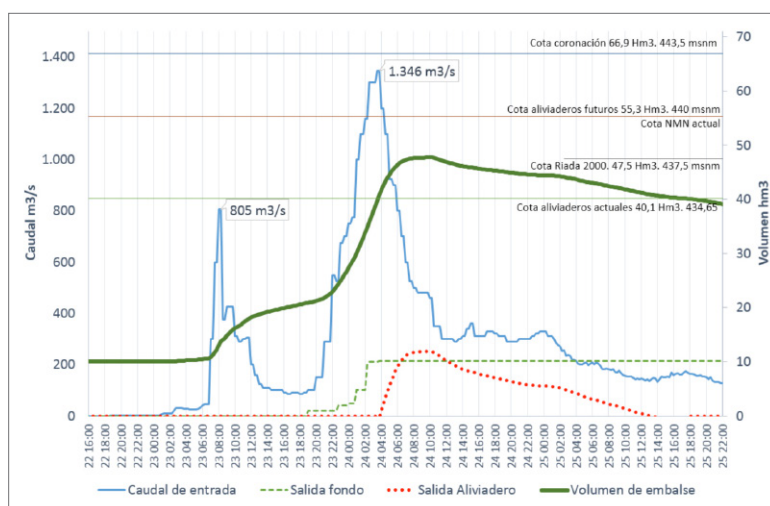
A las 19 horas del día 23 comienza a desembalsarse, abriéndose las compuertas de fondo, al tiempo que llega la segunda punta de avenida (1346 m³/s). Pese a que esta segunda punta estaba avisada en el pluviógrafo de Morella y en los aforos de Zorita, se esperó a que llegara al embalse para empezar a abrir tímidamente las compuertas de fondo (20 m³/s); y no se abrieron del todo hasta hora y media antes de que el agua saltara por los aliviaderos, a las 3:15 del día 24.

El almacenamiento máximo que tuvo el embalse durante la riada fue de 47,5 hm³ (86% del NMN y 71% del volumen en coronación), y alcanzó una cota de 437,5 metros, esto es 2,5 metros por debajo del nivel máximo normal y 6 metros por debajo del nivel de coronación. La capacidad de desagüe de los aliviaderos a esa hora fue de 200 m³/s, es decir un 13% del máximo, pues, tal y como ya se ha explicado, los actuales aliviaderos de Calanda, estando la presa llena a cota 442,7 m, permiten evacuar 1343 m³/s; caudal que aumentaría a 1600 m³/s si se alcanzara el nivel de coronación.

También se afirma que la riada estuvo a punto de alcanzar en Alcañiz el caudal de daños Q₃, cuantificado entre 500 y 1000 m³/s. Esta afirmación no se sustenta en datos empíricos, ya que la estación de aforos de Alcañiz estaba fuera de servicio. Los datos disponibles revelan que de Calanda salió una punta de 491 m³/s; pero, como siempre ocurre, esta crecida en la zona alta llegaría laminada a Alcañiz. No se sostiene por tanto que llegara una punta con más de 500 m³/s.

En resumen, siendo la riada del 2000 la más importante a la que se ha enfrentado la presa de Calanda, no puede usarse como ejemplo de riesgo extremo. Las maniobras se realizaron dentro del margen de seguridad previsto y siempre con niveles por debajo del Máximo Normal. No obstante, hubiera sido posible hacer una gestión mucho más estricta y segura si se hubieran iniciado maniobras de desembalse desde el momento en que se dispuso de la información de alerta meteorológica, casi tres días antes de empezar tímidamente a abrir las compuertas de fondo.

Gráfico 7. Flujos de entrada y de desagüe en la presa de Calanda durante la riada del 2000



En el gráfico 7 se recoge el hidrograma que marca, de forma continua en el tiempo, desde las 16h del día 22 hasta las 22h del día 25, los caudales que entraron al embalse así como los desembalses que se realizaron y la evolución del volumen embalsado.

4.2. Dificultades para prever crecidas con elevados periodos de retorno

Existe acuerdo en diseñar las *avenidas de proyecto y extremas* que tiene que soportar una presa considerando las condiciones climáticas de la cuenca vertiente; aunque, por otro lado, se prevén condiciones excepcionales, dentro de esas condiciones, a base de asumir periodos de retorno muy elevados, entre 1000 y 10.000 años. Este acuerdo metodológico adolece de fuertes contradicciones. De hecho, las oscilaciones climáticas conocidas y relativamente recientes han operado en tiempos inferiores a esos 10.000 años: valga la referencia de dos periodos cálidos hace 5500 y 4500 años, “óptimos climáticos”, con mayores temperaturas, durante el imperio romano y en el medievo, pequeña edad del hielo alrededor del año 1.700.

En todo caso, puesto que estas son las normas refrendadas por la administración hidráulica nos confrontamos a la compleja labor de valorar avenidas con enormes periodos de retorno, partiendo de series de datos muy limitadas, lo que comporta una incertidumbre muy elevada. Sobreestimar el riesgo, dentro de esa incertidumbre, puede llevar a costes económicos que disuadan de facto la adopción de las correspondientes medidas protectoras. Pero infravalorarlos puede comportar riesgos a la seguridad de las personas.

Existen dos metodologías para estimar esos caudales:

- Métodos *estadísticos*, basados en datos de caudales medidos en estaciones de aforo. La ventaja está en que se trabaja con datos empíricos de caudal; pero, en general, se dispone de series temporales cortas y de pocas estaciones de aforo; en el Bergantes se dispone tan sólo de la estación de Zorita del Maestrazgo.
- Métodos *hidrometeorológicos*, basados en datos de precipitación. La ventaja en este caso radica en la abundancia de estaciones pluviométricas (23 en la cuenca alta del Guadalupe) y en la disponibilidad de series temporales más largas. Sobre estos datos deben aplicarse modelos que traducen los datos de precipitación en caudales fluviales. Aunque esos modelos están bien desarrollados, deben de calibrarse y validarse en contraste con los datos de aforo existentes.

El grado de incertidumbre que se deriva de la aplicación de ambos lleva a un abanico muy abierto y dispar de resultados, tal y como se comprueba en el cuadro 5 que recoge los resultados de los diversos estudios oficiales publicados hasta la fecha.

Como vemos los resultados oscilan, para el periodo de retorno de 1000 años, entre 1700 m³/s (Univ. Zaragoza-2012) y 4.561 m³/s (CHE-1990); y para el periodo de 10.000 años, entre 2.300 m³/s (Protección civil-1985) y 7.000 m³/s (CHE-1990)

Como ya se ha explicado, disponer de buenos datos de aforo es clave, no sólo para aplicar el método estadístico sino también el hidrometeorológico, en la medida que éste debe calibrarse

y validarse con los datos de aforo. En este caso, desgraciadamente, los únicos datos disponibles, los de la estación de Zorita, son insuficientes. De hecho, en el “Estudio de seguridad de los embalses del Guadalupe” de 1990 no se considera aconsejable hacer un estudio de caudales extremos a partir de los datos del Bergantes en Zorita por las siguientes razones:

- “La extensión de su serie no es suficiente para establecer ajustes de valores extremos, para períodos de retorno elevados, que ofrezcan ciertas garantías.
- Su curva de gastos no es fiable ya que el aforo directo realizado con mayor caudal midió 36 m³/s, y se utiliza para extrapolar valores superiores a 1500 m³/s.
- Existe una marcada contradicción entre los valores registrados para algunas avenidas en esta estación y en la de Alcañiz, situada aguas abajo con una cuenca muy superior y una curva de gastos más contrastada (aforo máximo 147 m³/s).
- Por último, el hecho de que la estación fuera destruida en 1972 impide la utilización de la simulación hidráulica para contrastar la relación nivel-caudal en la parte alta de la curva.”

