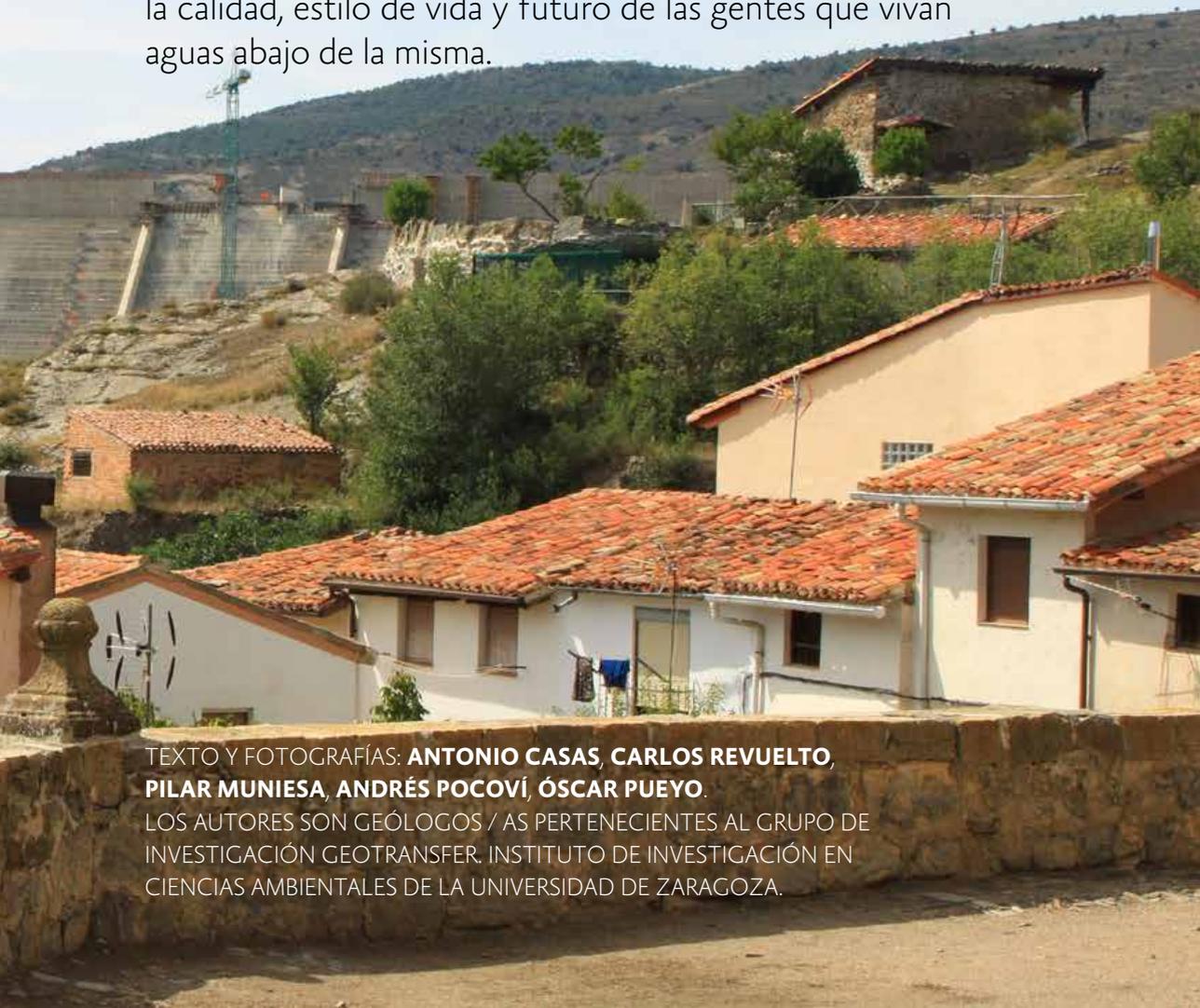


LA PRESA DE ENCISO

CERTIFICADO DE DEFUNCIÓN
PARA EL VALLE DEL CIDACOS



El proyecto de presa de Enciso en el valle del Cidacos es ya una realidad: 100 metros de pared de hormigón (94 metros desde el cauce, 105 metros sobre cimientos) que se alzan amenazadores sobre Enciso para retener 37 Hm³ (tres cuartas partes del volumen anual del río). Lejos de aportar soluciones para el desarrollo del alto Cidacos, la presa, tal como está diseñada, constituye un grave riesgo y una hipoteca para el futuro de todas las poblaciones situadas entre Yanguas y Arnedo. En este artículo se exponen los riesgos asociados a la construcción y llenado de la presa de Enciso, cuyas consecuencias afectarán a la calidad, estilo de vida y futuro de las gentes que vivan aguas abajo de la misma.