Cuadro 5. Caudales calculados para periodos de retorno de 1.000 y 10.000 años por diferentes autores y métodos para el río Bergantes

				1.000 años	10.000 años
Comisión técnica de inundaciones	Protección civil	1985	Función de distribución. Análisis regional	1.800	2.300
Estudio de seguridad de avenidas extraordinarias de los embalses del Guadalupe	CHE	1990	Función de distribución. Máximos anuales. Aforos Zorita	4.327	6.400
			Función de distribución. Máximos anuales. Serie alternativa	4.561	7.000
			Hidrometeorológico	2.430	3.600
Estudio de laminación de avenidas en el río Bergantes	CHE	1996	Hidrometeorológico	2.911	4.305
Análisis de frecuencia y clasificación de eventos hidrometeorológicos reales en tres cuencas del NE de España. Geogaceta, 53	Univ. Zaragoza	2012	CAUMAX CEDEX	1.700	2.600
			Función de distribución	2.700	3.700
			Hidrometeorológico. Método racional	3.900	5.200
			Hidrometeorológico. Hidrograma unitario	3.900	5.200
			Hidrometeorológico. Circulación de flujo	4.000	5.500
Proyecto presa de Aguaviva (Acciona)	CHE	2012	Función de distribución. Máximos anuales	2.853	4.010
			Función de distribución. Excedencias mensuales	2.371	3.280
			Función de distribución. Excedencias mensuales “gota fría”	3.025	4.306

Proyecto nuevos aliviaderos presa de Calanda (Acciona)	CHE	2012	Función de distribución. Máximos anuales	2.297	3.046
			Hidrometeorológico. Tormenta 12 horas	2.653	3.610
			Hidrometeorológico. Tormenta 24 horas	2.888	3.902

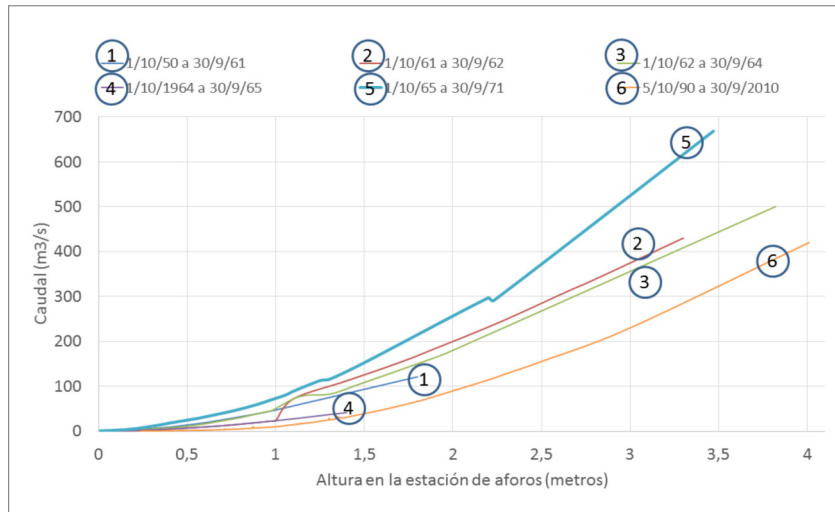
El proyecto de presa de Aguaviva pasa por alto estos argumentos y aplica el método estadístico que fue descartado en 1990. Por otro lado, se usan valores contradictorios y poco fiables. En concreto, los volúmenes calculados en las riadas del Bergantes (1959, 1961, 1967), anteriores a la construcción de la presa de Calanda, llegan a ser muy superiores a los calculados en Alcañiz, aguas abajo, como si el agua hubiera desaparecido por el camino (ver cuadro 6).

Cuadro 6. Volumen de 5 avenidas del Guadalope en Zorita, Santolea y Alcañiz

	Días de duración	Volumen de avenida en Bergantes (hm ³)	Volumen desaguado por Santolea (hm ³)	Volumen de avenida en Alcañiz (hm ³)	Diferencia observada (hm ³)
Noviembre de 1959	7	80	32	27	-85
Noviembre de 1961	5	84	2	8	-78
Octubre de 1962	7	89	1	98	9
Octubre de 1967	4	89	4	75	-18
Octubre de 2000	5	87	5	113	22

De hecho, los datos disponibles en Zorita desde 1950 a 1972, en que la estación resultó destruida, son poco fiables al haberse empleado hasta 5 *curvas de gasto* distintas (ver gráfico 8). La *curva de gasto* permite calcular el caudal sobre la base de la altura del agua en la estación de aforo. Las diferencias resultantes de aplicar esas cinco curvas son enormes. Por ejemplo, con una altura de 3,5 m en la estación, aplicando la curva usada entre 1962 y 1964, resultaría un caudal de 440 m³/s; y aplicando la curva usada en el periodo 1965-71, de 680 m³/s. A partir de 1990, una vez reconstruida la estación, la *curva de gasto* se viene manteniendo prácticamente invariable, y es fiable. En estas condiciones cabe cuando menos dudar sobre la fiabilidad, entre otros datos, de los 1.510 m³/s como máximo caudal aforado en Zorita.

Gráfico 8. Curvas de gasto usadas en diferentes momentos en la estación de aforos de Bergantes en Zorita



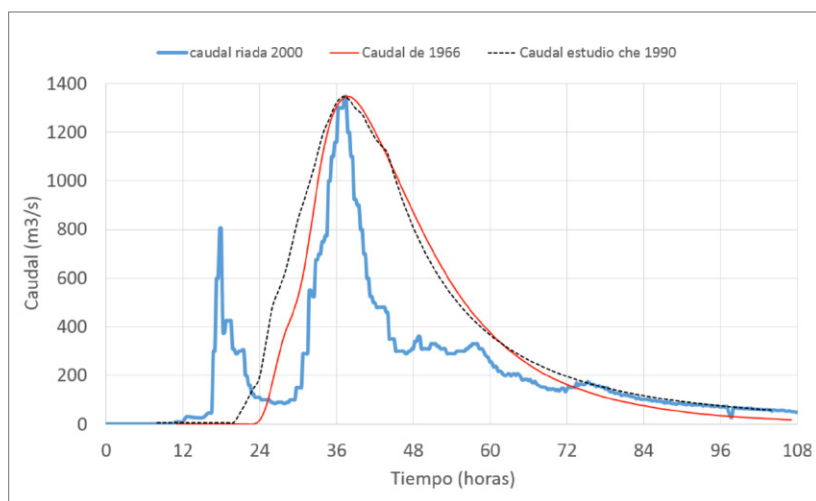
4.3. Otra cuestión clave: el volumen de las avenidas

Tan importante para conocer la respuesta de un embalse ante una avenida es el caudal punta como el volumen total de la avenida. De hecho, si se produce una avenida con un caudal punta mucho mayor que la capacidad de desagüe de la presa, pero esa avenida no posee el suficiente volumen como para llegar la cota de coronación, la presa no se romperá. Por otro lado, junto al volumen de la avenida, será sumamente importante el tiempo en el que se produzca esa avenida, pues ello permitirá jugar con los márgenes temporales que ofrezca la prealerta meteorológica. Resulta fundamental modelizar adecuadamente el tipo de avenida a prevenir.

En la riada del 2000, con un caudal punta de entrada a Calanda de $1.346 \text{ m}^3/\text{s}$, el volumen total de la crecida fue de 85 hm^3 . Sin embargo, con las modelizaciones de avenida usadas para justificar el proyecto de Aguaviva, en 1990 y 1996, por parte de la CHE, esta crecida debería haber aportado 135 y 122 hm^3 respectivamente.

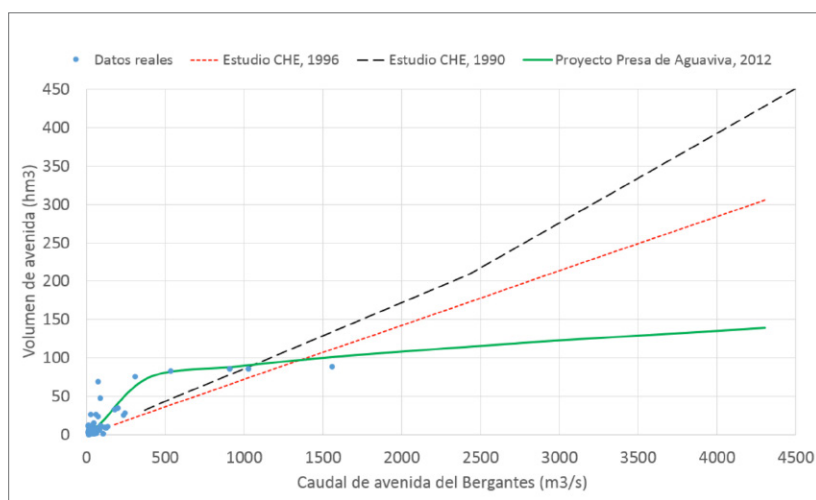
En el propio proyecto de Aguaviva se acaba reconociendo la importancia de modelizar adecuadamente las crecidas a prever, y muy en particular su volumen global, más allá del caudal punta que se prevea, valorándose que el Bergantes parece presentar un techo de volumen de avenida difícil de sobrepasar en los 86 hm^3 .

Gráfico 9. Hidrogramas de entrada a Calanda para la avenida de 2000, real y calculados a partir de los datos de los estudios de CHE de 1990 y 1996



Tal y como se puede ver en los gráficos 9 y 10, tanto la modelización hecha por la CHE en 1990 como la de 1996, alargan la crecida y aumentan notablemente el volumen total. En el gráfico 10 se aprecian esas enormes diferencias en el volumen de avenida esperada, según se use un modelo u otro: de los 180 hm³ del propio proyecto de Aguaviva, a los cerca de 400 hm³ del estudio de la CHE de 1990.

Gráfico 10. Volúmenes de avenida observados y extrapolados para diferentes caudales del Bergantes en Zorita



Dimensionar adecuadamente el volumen de las avenidas a prevenir permite jugar con el tiempo en el que pueden gestionarse, contando con adecuados tiempos de previsión y pre-alerta meteorológica.

5. Diagnóstico y planes de la CHE: el proyecto de presa de Aguaviva

En 1996 se presentó el “Estudio de laminación de avenidas en el río Bergantes” con los siguientes objetivos:

- Proteger la presa de Calanda para avenidas de período de retorno $T = 1000$ años, teniendo en cuenta que la capacidad máxima del aliviadero de la presa de Calanda es de $1.500 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Proteger la ciudad de Alcañiz frente a las avenidas del río Guadalupe correspondientes a períodos de retorno $T = 1000$ años, limitando el caudal a $1.200 \text{ m}^3/\text{s}$ como punta máxima .
- Evitar que puedan alcanzarse las cotas de coronación en Santolea y Calanda.

Posteriormente, el proyecto de la presa de Aguaviva, que ya había sido elegida en 1996 como solución y diseñada a nivel de anteproyecto, hizo suyos estos objetivos.

Pese a que el trabajo de 1996 aportaba como solución única la presa de Aguaviva y el artículo 59 del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro (PHCE) lo ratificaba, en la ficha EMB29 que del propio PHCE se prevé la opción de nuevos aliviaderos para Calanda.

Ficha EMB29 - PHCE

Actuación	Laminación de avenidas de los ríos Bergantes y Guadalupe
Finalidad	Reducir los efectos de las avenidas en el río Guadalupe ocasionadas principalmente por el Bergantes, mejorando la respuesta frente a avenidas extraordinarias del embalse de Calanda, laminando las avenidas antes de su entrada al embalse o facilitando su evacuación
Obra	Construcción de una presa en el río Bergantes y/o ampliación de aliviaderos del embalse de Calanda

La redacción del proyecto se adjudicó a Iberinsa (hoy Acciona) por valor de 352.108 € . El proyecto presentado, que está pendiente de la Declaración de Impacto Ambiental, prevé una “presa de agujero”, con una altura de 68 m sobre cimientos y 55 m sobre el cauce, con una longitud de coronación de 474 m . Podría retener, en caso de máxima avenida, hasta 90 hm^3 , con una capacidad de desagüe máxima de $1.728 \text{ m}^3/\text{s}$

En principio, las llamadas presas de agujero no interrumpen la continuidad del hábitat fluvial, dejando pasar el caudal que aporte el río, siempre que éste sea menor que la capacidad que deja el agujero.

Cuando el caudal es superior, dejará pasar sólo el máximo permitido (en este caso $1.728 \text{ m}^3/\text{s}$) y se irá llenando el embalse. Si la crecida es de suficiente envergadura y llenara la presa (90 hm^3), además del caudal desaguado por el agujero, el agua saltará por los aliviaderos o incluso por encima de la presa. Diversos detalles, que analizaremos más adelante, hacen temer, no obstante, que esta presa podría acabar compartiendo su función de laminación con otra de regulación para usos de riego.

5.1. Impactos sociales, económicos y ambientales de la Presa de Aguaviva

Como suele ocurrir, al tratarse de un espacio fluvial muy bien conservado, los valores ambientales en juego están vinculados a actividades económicas basadas en el aprecio social creciente por esos patrimonios de naturaleza.

5.1.1. Impactos ambientales

El embalse de Aguaviva causaría graves afecciones al LIC fluvial “Río Bergantes” que ocupa una estrecha franja de terreno de aproximadamente 241 hectáreas pertenecientes a los municipios de Aguaviva y La Ginebrosa. El territorio corresponde al valle y cauce del río que sirve de límite entre ambos términos municipales. Con cabecera en las Muntanyes de la Vallivana en la Provincia de Castellón, a una altitud que ronda los 1.300 m, y con afluentes importantes en su margen izquierda con el río Calders, y en la derecha con el Barranco de Torre de Arcas, termina su recorrido en las aguas del río Guadalope en el embalse de Calanda.

El área por la que circula se engloba dentro del piedemonte de la Sierra del Maestrazgo. Esta unidad queda compartimentada por depresiones o cubetas drenadas por cursos fluviales, como el Bergantes. Los materiales que componen este área son mesozoicos -calizas y dolomías- y terciarios -materiales detríticos y conglomeráticos-, afectados por plegamientos. Las terrazas fluviales que forma el Bergantes quedan reducidas a estrechas franjas detríticas, excepto en la confluencia con el río Guadalope, aguas abajo de Mas de las Matas, donde se aprecia una secuencia más compleja, con tres niveles.



Petrocoptis Pardo

La vegetación natural hace de este espacio uno de los paisajes fluviales mejor conservados en la comarca del Bajo Aragón, con formaciones de ribera maduras dominadas por *Populus nigra*, *Populus alba*, *Salix alba*, y formaciones arbustivas del género *Salix*. En los conglomerados de Aguaviva se encuentra catalogada la especie endémica *Petrocoptis Pardoii* como flora amenazada.

El proyecto afectaría por ocupación directa superficies muy importantes de hábitats protegidos y pertenecientes a este LIC, en concreto:

- Vegetación de gujarrales de lecho fluviales mediterráneos,
- Fruticedas y arboledas de *Juniperus*,
- Pastizales mediterráneos xerofíticos anuales y vivaces,
- Juncales mediterráneos, y
- Saucedas y choperas mediterráneas.

Tal y como está definido el proyecto, no está claro que no se rompa la continuidad del hábitat fluvial, y menos al contemplarse la posibilidad de transformarse en una presa de regulación. En todo caso, más allá de los posibles impactos que ello supondría en la fauna fluvial, se afectaría a especies amenazadas y en peligro de extinción que figuran en el Anexo I de la Directiva de conservación de aves silvestres (D 2009/147/CE) y en el Anexo II de la Directiva de conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (D 92/43/CEE). Los roquedos circundantes están ocupados por rapaces rupícolas. Así, además de las poblaciones del buitre leonado y el alimoche, en la zona nidifican también el águila real, el búho real, la aguililla calzada, el águila culebrera, el azor común, el milano negro, el halcón peregrino, y el águila azor perdicera, etc. Así además de estas poblaciones rupícolas amenazadas hay una buena representación de avifauna forestal, dada la extensión de las masas de riberas y bosques de galería tan bien conservados como escasos en la región.

Además, estos roquedos, como “área clave” para el quebrantahuesos en el ámbito de la ZEPA “Río Guadolge-Maestrazgo”, tienen un régimen de protección por Decreto (45/2006) del Gobierno de Aragón.

Pero sin duda, la protección de mayor rango legal que ampara los entornos fluviales del Bergantes deriva de ser un Lugar de Interés Comunitario (LIC) regulado por la Directiva Hábitats 92/43/CEE del Consejo de 21 de mayo de 1992 relativa a la conservación de hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres. Dicha Directiva establece una serie de excepciones sobre posibles afecciones a la integridad de los lugares protegidos “siempre que no exista ninguna otra solución satisfactoria” (Art. 16) y bajo la justificaciones recogidas en este mismo artículo, entre otras: “en beneficio de la salud y seguridad públicas o por razones imperativas de interés público de primer orden, incluidas las de carácter socioeconómico y consecuencias beneficiosas de importancia primordial para el medio ambiente”. Por tanto la utilización de estas razones imperiosas ha de hacerse restrictivamente ya que se trata de una excepción al límite general de afección a la integridad de los lugares protegidos.

5.1.2. Impactos sociales y económicos

El embalse, según referencia el propio proyecto, anegaría explotaciones agropecuarias importantes para la población. La ganadería y la agricultura, combinadas, son fundamentales en la zona. Las explotaciones ganaderas necesitan tierras de cultivo para dar salida a sus purines, y a su

vez estas tierras, que serían inundadas por el embalse, se benefician del abono que generan los ganaderos. Más allá de la inundación directa de cultivos, se verían afectadas alrededor de 13.000 cabezas de porcino, 110.000 pollos, 450 terneros, 2.500 conejas (madres) y cerca de 1.500 ovejas.

Pero el Bergantes es conocido en todo el Bajo Aragón por sus paisajes fluviales y sus zonas de baño. La presa de Aguaviva anegaría el paraje de *Cananillas*, una zona de baño cuya excelencia es reconocida en el Sistema del Información Nacional de Aguas de Baño, como un lugar de alta afluencia y uso recreativo y zona apta para el baño. Sobre la base de estos valores se ha desarrollado un floreciente “turismo fluvial”, que supone una notable fuente de ingresos en alojamientos y establecimientos hoteleros de los municipios del entorno.

Además, debemos considerar la afección a 51 yacimientos arqueológicos, de entre los que destaca el del “Castellet” (del año 3000 A.C, época del Bronce Primario).

En todo caso, más allá de los impactos de valor tangible, hay tener en cuenta el valor del río Bergantes como seña de identidad de los aguavivanos; no en vano, el nombre de Aguaviva tiene sus orígenes en sus aguas y es el símbolo de la localidad. La estrecha vinculación de río, naturaleza y paisaje genera valores intangibles de identidad del territorio y de sus gentes que para muchos resultan “irrenunciables”, y en todo caso difícilmente “compensables”. Valores que hacen del “río Menut”, nombre con el que suelen referenciar algunos vecinos al Bergantes, sea el río de los recuerdos, de las vivencias, de los sentimientos ... , y en definitiva de su vida.