TEXTO Y FOTOGRAFÍAS: **ANTONIO CASAS, CARLOS REVUELTO, PILAR MUNIESA, ANDRÉS POCOVÍ, ÓSCAR PUEYO.**

LOS AUTORES SON GEÓLOGOS / AS PERTENECIENTES AL GRUPO DE INVESTIGACIÓN GEOTRANSFER. INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA.

EL TRASFONDO GEOLÓGICO Y SÍSMICO DE LOS PROBLEMAS DE LA PRESA DE ENCISO

Los problemas geológicos y sísmicos del valle del Cidacos no han sido creados por la presa de Enciso, pero la ignorancia y el menosprecio de la sismicidad y las características geológicas de la zona por parte de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) a la hora de considerar el proyecto pueden dar lugar a consecuencias nefastas. Que la presa está situada sobre una zona sísmica y una falla de actividad importante es evidente si se consulta la información del Instituto Geográfico Nacional (IGN), (ver figura 1).

De hecho, dentro del marco geológico del norte peninsular, La Rioja presenta una sismicidad comparable a la del Pirineo. Esta realidad se recoge en la actualización del mapa de peligrosidad sísmica de España realizado por el IGN en 2012, por lo que se impone unas condiciones para el diseño constructivo de la zona. Curiosamente su articulación normativa no ha entrado en vigor a pesar de que los mapas pueden consultarse en la página web del IGN y que supondría triplicar los cálculos preventivos ante sismos.

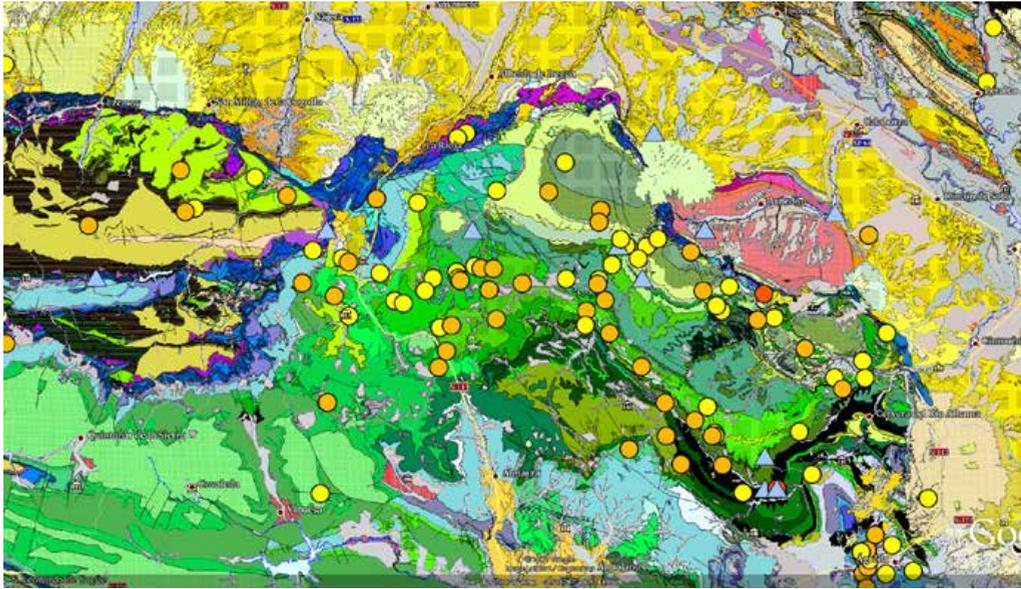


Figura 1. Sismicidad en La Rioja (terremotos representados por círculos, tomados de la base de datos del IGN) en relación con la geología (representada a partir de datos del Instituto Geológico y Minero de España, IGME). Obsérvese que la distribución de terremotos está en relación con el denominado cabalgamiento de Cameros, que limita los materiales mesozoicos de las Sierras de Cameros y Demanda (al sur, en colores verdes) de los materiales terciarios del Surco Riojano o cuenca del Ebro (al norte, en tonos amarillos y naranjas). El cabalgamiento de Cameros se extiende por debajo de las Sierras, desde la superficie hasta 10 kilómetros de profundidad, generando la sismicidad que aparece en la zona.