Río Bergantes. Paraje de Cananillas.
Foto cedida por la Plataforma: “El Bergantes No Se Toca”

5.1.3. El conflicto social suscitado por el proyecto

En Mayo del 2013, a raíz de la publicación en el BOE del proyecto de presa de Aguaviva y el correspondiente periodo de información pública, se constituyó, en asamblea pública, la plataforma vecinal “El Bergantes No Se Toca”. Su objetivo: la defensa de los valores naturales, paisajísticos y culturales del río Bergantes. Dicha Plataforma mostró su total oposición a la realización de la presa planteada por la Confederación Hidrográfica del Ebro exigiendo su paralización inmediata.

Más de cien personas se dieron cita el 20 de junio de 2013 en la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) para entregar las casi 3.600 alegaciones contra la presa de Aguaviva, promovidas por la Plataforma y con el apoyo de diversas organizaciones ecologistas (COAGRET, WWF-Adena, SEO-BirdLife, Ecologistas en Acción y Amigos de la Tierra) durante los treinta días que duró el periodo de exposición pública, sin que se aceptara la prórroga solicitada por la Plataforma. Con estos miles de alegaciones se evidenció la sensibilización social del Bajo Aragón y comarcas cercanas en defensa del río Bergantes y en contra de la presa.



Entrega de alegaciones en la CHE el 20-6-2013.
Foto cedida por la Plataforma: "El Bergantes No Se Toca"

Desde entonces, vecinos e instituciones locales no ha cesado en su campaña de acciones colectivas y denuncias públicas. El Ayuntamiento de Aguaviva aprobó en julio de 2013 el rechazo a la construcción de la Presa y en agosto del 2013 una manifestación recorrió las calles del pueblo, en las que se exhibían pancartas contra la obra y en favor del río.



Manifestación en Aguaviva.
Foto cedida por la Plataforma: "El Bergantes No Se Toca"

Una comparecencia en las Cortes de Aragón en noviembre de 2013 y el apoyo de los ayuntamientos cercanos (Mas de las Matas, Alcorisa, Andorra, Morella, Forcall, Cinctorres, Olocau del Rey, Vallibona, La Mata, Villores...) así como de colectivos sociales (Asociación Naturalista de Aragón, Asociación Cultural Caliu, Amigos del Río y de los Espacios Naturales de Alcañiz), sindicatos (Comisiones Obreras, Organización Sindical de Trabajadores de Aragón...) y partidos políticos (PSOE, IU, CHA, EQUO, Puyalón y Podemos) han constatado la fuerza social y el “empoderamiento” de los aguavivanos.

Como suele ser habitual en este tipo de proyectos, los impulsores de la obra han venido promoviendo el enfrentamiento entre vecinos de distintos pueblos. En este caso, se ha abierto una campaña de miedo en Alcañiz, magnificando la amenaza de rotura de la presa de Calanda, al tiempo que se denostaba a los vecinos de Aguaviva bajo la acusación de “anteponer el río” al “riesgo de rotura de la Presa de Calanda con la consiguiente catástrofe en Alcañiz”.

No obstante, la iniciativa de la Fundación Nueva Cultura del Agua de celebrar, justamente en Alcañiz, el “Foro Técnico y Ciudadano sobre la Regulación del Guadalupe y el Conflicto del Bergantes” ha permitido poner las cosas en su sitio. Con la participación de técnicos, expertos universitarios y funcionarios de la CHE, además de representantes institucionales (ayuntamientos y comarca) y colectivos sociales del territorio, se pudieron matizar los problemas y debatir las soluciones, tal y como recoge el presente informe, que no es sino un fruto de aquel Foro. El camino quedó marcado, sobre la base del debate bien informado y del diálogo social, siguiendo el ejemplo cercano y bien conocido del Matarraña, que todos reivindican hoy como un ejemplo a seguir en la resolución de este tipo de conflictos.

5.2. Tramitación del proyecto de la Presa de Aguaviva

Con objeto de tener un conocimiento básico del estado de la tramitación del «Proyecto de la presa de aguaviva para laminación de avenidas en el río Bergantes, T.M. Aguaviva (Teruel)» en el momento de realizar este documento se anotan a continuación los principales hitos del procedimiento:

El 21 de octubre de 2004 la Dirección General del Agua autorizó a la Confederación Hidrográfica del Ebro la redacción del proyecto de la presa de aguaviva para laminación de avenidas en el río Bergantes, T.M. Aguaviva (Teruel).

El 22 de setiembre de 2008 la Dirección General del Agua (órgano sustantivo) remitió a la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (órgano ambiental) el documento comprensivo del proyecto para iniciar la tramitación de la evaluación de impacto ambiental con las consultas previas iniciadas por el órgano ambiental el 10 de diciembre de 2008.

El 22 de mayo de 2009 el órgano ambiental adoptó la determinación de amplitud y nivel de detalle que debía tener el estudio de impacto ambiental con los resultados de las consultas previas realizadas, notificado al órgano sustantivo el 1 de junio de 2009.

El 2 de julio de 2012 el órgano ambiental resolvió el archivo del expediente de evaluación de impacto ambiental por el transcurso del plazo establecido para la realización del estudio de impacto ambiental y su sometimiento a información pública.

En octubre de 2012 la empresa adjudicataria [Acciona Ingeniería, S.A.](#) redactó el proyecto, el estudio de impacto ambiental, el presupuesto (55 702 364,22 €) y el pliego de prescripciones técnicas particulares para su contratación.

El 24 de enero de 2013 el órgano sustantivo solicitó la conservación de actos administrativos del expediente archivado argumentando que el proyecto se ajustaba fielmente al documento comprensivo de 22 de septiembre de 2008.

El 11 de marzo de 2013 el órgano ambiental declaró la conservación de los actos administrativos del expediente archivado (documento de inicio, consultas previas, contestaciones recibidas y determinación del alcance del estudio de impacto ambiental), resolución que no fue notificada a las personas [consultadas](#).³

El 7 de mayo de 2013 la Dirección General del Agua autorizó la incoación del expediente de información pública del proyecto, de su estudio de impacto ambiental y de los bienes y derechos afectados, tras lo que el Director Técnico de la Confederación Hidrográfica del Ebro lo sometió el 15 de mayo de 2013 a [información pública](#).

El 31 de octubre de 2013 la Confederación Hidrográfica del Ebro difundió una [nota de prensa](#) en la que da a conocer un avance del informe de alegaciones presentadas en el período de información pública.

El 20 de febrero de 2013 la Confederación Hidrográfica del Ebro [difundió](#) un informe de la Diputación de Castellón favorable a la presa.

La [tramitación](#) continuaría con la remisión por el órgano sustantivo al órgano ambiental del proyecto, el estudio de impacto ambiental, las alegaciones presentadas y el informe de la promotora sobre las alegaciones. El órgano ambiental a la vista de esa documentación solicitaría información complementaria si es necesario y adoptaría la declaración de impacto ambiental, tras lo cual el órgano sustantivo puede autorizar o rechazar el proyecto.

3. El 11 de marzo de 2013 es el día a quo para el plazo de 18 meses del art. 10.2 del RDL 1/2008. Conforme a lo consignado en el MAGRAMA. <http://www.magrama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/>

6. El debate pendiente sobre estrategias alternativas

Los dos objetivos fundamentales del proyecto de presa de Aguaviva son evitar la rotura de la presa de Calanda y laminar avenidas para evitar daños aguas debajo de Calanda (Castelserás y Alcañiz). Aunque el proyecto mezcla ambos objetivos, en realidad se trata de problemas de naturaleza diferente que deben ser tratados de manera diferenciada.

En 2008, la Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental exigía expresamente que el Estudio de Impacto Ambiental (EsIA) contemplara los siguientes aspectos

“ ... Es preciso documentar la necesidad de mejorar la regulación de avenidas de este río, aportando al menos información relativa a las avenidas históricas registradas después de la construcción de los embalses existentes, la cartografía de los espacios inundados, la relación de dichos espacios con la delimitación del dominio público hidráulico, la evaluación de los daños ocasionados, y la situación de los bienes dañados en relación con el dominio público hidráulico...

Deberá incluirse como alternativa para disminuir el riesgo de avenidas la construcción de un aliviadero en la presa de Calanda y la disminución de la cota de la citada presa

...Asimismo se planteará la viabilidad económica, ambiental y funcional de alternativas basadas en la “gestión de las inundaciones” mediante medidas de subvención y seguros agrarios, deslinde, compra de terrenos, etc ...”

Desgraciadamente, el EsIA elaborado no respondía a estas exigencias clave. En él se presentaron 7 alternativas:

- Alternativa 0: no realización de la presa.
- Alternativa 1: presa en la cerrada de Aguaviva (río Bergantes).
- Alternativa 2, 3 y 4: presas aguas arriba de Aguaviva.
- Alternativa 5: construir un aliviadero de emergencia en la presa de Calanda complementario al existente.
- Alternativa 6: dejar fuera de servicio la presa de Calanda.