Este nuevo mapa reconoce un hecho ya conocido para los habitantes de la Rioja Baja: la sismicidad de intensidad importante, pero con períodos de recurrencia largos, que dio lugar a terremotos tales como el que provocó el hundimiento de los baños de Arnedillo en 1817 (y que se sintió de forma importante en Calahorra, (ver figura 2), y ya en el siglo XX el terremoto de Turruncún de 1929 (de intensidad VII) y el de Aguilar del río Alhama

El Día 18 de Marzo de 1817 a las diez, y quarenta, y nueve minutos de la mañana estando cantando las vísperas de S. José en la 5^{ta} Iglesia Catedral de Calahorra advertimos un ruido sordo en toda la Iglesia a la manera q^{ue} quando se commueve un edificio p.^a el peso de muchos coches; fue creciendo p.^a momentos; se desprendian chimas de las bóvedas, se tambaleaba toda la Iglesia, y entonces parose el canto; huximos todos con direccion a la Sacristia; y salimos a la arbolada con capas de lora; ya cesaba entonces el terremoto; f. fue muy grande p.^a lo sacudimiento, y balanceo de toda la fabrica; reclinaban las piedras; y estubo a pique de aplomarse el edificio: repitio luego a los diez minutos; pero fue menor: estubo a sentirse tercera vez; y varias veces en las veinte siguientes horas advirtieron algunos pequeños sacudimientos momentaneos: pero el primero duró como dos minutos. Sintiose al mismo tiempo en toda la Rioja, Sietor, Sierra de Cameros, Sierra de Loria, Madrid, Burgos, Navarra hasta Cataluña, en las Chovas, Santander: y estubo la tierra temblando p.^a espacio de veinte dias, y mas, a la manera q^{ue} si estubiera decastrada; y asi se sintieron varias convulsiones. Hubo alteracion en las fuentes, y en su curso; las aguas minerales de Arnedillo se undieron; y asi desaparecio la estufa, y baño; y solo continuo la fuente en menor cantidad arrojando agua.

Figura 2. Fragmento del manuscrito que describe los efectos del terremoto de 1817 en la Rioja Baja (cortesía de Luis Pío Llaría).

de 1961 (con intensidad VIII). Además, ha habido una multitud de terremotos detectables física e instrumentalmente, que marcan el recorrido en profundidad del denominado cabalgamiento de Cameros, la gran falla que separa las sierras riojanas de la cuenca del Ebro (figura 1). Esto nos indica que, aunque la mayor actividad de esta gran falla se produjo entre hace 104 y 40 millones de años, sigue siendo activa en la actualidad y dada su extensión (puede seguirse a lo largo de más de 100 kilómetros, desde Atapuerca hasta el Moncayo) puede dar lugar a sismos importantes.

Además de la sismicidad natural previa conocida en la zona, el hombre es también capaz de generar terremotos (sismicidad inducida). Este fenómeno ha aparecido en una serie de embalses distribuidos a lo largo de todo el mundo. Aunque es más frecuente en embalses con una lámina de agua importante (hasta 250 metros), se ha detectado este fenómeno en aquellos que presentan más de 30 metros de altura, situados o no sobre zonas que presentaban un registro anterior de sismicidad. En nuestro caso, resulta especialmente chocante, puesto que la sismicidad inducida depende del contexto sísmico natural, que no exista un estudio específico relacionado con la sismicidad natural y con la posible sismicidad inducida por el embalse. Este hecho no se debe a razones específicamente científicas sino a que la normativa aplicable en el momento de redacción del proyecto no obligaba a ello, a pesar de que los conocimientos actuales indican que habrá movimientos importantes (medidos en términos de aceleración, que llegarían a 0.08 veces el valor de la gravedad; es decir tres veces mayor que el usado para los cálculos del proyecto original) en caso de producirse un sismo. Es decir, que en caso de producirse una catástrofe por sismo y/o inundación en el valle del Cidacos debido a la presa de Enciso, ni el organismo ejecutor de la obra ni los firmantes del proyecto tendrían ninguna responsabilidad administrativa o penal sobre los daños producidos, aunque desde el punto de vista ético dicha responsabilidad es evidente. Si nos fijamos en la aplicación de las mejores técnicas, conocimientos y metodología de estudio disponibles, las conclusiones de esta valoración serían obvias. En este sentido, los cambios de normativa no hacen que el riesgo cambie, sino que lo hace el conocimiento disponible que permite evaluar mejor los factores geológicos y naturales de una determinada zona, como se realizó en 2012 con el nuevo mapa de peligrosidad sísmica de España a raíz del terremoto de Lorca de 2011.

En cuanto a la geología, hay que destacar que en este tipo de proyectos relacionados con embalses, su estudio suele ser un mero elemento decorativo más que un factor que se tenga en cuenta de forma efectiva y que intervenga en el diseño o decisión de construcción de un embalse. De hecho, la ubicación de las cerradas de los embalses (al menos en la cuenca del Ebro) no se decide en función de criterios geológicos o sísmicos sino más bien hidrológicos o simplemente topográficos. Esta es la causa de muchas de las



Los deslizamientos de las laderas crearán continuos problemas en la variante entre Enciso y Yanguas. Su reparación encarecerá de forma considerable el presupuesto de la obra.

“chapuzas” (desde el punto de vista geológico) realizadas en los últimos años en la cuenca del Ebro, de difícil solución y que en algunos casos comportan riesgos importantes para poblaciones situadas aguas abajo (embalses de Montearagón, Yesa, La Loteta, Terroba, Los Fayos, etc.).

A priori, el Cidacos corta las unidades geológicas jurásicas y cretácicas de los grupos Urbión y Enciso (que forman parte de la cuenca de Cameros) de forma perpendicular, de modo que, sin un estudio geológico en profundidad (que es lo que probablemente ha ocurrido en este caso), se pensó que no habría ningún problema geológico-geotécnico relacionado con la construcción del embalse o la variante de la carretera en el tramo Enciso-Yanguas. Este planteamiento ya se demostró erróneo durante la fase de construcción de la variante de la carretera por el elevado número e importancia de los movimientos de ladera. Estas evidencias ya deberían haber sido capaces de producir la modificación y el replanteamiento del proyecto de construcción del embalse de Enciso.



Figura 3. Deslizamiento a favor de los planos de estratificación desencadenado por las obras de la variante Enciso-Yanguas. Las zonas blancas que se identifican sobre la carretera representan las partes que sobresalen de los bulones instalados para evitar los deslizamientos superficiales.

EL PROBLEMA DE LOS DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos tampoco son una novedad en el valle del Cidacos. Hay indicios de grandes movimientos de ladera, probablemente desencadenados por terremotos, a lo largo del valle, y estos deberían haber sido una cuestión clave en el debate en profundidad que debería haberse articulado previamente a la construcción del embalse. De hecho, Enciso no es el primer embalse de la cuenca del Ebro en el que se presentan este tipo de problemas; hay que resaltar que algunos de dichos embalses están inutilizados por cuestiones relacionadas con el movimiento de las laderas.

En el caso del embalse de Enciso, los deslizamientos están favorecidos por la especial relación geométrica que presentan los estratos de los grupos Urbión y Enciso con las laderas del embalse. El caso más espectacular de gran deslizamiento se sitúa aguas abajo del embalse, con grietas de centenares de metros de longitud y movimientos que alcanzan la carretera aguas abajo de Enciso, en el entorno de Las Bargas. Este ejemplo indica el mecanismo de generación de este tipo de movimientos de ladera: estos movimientos se producen a favor de los planos de estratificación y siempre que la pendiente de las capas o estratos cumpla unas determinadas condiciones (un ejemplo de este tipo de movimientos puede verse en la figura 3):

- que la inclinación de los estratos sea superior o cercana a 20° , es decir, que estratos menos inclinados son, en principio, estables siempre que no cambien las condiciones ambientales.
- que los estratos estén menos inclinados que la ladera que los corta, de modo que exista un “borde libre” a favor del cual pueden deslizar.