Las opciones 0, 5 y 6 fueron directamente descartadas y se analizaron las otras cuatro. La principal razón para eliminar la posibilidad de nuevos aliviaderos en Calanda fue:

“La Alternativa 5 no se va a considerar, ya que prácticamente no se reducen los caudales de las avenidas laminadas en el embalse, lo que provocaría graves inundaciones y daños en las poblaciones situadas aguas abajo de la presa, como la ciudad de Alcañiz.”

Esto, en rigor, no es un análisis de alternativas, ni siquiera preliminar, sino un expediente para descartar sin sustento alguno alternativas, entre las que está la que tendría menor impacto ambiental. Es obvio que la alternativa 5 no reduce ni pretende reducir los caudales de avenidas del río Guadalope, sino salvar la presa de su destrucción si el agua la sobrepasara, objetivo que es de hecho, o debería ser, el objetivo central. La criba de alternativas por “aspectos funcionales”, se vicia en la medida que se cambia el criterio de garantizar la seguridad de la presa por el de laminar las avenidas, sesgando la selección de opciones en favor de las presas y eludiendo analizar, técnica y económicamente, la construcción de un aliviadero en la presa de Calanda.

Ciertamente la presa de Aguaviva generaría una capacidad de regulación de las posibles crecidas del Bergantes, aguas abajo en el Guadalope, que no se conseguiría ampliando la capacidad de los aliviaderos de Calanda. Pero es necesario dejar claro que la inmensa mayoría de las presas en España y en todo el mundo no están diseñadas para laminar avenidas con periodo de retorno de 10.000 años. De hecho, lo que está previsto en las presas de hormigón, ante avenidas con este enorme periodo de retorno, sería que el agua salte la presa (sin peligro de hundimiento, al ser de hormigón), una vez que la capacidad de los aliviaderos se vea desbordada, liberando la crecida aguas abajo.

6.1. “Estrategias no estructurales” a diseñar

Entre las exigencias de la Dirección General de Evaluación y Calidad Ambiental, incumplidas por el Estudio de Evaluación Ambiental, destaca la realización de estudios que permitan desarrollar adecuadas políticas de ordenación de los territorios ribereños susceptibles de inundación, así como la consideración de las correspondientes estrategias “no estructurales” en la prevención y gestión de riesgos de inundación en toda la cuenca del Guadalope y del propio Bergantes. Esta directriz domina y preside, de hecho, las directrices de gestión de este tipo de riesgos en la UE y en todos los países avanzados en esta materia.

Ablandar las crecidas, previendo y respetando espacios de inundación fluvial que permitan expandir las riadas, siempre que la orografía del cauce lo permita, es una de las claves de este tipo de estrategias. Eso supone realizar una ordenación territorial de esos espacios, como eventualmente inundables, minimizando riesgos sobre bienes económicos y evitando con rigor riesgos sobre la seguridad de las personas.

La Directiva 2007/60/CE establece los instrumentos para reducir las consecuencias de las inundaciones mediante la gestión del riesgo, delimitando mapas de peligrosidad. Tanto la Directiva como el Real Decreto que la transpone enfocan la cuestión, no como un problema a evitar, sino como un riesgo consustancial a los ecosistemas fluviales (especialmente mediterráneos) a gestionar. Por tanto, se trata, ante todo, de un reto de ordenación territorial, en el espacio de inundación potencial, para minimizar o evitar los daños que pudieran producir las crecidas.

En el *valle del Bergantes* nos encontramos con importantes espacios de este tipo que deberían integrarse en adecuadas *estrategias no estructurales* de gestión de riesgos de crecida. Recalcular la posible onda crecida integrando en su gestión estas *estrategias* permitirá redimensionar y moderar esos riesgos en *Calanda*.

Por otro lado, es necesario dimensionar el nivel de vulnerabilidad, contando con la *capacidad de previsión climatológica* y de alerta temprana disponible. Tal y como se ha explicado anteriormente, tomando la referencia de la crecida del 2000, en la que el nivel llegó a 6 metros de la cota máxima de desborde, se dispuso de información fidedigna sobre la “gota fría” con más de 2 días de antelación, con lo que, de haberse actuado con la diligencia debida, iniciando el desembalse entonces, se habrían podido evacuar 26 hm³ (13 hm³/día) antes de que llegara la punta de crecida.

Por otro lado, es preciso realizar la valoración de riesgos sobre la base de usar perfiles temporales de precipitación que se ajusten a los procesos tormentosos reales vividos en el territorio. Por bruscas que sean esas precipitaciones, el desarrollo temporal del fenómeno tormentoso y la posterior secuencia de escorrentía, permiten disponer de un tiempo complementario (aunque más corto, en el caso del Bergantes) que debe añadirse a los 3 días en los que se dispone de información meteorológica fiable.

En esta línea, según nuestros cálculos, usando diligentemente el sistema de alerta disponible en la CHE, y contando con la capacidad de desagüe actual de la *presa de Calanda*, se podrían llegar a gestionar crecidas con puntas de hasta 4000 m³/s.

Asumir consecuentemente este tipo de estrategias implica lógicamente establecer protocolos de prealerta rigurosos, que garanticen las pertinentes acciones de desembalse por encima de todo tipo de presiones de partes interesadas en demorar las acciones de desembalse; garantizando en suma la prioridad efectiva de la seguridad de las poblaciones por encima de esos intereses.

Hasta la fecha la CHE no ha diseñado estas “estrategias no estructurales”, ni valorado su potencialidad, a pesar de que ésta debería ser la prioridad.

6.2. “Estrategias estructurales” alternativas

El diseño de las “estrategias no estructurales” no permite resolver la gestión de riesgos que debemos prever, aplicando de forma razonable la normativa vigente; pero, cuando menos, nos permitirá redimensionarlos y moderarlos de forma significativa.

Fuera cual fuera el nivel de riesgo que resultara, tras haber considerado esas estrategias “no estructurales”, se debe reflexionar sobre las posibles “estrategias estructurales” que existen, y que a nuestro entender son tres:

1. No intervenir en la *Presa de Calanda* y garantizar la laminación de crecidas aguas arriba, tanto si proceden del *Bergantes* como si vienen del *Guadalope*.
2. Construir nuevos aliviaderos en la *Presa de Calanda* que cumplan la norma legal.
3. Recreer la *Presa de Calanda* y redimensionar sus aliviaderos para cumplir la legalidad vigente.

En realidad la opción 2 podría considerarse un caso particular de la 3, asumiendo que el nivel de recrecimiento fuera nulo.

Como veremos, aunque la Administración ha considerado oficialmente las dos primeras opciones, decidió apostar por la primera, sin someter siquiera a información pública la segunda. No nos consta que haya considerado la opción 3 de recrecer *Calanda*, en una u otra medida, con lo que se reduciría la dimensión de los aliviaderos y se aumentaría la capacidad de laminación de avenidas y de regulación para los diversos usos.

6.3. Opción 1: Garantizar la laminación aguas arriba de Calanda

Los caudales que llegan a la *Presa de Calanda* proceden, como ya se ha explicado, de la cabecera del Guadalope, regulada por la *presa de Santolea*; y por otro lado, del río *Bergantes*, que no dispone de regulación alguna. Ello ha llevado a la CHE a centrar sus argumentos en la necesidad de regular el *Bergantes*. Sin embargo, el hecho de disponer de la presa de *Santolea* no garantiza, por sí mismo, laminar las posibles avenidas que vengan de la cabecera del *Guadalope*.

Aunque se piensa que disponer de un embalse garantiza la laminación de cualquier crecida, lo cierto es que, esa función laminadora depende de la capacidad de embalse que se reserve para tal fin, sacrificando otros usos y dejando espacio para recibir la eventual crecida. Existen de hecho multitud de ejemplos en los que las presas, gestionadas con la lámina lo más alta posible, para maximizar su productividad (producción hidroeléctrica y/o regadío), no sólo han brindado un escaso servicio de laminación, sino que incluso, en ocasiones, han contribuido a aumentar la crecida y sus impactos, al producirse desembalses masivos en plena crecida para preservar la seguridad de la presa.

Por ello, la *presa de Santolea*, recrecida o no, tendrá más o menos capacidad de laminación, y contribuirá más o menos a paliar la vulnerabilidad de la *presa de Calanda*, en función de la reserva que se deje vacía para laminar posibles avenidas.

El propio *Estudio de Viabilidad del Proyecto de Recrecimiento de Santolea*, elaborado y publicado por la *Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad*, establece que, para paliar la vulnerabilidad de la *presa de Calanda*, debería garantizarse una reserva de 70-80 hm³ en *Santolea*:

“ Para contribuir a garantizar la seguridad de la presa de Calanda se debería contar con una reserva para laminación de avenidas de unos 70-80 hm³ en el embalse de Santolea ... “

Ello supondría, por tanto, una enorme reducción de disponibilidad de caudales para el regadío del *Canal Calanda-Alcañiz*, de forma que ni siquiera el aumento de 64 hm³ en la capacidad que aportaría el *recrecimiento de Santolea* sería suficiente para cubrir esta función de regulación de avenidas.