Dentro del vaso del embalse el movimiento más espectacular (relacionado también con una falla) es el de una gran grieta rellena por depósitos recientes (figura 4) que implica un desplazamiento hacia el cauce del río de varios millones de metros cúbicos de material. Las circunstancias en que se produjo este movimiento no son fáciles de determinar pero probablemente, y al igual que ocurre con los deslizamientos localizados entre Enciso y Muñilla, tengan que ver con movimientos sísmicos producidos en los últimos miles de años.

Las situaciones de inestabilidad dentro del futuro vaso del embalse no se limitan a puntos concretos, sino que son prácticamente continuas, tal como se ha puesto de manifiesto en los desmontes de la nueva carretera (figura 3). Los movimientos más superficiales se han intentado contener mediante bulones (pernos que se anclan a varios metros de profundidad, en zonas supuestamente estables de la ladera), mientras que los movimientos asociados a superficies más profundas tienen una solución fácil desde el punto de vista de la ingeniería.

El mayor de los deslizamientos existentes en la zona del vaso se sitúa en el punto en el que se han interrumpido las obras de la nueva carretera (figura 5). Este deslizamiento obligó a interrumpir la construcción de la nueva carretera y a utilizar la antigua en un tramo que estará previsiblemente cubierto por las aguas del embalse. Las soluciones técnicas para este problema no son evidentes ni baratas (construcción de un túnel o un puerto de montaña), y



Figura 4. Gran grieta localizada en la nueva carretera Enciso-Yanguas, rellena actualmente por depósitos recientes, cuya aparición advierte de la existencia del desplazamiento de una gran masa rocosa hacia el cauce del río. La pendiente de los estratos situados por debajo indica su condición de inestabilidad, y puede ponerse en movimiento con pequeños cambios en las condiciones ambientales.

deberían haber sido previstas en la fase de proyecto. Las repercusiones de un deslizamiento en esta zona, como veremos a continuación, podrían ser catastróficas, ya que se sitúa en la cola del embalse e involucra un volumen de varios millones de metros cúbicos de material, con una disposición muy favorable para su movimiento, tanto en la zona superficial como en niveles profundos.

Resulta importante tener en cuenta que nos estamos refiriendo a las condiciones actuales de estabilidad, es decir, con embalse vacío y sin un sismo importante. No obstante, de cara a la evaluación del riesgo asociado al deslizamiento de las laderas de un embalse deben también evaluarse las condiciones impuestas por el llenado que definen unas condiciones de estabilidad considerablemente peores, debido a la presión que ejerce el agua sobre la base de los deslizamientos, la cual tiende a disminuir las fuerzas que lo estabilizan. Además, hay que señalar que la generación de sismos

Figura 5. Gran deslizamiento a favor de una superficie de estratificación en la futura cola del embalse de Enciso. En este momento el deslizamiento está restringido a niveles superficiales (zonas de coloración anaranjada en la fotografía), que son los que han impedido por el momento continuar con las obras de la carretera hacia el sur.



(terremotos) tiene también como consecuencia la desestabilización de las laderas, y en muchos casos conocidos han sido precisamente los terremotos los generadores de movimientos masivos. Es decir, que tanto el llenado del embalse y el aumento de la presión de fluidos (como consecuencia directa del embalse) como la sismicidad (consecuencia indirecta del mismo) son factores que afectan negativamente a los deslizamientos y probablemente serán causantes del movimiento de elementos importantes de las laderas hacia el fondo del valle.

IMPORTANCIA VOLUMÉTRICA DE LOS DESLIZAMIENTOS DE LADERA

Dado que no existe un estudio previo de cuáles serán las masas deslizables dentro del embalse (algo que como hemos comentado anteriormente debería haberse realizado en fase de proyecto), no resulta fácil estimar de forma exacta cuál es el volumen de material que se moverá hacia el embalse en caso de que éste entre en fase de llenado y que eventualmente se produzcan movimientos sísmicos asociados a dicho llenado. No obstante, a partir de la inclinación de las capas y la determinación del tipo de material que forma la serie estratigráfica localizada en el interior del embalse, se puede hacer una estimación de los volúmenes que estarían involucrados en deslizamientos hacia el interior del embalse. En algunos casos, ya se han producido movilizaciones de deslizamientos antes del llenado del embalse, mientras que en otros casos, es muy probable que (con o sin actividad sísmica) el movimiento se produzca durante el primer llenado o la explotación del embalse. En conjunto, el mínimo de volumen que se deslizará sobre el vaso del embalse es de 10-15 Hm³ y el máximo estaría entre 20 y 25 Hm³. Es decir, que el volumen de roca deslizado hacia el fondo del vaso podría llegar a alcanzar entre un tercio y la mitad de la capacidad del embalse. También es importante resaltar que, una vez que se genera un deslizamiento, la masa rocosa situada por encima y por detrás, es más fácil de movilizar, con lo cual se pueden generar movimientos de materiales que actualmente gozan de una cierta estabilidad.

EL PROBLEMA DE LA SISMICIDAD INDUCIDA

La sismicidad inducida es un fenómeno que no sólo afecta a embalses de gran envergadura, ya que el factor que determina que se produzcan terremotos no es tanto el volumen de agua sino la presión que ésta ejerce sobre las fallas sismogénicas del subsuelo. De hecho, existe un amplio catálogo de embalses donde se ha producido este fenómeno. Las características que concurren para que un embalse genere este tipo de sismicidad son la existencia de una falla activa relativamente poco profunda y una columna de agua que sufra variaciones importantes. Este último factor es el que determina que los primeros llenados de los embalses sean especialmente proclives a generar sismicidad. El caso más reciente y cercano fue el del embalse de Itoiz, que dio lugar a una crisis sísmica sin precedentes en la comarca de Pamplona en el año 2004 debido precisamente al primer llenado del embalse.

En el caso del embalse de Enciso la existencia de una falla (el cabalgamiento de Cameros) por debajo de toda la Sierra, y a posiciones que oscilan entre la superficie (en Arnedillo) y los 8 kilómetros de profundidad (en el puerto

de Oncala), la cual ha tenido una actividad sísmica notable en los últimos siglos, hace que las probabilidades de generación de sismos inducidos sean muy altas. Aunque no hay una receta directa que permita saber cuál será la magnitud de los terremotos producidos por el embalse, cabe pensar que al menos estarían en el entorno del máximo registrado en la zona (intensidad VIII). Tampoco la localización de los futuros epicentros es fácil de predecir, ya que el cabalgamiento de Cameros puede seguirse desde Yanguas hasta el subsuelo de Arnedo. El hecho de que sea relativamente superficial hace que la peligrosidad sísmica asociada al mismo sea considerablemente alta.

Insistiendo en esta idea de la sismicidad, ya hemos comentado que la peligrosidad de los sismos en La Rioja es alta debido a que son relativamente superficiales; por lo que se refiere a las intensidades históricas registradas en los últimos 200 años han llegado hasta niveles de intensidad VIII, con efectos destructivos en la zona epicentral. No es descartable tampoco que se produzcan sismos de mayor intensidad, que hasta el momento, sólo se han detectado en el registro geológico. Por realizar un análisis comparado, estos valores de intensidad son similares a los que afectaron en 2011 a la localidad de Lorca en la que se produjo un terremoto de intensidad VII-VIII. Un efecto indirecto de los terremotos sería la generación de deslizamientos que se añadirían a los daños generados por el terremoto y el potencial desarrollo de represamientos en el río.

EL RIESGO DE INUNDACIÓN PARA LAS POBLACIONES DE AGUAS ABAJO DE LA PRESA DE ENCISO

Existen a nivel mundial suficientes ejemplos de catástrofes ligadas a presas como para diseñar el escenario que se produciría tras un sismo importante o tras el movimiento de las laderas en el vaso del embalse de Enciso. Los deslizamientos de ladera pueden llevar consigo la generación de presas naturales por acumulación de material en el cauce o dentro del vaso, que tienen una vida limitada, a veces de días o incluso de horas. En casi todos los casos, la rotura de las presas naturales es catastrófica ya que podría traer como consecuencia la rotura de la presa de Enciso. El movimiento de masas hacia el fondo del embalse podría comprometer el funcionamiento de los desagües de fondo con lo cual el embalse quedaría fuera de control, impidiendo su vaciado de forma gradual. Puesto que no se ha considerado la posible existencia de sismos a la hora de diseñar la presa, la sismicidad generada por el propio embalse puede también contribuir a su rotura de forma parcial o total.