Como ya se ha dicho, la *presa de Aguaviva* supondría garantizar una capacidad de retención, en avenida extrema, de 90 hm³, y un caudal de salida de 1.728 m³/s.

Con ambas piezas, pero no sólo con la presa de Aguaviva, como algunos creen, la CHE configura su estrategia para cumplir la normativa vigente.

6.4. Opción 2: Construir nuevos aliviaderos en la Presa de Calanda

Para garantizar una capacidad suplementaria de desagüe en Calanda se prevén dos túneles de gran envergadura, cuyos vertederos podrían adoptar dos posibles soluciones: *tipo cáliz (morning glory)* o en *laberinto*.

Respecto a la alternativa tipo cáliz o morning glory, no se dispone del proyecto, pero sí de la información sobre el modelo reducido construido por el *Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos - CEDEX* para validar su funcionamiento hidráulico. Cada aliviadero tendría 50 metros de diámetro y las pruebas realizadas en maqueta certifican una capacidad, de 1.125 m³/s por aliviadero, para la avenida de proyecto, lo que totaliza 2250 m³/s; y en avenida extrema, 1.675 m³/s, por aliviadero, lo que da un total de 3.350 m³/s. Añadiendo a esos caudales los 1.600 m³/s de la actual presa, se cumplen las condiciones exigidas por el Reglamento sobre seguridad de Presas (1996).

La opción de aliviaderos en laberinto, fue proyectada en 2012 y probada en sendos modelos reducidos por el *Instituto de Hidrodinámica Aplicada (INHA)* y el *Laboratorio de Hidráulica del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX*. La integración de ambos modelos, hecha por el INHA, confirmó la capacidad de desagüe en Nivel Máximo Normal (NMN), Nivel de Avenida de Proyecto (NAP) y Nivel de Avenida Extrema (NAE) (ver cuadro 7).

Cuadro 7. Capacidad de desagüe de los nuevos aliviaderos proyectados

Nivel	Aliviadero principal	Aliviaderos en laberinto (2)	Desagües de fondo	Total (m ³ /s)
NMN (440,00)	670	0	156	826
NAP (441,894)	1.170	2.312	158	3.640
NAE (442,504)	1.300	3.369	160	4.829

Estos resultados certifican, en suma, la viabilidad del proyecto de nuevos aliviaderos. Sin embargo, desde la CHE se argumenta que, si se construyeran, las eventuales crecidas que pudieran ocurrir en 1000 o 10.000 años, serían liberadas generando impactos aguas abajo. Como ya hemos argumentado, en todo caso, estos riesgos nada tienen que ver con los que se derivan de la actual vulnerabilidad de la *presa de Calanda*. En definitiva, una cosa es evitar el riesgo de colapso de una presa y otra bien distinta ordenar el territorio para gestionar futuras crecidas, cuestión que debemos afrontar en todo caso y en todas las cuencas. Lo que aquí nos ocupa es resolver los problemas de vulnerabilidad de la *presa de Calanda* y su adecuación a la normativa de *seguridad de presas*.

6.5. Opción 3: Recreer la Presa de Calanda y redimensionar sus aliviaderos

Aunque no nos consta que exista un proyecto que considere y desarrolle esta estrategia, combinar un aumento de capacidad de *Calanda* conllevaría un redimensionamiento de los aliviaderos, pero menor que si la presa no se recrece.

Estudiar esta opción, evaluando diversos compromisos que combinen niveles de recrecimiento y redimensionamiento de aliviaderos, permitiría contrastar costes y beneficios esperados, al ofrecer una laminación complementaria de las crecidas aguas abajo de *Calanda*, en una u otra medida, así como una regulación mayor para los diversos usos en la cuenca.

6.6. Aspectos jurídicos del análisis de alternativas

Las insuficiencias del análisis de alternativas descritas tienen efectos jurídicos ya que impiden que pueda considerarse realizado un adecuado estudio de impacto ambiental conforme al Derecho ambiental de la Unión Europea como se verá a continuación.

6.6.1. Análisis de alternativas y la evaluación de impacto ambiental

El estudio de impacto ambiental incluye un capítulo dedicado al análisis de alternativas. En el incluye a su vez un análisis preliminar de apenas cuatro páginas en el que excluyen de forma lacónica aquellas alternativas que contempla por exigencias del órgano ambiental (Oficio de 22 de mayo de 2009). Como ya se ha señalado resulta llamativo el rechazo a estudiar la alternativa 5 de construir un aliviadero de emergencia en la presa de Calanda con argumentos de seguridad para los que no cuenta los necesarios estudios hidrometeorológicos (página 20).

La Directiva de evaluación de impacto ambiental establece que la promotora de un proyecto está obligada a proporcionar información entre la que se encuentra una exposición de las principales alternativas estudiadas y una indicación de las principales razones de su elección, teniendo en cuenta los efectos medioambientales (artículo 5.3 de la Directiva 2011/92/UE).

No debe considerarse cumplida la exigencia del análisis de alternativas por parte de la promotora al eludir el análisis detallado de aquellas alternativas que se han mostrado factibles con estudios rigurosos e independientes y que el órgano ambiental ha establecido como alcance necesario del estudio de impacto ambiental.

6.6.2. Análisis de alternativas y red Natura 2000

El estudio de impacto ambiental reconoce que el proyecto deteriorará de manera directa el estado de conservación del LIC ES2420117 Río Bergantes estimando unas superficies afectadas de 29 823,9 m² en la cerrada y su entorno, y de 825 129,3 m² aguas abajo (página 72). Igualmente reconoce la afección a hábitat prioritarios como es el caso de 6220 Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del Thero-Brachypodietea (Thero-Brachypodion ramosi Br.-Bl. 1925) (página 62).

La Directiva hábitats establece como regla general que los Estados miembros están obligados a evitar el deterioro de los hábitats naturales y que sólo bajo ciertas condiciones puede autorizarse la realización de un proyecto que cause perjuicio a la integridad del lugar. Una de esas condiciones es la ausencia de soluciones alternativas (artículo 6.4 de la Directiva 92/43/CEE).

La implementación de esta condición refuerza la necesidad de que el análisis de alternativas del estudio de impacto ambiental tenga una mayor amplitud y detalle para evitar que se produzca un deterioro de la biodiversidad prohibido por el Derecho de la Unión Europea.

6.6.3. Análisis de alternativas y Directiva marco del agua

El estudio de impacto ambiental reconoce que el proyecto supondría el deterioro del estado de al menos dos masas de agua superficiales: la 138 Río Bergantes desde la población de La Balma hasta la cola del Embalse de Calanda y 356 Río Bergantes desde los ríos Celumbre y Cantavieja hasta la población de La Balma (páginas 56 a 58). Ambas masas de agua se encuentran en un estado bueno conforme establece el apéndice 3 de la Memoria del Plan Hidrológico aprobado por Real Decreto 129/2014.

La [Directiva marco del agua](#) establece como regla general que los Estados miembros están obligados a prevenir el deterioro del estado de todas y cada una de las masas de agua de su territorio. No obstante, en el caso de nuevas actuaciones como el proyecto en estudio que suponen un deterioro del estado de una o más masas de agua, sólo puede autorizarse cuando se cumplen determinadas condiciones. Entre las condiciones impuestas es necesario que los beneficios obtenidos con dichas modificaciones o alteraciones de la masa de agua no puedan conseguirse, por motivos de viabilidad técnica o de costes desproporcionados, por otros medios que constituyan una opción medioambiental significativamente mejor (artículo 4.7.d de la Directiva 2000/60/CE).

La aplicación de esta norma exige a la promotora del proyecto, ente otras condiciones, la realización de un análisis objetivo de alternativas reales y que justifique que la alternativa elegida, no sólo es la que menor impacto puede producir, sino que ninguna del resto de alternativas ambientalmente mejores es elegible por razones de viabilidad técnica o de costes desproporcionados. Justificación que en el presente caso no se ha producido.

Téngase en cuenta además que conforme a la exigida coordinación de la Directiva marco del agua con la Directiva de inundaciones, resulta claramente insuficiente la justificación del proyecto analizado. En el estudio de impacto ambiental no se ha evaluado las potenciales consecuencias negativas concretas (viviendas, infraestructuras, actividades económicas, etc.) y se ha sido incoherente con la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación y los mapas de peligrosidad y de riesgo de inundaciones adoptados para la Demarcación hidrográfica del Ebro (artículos 4.2.d y 6.8 de la Directiva 2007/60/CE).