¿Cómo sería la inundación producida por la rotura de la presa de Enciso? Los avances en los procesos de modelización de avenidas, teniendo en cuenta la topografía del cauce fluvial y determinados parámetros del mis-



mo (vegetación, rugosidad, existencia de infraestructuras, etc.) permiten reproducir de forma bastante fiable el alcance que tendrá la inundación en el valle del Cidacos en caso de rotura parcial o total de la presa de Enciso. Los daños graves que pueden producirse, especialmente para las personas, están en relación con la altura de agua y con la velocidad de la misma en cada punto (se considera un nivel de riesgo importante a partir de 1 metro de agua- calado-, una velocidad de 1 metro por segundo o cuando el producto de los dos factores anteriores es superior a $0,5 \text{ m}^2/\text{s}$). Los resultados de la simulación muestran que aunque Enciso es la población más cercana, su relativa elevación sobre el cauce haría que la mayor parte del casco urbano quedara a salvo y sólo las viviendas situadas por debajo de la carretera sufrirían consecuencias graves. En cambio, en Arnedillo (ver figura 6), la mayor parte del casco urbano quedaría por debajo del nivel de inundación máximo (que se situaría también en torno a la carretera), generando una situación especialmente problemática.

Por detrás de la presa comienza a verse la iglesia y el caserío de Enciso.

¿ES VIABLE UNA PRESA EN EL ALTO CIDACOS?

A partir de lo expuesto en los apartados anteriores queda claro que la presa de Enciso tal como está concebida, proyectada y construida, es un riesgo importante para las poblaciones situadas en la cuenca del Cidacos, incluyendo algunas situadas a cierta altura sobre el río, por el riesgo de sismicidad inducida, deslizamientos e inundación catastrófica. El estudio de alternativas a la presa actual no está claro por dos razones: además de no existir un análisis de las necesidades hídricas reales de la cuenca media y baja del Cidacos, tampoco existe el proyecto del supuesto canal que abastecería (¿desde