6.7. Otras cuestiones importantes a considerar

Más allá de todo lo dicho, querríamos tratar dos cuestiones importantes a las que no se suele prestar atención:

- El problema de la colmatación de la presa de Aguaviva.
- El posible cambio los objetivos de la presa, previsto oficialmente para un futuro.

6.7.1. La previsible colmatación de la presa de Aguaviva

Un problema importante que no ha sido tenido en cuenta a la hora de escoger alternativas es el hecho del rápido proceso de colmatación de sedimentos que puede afectar a la presa de Aguaviva.

En el anejo 4 del proyecto, “Estudio de sedimentación”, se puede leer:

“El embalse de Aguaviva, recibe aportaciones sólidas de sedimentos ... previendo un aporte total de 24 hm³ a los 50 años ... representaría la pérdida de un 30 % de la capacidad del embalse.... la pérdida de capacidad del embalse puede suponer la reducción del efecto laminador del mismo con el tiempo, por lo que se considera necesario establecer una serie de medidas ...”

Dicho de otro modo, la previsión oficial es que la capacidad de laminación se reduciría progresivamente, hasta colmatarse completamente en 167 años. Se construiría pues una presa para resolver un riesgo en los próximos 10.000 años, que realmente sólo cubriría un 1,6% del riesgo a lo largo de los 167 años de vida útil. Y sólo lo cubriría parcialmente según se vaya colmatando.

6.7.2. El posible cambio de objetivos de la presa previsto oficialmente

Una de las preocupaciones de los vecinos de Aguaviva radica en que esta presa de “agujero”, para laminar avenidas, sea la primera fase, en un futuro más o menos cercano, para acabar cumpliendo funciones de regulación y almacenamiento de agua.

Pero no se trata de sospechas especulativas e infundadas. Cuando en 1996 se realizó el estudio de laminación del Bergantes y se optó por la presa de Aguaviva, se explicitaba:

“Por último, no hay que olvidar la conveniencia de que la solución estudiada sea susceptible de cambiar de uso o, al menos, de tener usos alternativos o compatibles, como puede ser regulación de aportaciones y control de avenidas, en colaboración de otras obras que puedan proyectarse en el futuro ... Se puede valorar la posibilidad de, una vez construida la presa ... transformarla en presa de regulación, analizar las pérdidas de caudales en los llenados que se originen por avenidas ... A partir de los resultados anteriores se podrá evaluar la viabilidad de una presa de regulación y en su caso definir las medidas de impermeabilización ... el nuevo embalse permitiría liberar caudales de este río para los riego aguas abajo de Calanda y el abastecimiento, tanto de agua potable como industrial, de Alcañiz y, posiblemente, Caspe.

Para realizar esto es necesario :

- Dotar a los agujeros ... que se prevén en la presa ... de los equipos que permitan su control, para que funcionen como desagües de fondo o como tomas...
- Completar los estudios geológicos para asegurar la impermeabilidad del vaso...”

Por otro lado, en enero de 2009 la Dirección General de Desarrollo Rural del Gobierno de Aragón, a petición de Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, concluye:

“...la alternativa 1 (cerrada en Aguaviva), es más interesante desde el punto de vista agrícola, siempre y cuando permita la regulación de caudales para regadíos existentes o futuros en la zona. Las otras alternativas estudiadas, no permiten esta funcionalidad...”

Otro detalle que alimenta la perspectiva de ese cambio de uso de la presa está en que tenga tres puntos de desagüe, a diferentes cotas, a semejanza de otras presas para regulación de caudales. En el mundo existen presas de laminación de avenidas con un gran agujero que, en

condiciones normales, no quiebran la continuidad fluvial. En este caso, sin embargo, el que se proyecten diferentes elementos de desagüe (ver cuadro 8), sobre los que podrían montarse “sistemas de control”, resulta más que sospechoso.

Cuadro 8. Desagües previstos en la presa de Aguaviva

	Desagües de fondo	Aliviadero 1	Aliviadero de superficie	Total
Capacidad de desagüe (m ³ /s)	498,88	363,84	896,63	1.759,35
Cota (msnm)	466,05	475,16	510,00	515,45

El anteproyecto de presa de Aguaviva de 1996, ligeramente diferente a éste, presentaba 6 conductos a ras de río y un aliviadero fijo sin compuerta, descritos así:

“Los desagües de fondo (agujeros), terminan en un cuenco amortiguador. Sobre ellos, en su parte terminal, se forma una plataforma que tiene dos fines:

...Servir de plataforma para una futura cámara de válvulas, que permita pasar los agujeros o algunos de ellos a desagües de fondo o tomas, si en el futuro la presa pasa a tener un uso mixto laminación de avenidas - regulación de aportaciones.”

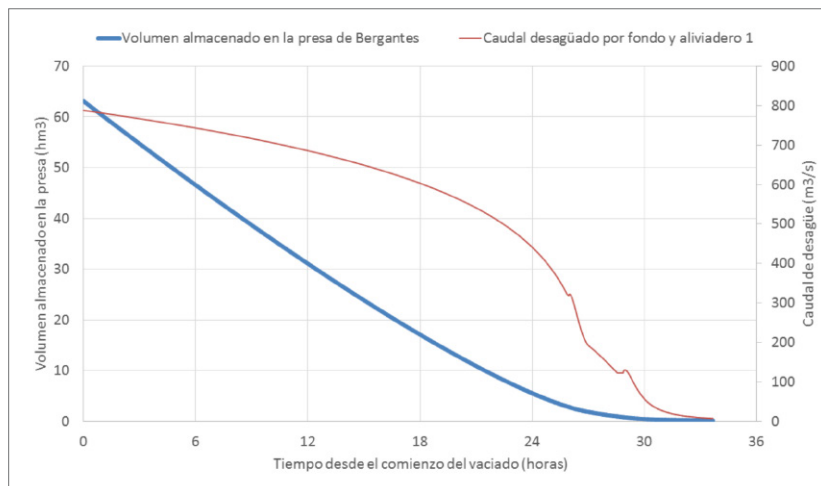
El propio estudio de impacto ambiental de la presa de Aguaviva considera que:

“Otro condicionante interesante es la posibilidad de que la alternativa sea susceptible de cambiar de usos, alternativos y compatibles, es decir que permita la laminación de avenidas y a su vez pueda permitir la regulación de las aportaciones.”

La gestión de Aguaviva como embalse para regular y laminar sería sencilla. Dado que el momento del año en que el Bergantes podría poner en riesgo la presa de Calanda es octubre-noviembre, por fenómenos mediterráneos de *gota fría*, bastaría con asegurar que el embalse estuviera vacío ante esa posible *gota fría*. Fuera de ese tiempo, el embalse podría almacenar hasta 63,1 hm³ para riego. Para ello se trataría de servir demandas de riego desde Aguaviva, de forma que se termine de desembalsar a mediados de septiembre, comenzando el otoño con el embalse vacío.

Otra opción estratégica consistiría en realizar una gestión independiente del uso laminador y de regulación, asegurando realizar el vaciado del embalse en el momento en que Protección Civil y la Agencia Española de Meteorología dé aviso de gota fría. Los dos días de adelanto con que se puede realizar este aviso sería suficiente para vaciar los 63,1 hm³, generando un caudal punta de 788 m/s asumible por los aliviaderos de Calanda. La siguiente gráfica, elaborada a partir de los datos del proyecto de presa de Aguaviva, demuestra que en unas 33 horas el embalse se podría vaciar completamente.

Gráfico 11. Evolución del vaciado rápido de la presa de Aguaviva en caso de uso para regulación



6.8. Valoración de las diversas estrategias posibles

A la hora de diseñar una estrategia razonable para gestionar los riesgos derivados de la vulnerabilidad de la *presa de Calanda* es preciso, ante todo, como ya hemos explicado, dimensionar ese nivel de vulnerabilidad sobre la base de aplicar, en prioridad, adecuadas “estrategias no estructurales”. Para ello, se debe contar con la capacidad de previsión climatológica disponible, así como con el diseño de estrategias de *ordenación territorial en el dominio de inundación*, aguas arriba, que permitan ablandar las avenidas. El redimensionamiento cuantificado de riesgos que pueden aportar estas estrategias escapan a las capacidades y medios disponibles para desarrollar el presente trabajo. En todo caso, más allá de estas limitaciones, abordaremos el debate valorativo de las estrategias estructurales presentadas.

Al considerar la opción de la CHE, basada en el proyecto de *presa de Aguaviva*, es fundamental insistir en que las crecidas pueden proceder, en una u otra medida, del *Bergantes* o de la cabecera del *Guadalope*. En línea con la opción 1, se pretende resolver el problema regulando y laminando las posibles crecidas aguas arriba de *Calanda*, sin actuar sobre la vulnerabilidad estructural de la propia *presa de Calanda*. Ello exigiría por tanto, además de laminar las crecidas del *Bergantes* (con la *presa de Aguaviva*), reservar los 70-80 hm³ ya reseñados en el embalse en *Santolea* (recrecido o no), para laminar las posibles avenidas del *Guadalope*. Dudamos mucho que esta estrategia sea apoyada por las comunidades de regantes, a las que se ha prometido más y más caudales de riego, con el *Recrecimiento de Santolea*.

Por otro lado, los graves impactos ambientales y sociales de la *presa de Aguaviva*, implican problemas de aceptabilidad social, por un lado, y problemas legales difíciles de superar, al transgredirse la *Directiva Hábitats* que protege los LIC (Lugares de Interés Comunitario) de la Red Natura, en la que figura la cuenca afectada del *río Bergantes*. Es preciso tener en cuenta que, aunque es cierto que tales restricciones ambientales podrían excepcionarse bajo

el argumento de la *seguridad de poblaciones en riesgo*, no lo es menos que la *Directiva* contempla esa excepción únicamente si no existen alternativas que permitan resolver los citados problemas de *seguridad*, extremo que no se cumple en este caso, al existir alternativas, tal y como ya se ha explicado.

Además, la Directiva Marco de Aguas dispone que cualquier proyecto, como por ejemplo una gran presa, que “pueda impedir la consecución de un buen estado ecológico o provoque un deterioro del estado de las masas de agua, sólo podrá llevarse a cabo si se cumplen las condiciones establecidas en el artículo 4.7⁴”. En este caso, la alteración hidromorfológica que causaría el embalse impediría el mantenimiento del *muy buen estado ecológico* actual de la masa de agua en cuestión.

La opción 3, consistente en combinar un nivel de *recrecimiento de la presa de Calanda* con la construcción de nuevos aliviaderos, redimensionados con arreglo al nivel de *recrecimiento* que se adoptara, ofrece un abanico de posibilidades que deberían considerarse y valorarse económicamente. Esa valoración económica debería incluir el valor de los caudales regulados, conseguidos con el recrecimiento, así como el valor de las afecciones evitadas aguas abajo, por la laminación suplementaria de las crecidas.

En todo caso, los proyectos de nuevos aliviaderos elaborados por la Administración, sin recrecer la presa de Calanda y sin considerar el diseño y aplicación de “estrategias no estructurales”, prueban la existencia de alternativas. Por otro lado, diseñar y desarrollar en prioridad “estrategias no estructurales” llevará, cuando menos, a reducir las desmedidas dimensiones esos nuevos aliviaderos.

6.9. Promover una estrategia social y ambientalmente aceptable

Hace apenas una década, en la vecina cuenca del Matarraña, el agudo conflicto suscitado por un proyecto de *trasvase-bombeo en Beceite*, desde el propio *Matarraña* al *embalse de Pena*, se acabó resolviendo mediante un proceso de *diálogo con intermediación social* que todo el mundo, incluida la propia CHE, valora y usa como ejemplar, a nivel nacional e internacional. Esa experiencia marca el camino a seguir, especialmente en este caso, por cuanto se trata de una experiencia próxima y bien conocida en la zona.

4. a) se adopten todas las medidas factibles para paliar los efectos adversos en el estado de la masa de agua, b) que los motivos de las modificaciones o alteraciones se consignen y expliquen específicamente en el plan hidrológico de cuenca exigido con arreglo al artículo 13 y que los objetivos se revisen cada seis años, c) que los motivos de las modificaciones o alteraciones sean de interés público superior y/o que los beneficios para el medio ambiente y al sociedad supone el logro de los objetivos establecidos en el apartado 1 se vean compensados por los beneficios de las nuevas modificaciones o alteraciones para la salud humana, el mantenimiento de la seguridad humana o el desarrollo sostenible, d) que los beneficios obtenidos con dichas modificaciones o alteraciones de la masa de agua no puedan conseguirse, por motivos de viabilidad técnica o de costes desproporcionados, por otros medios que constituyan una opción medioambiental significativamente mejor.

Los vecinos de Aguaviva, en el Bergantes; los vecinos de localidades aguas abajo de *Calanda*, especialmente los de Alcañiz; los vecinos de Andorra e incluso Endesa, como propietaria de la térmica; los regantes del regadío tradicional y de los nuevos regadíos del *Canal Calanda-Alcañiz*; sindicatos agrarios, asociaciones de empresarios, sindicatos de trabajadores etc...; deberían ser convocados a un proceso participativo en el que se deberían presentar y debatir las claves de una estrategia que, a nuestro entender, podría hacer compatibles la seguridad de las personas, la sostenibilidad de los ecosistemas, las actividades e intereses económicos del turismo en el Bergantes, la producción agraria y la generación eléctrica, con amplios niveles de aceptabilidad social.

Las claves de esa estrategia social y ambientalmente aceptable se podrían sintetizar así:

1. Priorizar el diseño de “estrategias no estructurales” y redimensionar los riesgos que su aplicación supondría.
2. Estudiar posibles alternativas que combinen el recrecimiento de la presa de Calanda con el redimensionamiento de la capacidad de sus aliviaderos, de forma que se cumpla la normativa vigente en materia de seguridad de presas.
3. Ordenar los espacios de inundación fluvial, aguas abajo de Calanda, de forma que las crecidas a prever no generen riesgo sobre las personas y se minimicen los impactos sobre bienes económicos, como debería hacerse en todas las cuencas.

Agradecimientos

Como coordinador del *Foro Técnico y Ciudadano sobre el Bergantes-Guadalope* y en representación de la *Fundación Nueva Cultura del Agua* que organizó el evento, en colaboración con la Asociación “El Bergantes no se toca”, el 15 de febrero del 2014 en Alcañiz, quiero agradecer la participación de la Confederación Hidrográfica del Ebro, representada en el Foro por su Presidente D. Xavier de Pedro, y de los prestigiosos expertos y profesores universitarios de muy distintos campos disciplinares que ofrecieron sus valiosas aportaciones. Agradezco igualmente a los vecinos de Aguaviva y a la Asociación “El Bergantes no se toca” la impecable organización del Foro. Pero muy particularmente quiero agradecer la participación de los profesores D. Juan Pedro Martín Vide, de la Universidad Politécnica de Cataluña y D. Miguel Sánchez Fabra de la Universidad de Zaragoza, que además de participar en el Foro, han ofrecido textos y revisado este trabajo. Gracias a todos ellos ha visto finalmente la luz este informe que espero sea útil para encontrar soluciones razonables a los problemas planteados.

Pedro Arrojo Agudo

Profesor Emérito del Dpto. de Análisis Económico de la Univ. de Zaragoza

Bibliografía

BENITO et ali (2004) “Hidrología de paleocrecidas y seguridad de presas” en Benito y Díez (2004), “Riesgos naturales y antrópicos en geomorfología” (Actas de la VIII Reunión de Geomorfología, Toledo 22-25 de septiembre de 2004. SEG y CSIC, Madrid.

LOPEZ AVILÉS (2000) “Las avenidas históricas en diversos municipios del curso alto y medio de los ríos Guadalope y Bergantes (Maestrazgo –Bajo Aragón). Grupo de Estudios Masinos. Vol. 19.

MATEO LÁZARO et ali (2013), “Análisis de frecuencia y clasificación de eventos hidrometeorológicos reales en tres cuencas del NE de España”GEOGACETA. Sociedad Geológica de España.

Estudio de seguridad de avenidas extremas de los embalses del Guadalope (1990). Confederación Hidrográfica del Ebro

Estudio de laminación de avenidas en el río Bergantes (1996). Confederación Hidrográfica del Ebro.

Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro (1996). Confederación Hidrográfica del Ebro.

Plan Hidrológico de los ríos Guadalope y Regallo (Documentación previa para su análisis). (2007). Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón y Generalitat Valenciana.

Estudio de viabilidad del Proyecto de Recrecimiento de Santoles (2006). Secretaría General para el Territorio y la Biodiversidad del Ministerio de Medio Ambiente.

Proyecto de Aliviadero en la Presa de Calanda en el Río Guadalope, T.M. Calanda. Teruel, adjudicado a IBERINSA en enero de 2007.

Proyecto de la Presa de Aguaviva para laminación de avenidas en el Río Bergantes.T.M. Aguaviva (Teruel), adjudicado a IBERINSA en diciembre de 2007.

Proyecto de la presa de Aguaviva para la laminación de avenidas en el río Bergantes, de su estudio ambiental y de los bienes y derechos afectados (2013). Confederación Hidrográfica del Ebro.

Modelo físico del aliviadero de la presa de Calanda. Roberto Carlos Martínez García. Ingeniero Técnico de Obras Públicas; Técnico N22; CEH (CEDEX).

Datos publicados en las Jornadas técnicas en “Avances sobre investigación aplicada en seguridad hidráulica de presas” de junio de 2013 organizadas por el CEDEX donde se presenta una comunicación sobre “Estudio del comportamiento hidrodinámico del aliviadero de la presa de Calanda y diseño de soluciones alternativas (2010)”.



Fundación Nueva Cultura del Agua, 2014
Pedro Cerbuna 12 · 50009 Zaragoza · Tel: 976 761 572
Correo electrónico: fnca@unizar.es · www.fnca.eu