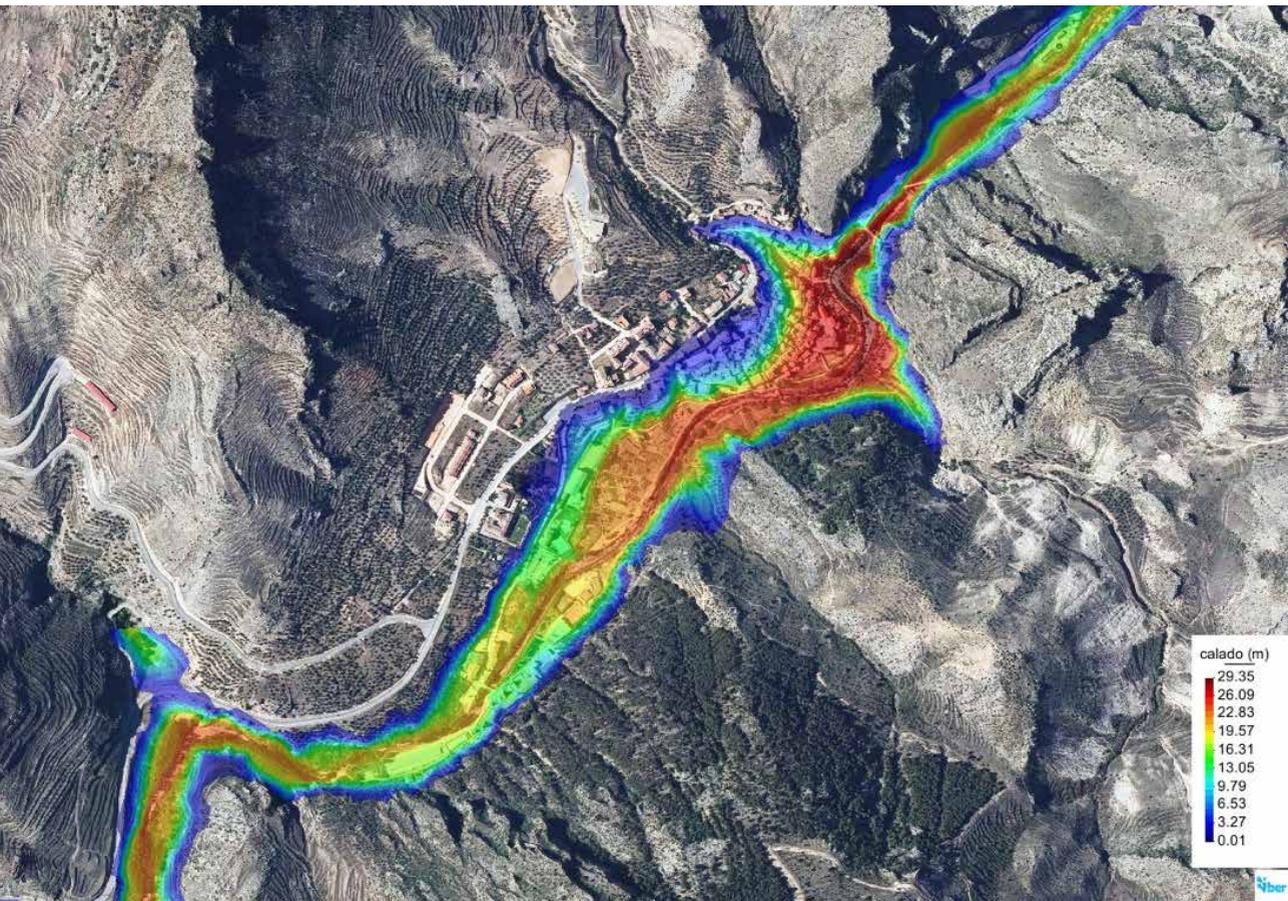


Figura 6. Niveles de inundación (el calado indica la altura sobre el nivel actual del agua o del suelo) que se alcanzarían en Arnedillo en caso de rotura o accidente en la presa de Enciso (con el nivel máximo de embalse). Obsérvese que todo el sector del pueblo que queda a una altura menor que la actual carretera corre un riesgo muy alto de inundación. Debido a ello tendría que ser evacuado en menos de media hora desde el momento de rotura de la presa.

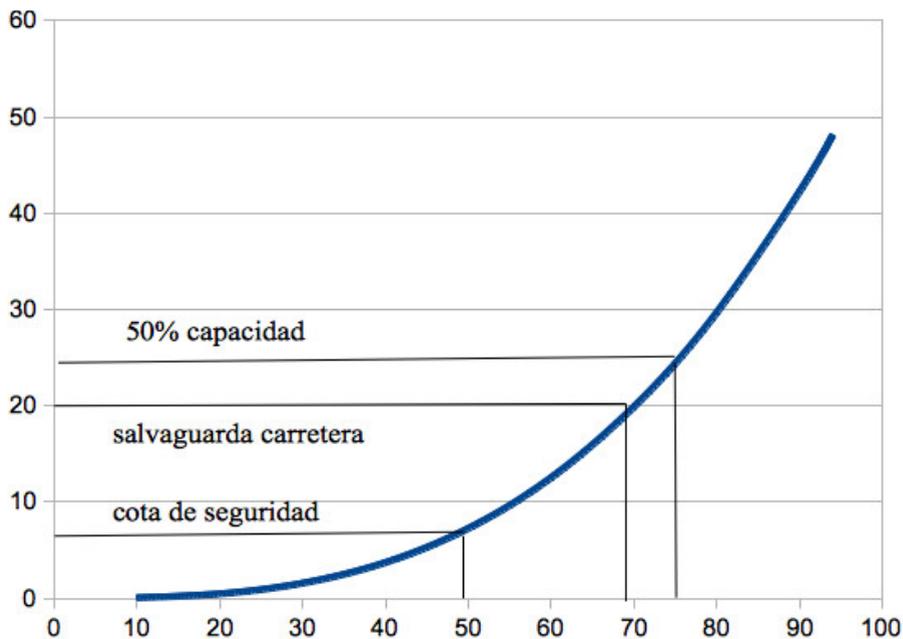


Figura 7. Curva que relaciona la altura en metros de la lámina de agua (eje horizontal) y el volumen de agua que contendrá el embalse de Enciso (eje vertical). Puede verse que para una cota en que el embalse sea relativamente seguro (de cara a la inundación de las poblaciones situadas aguas abajo), el volumen contenido sería de unos 7 Hm³, para una altura de presa de 50 metros. Un embalse que permitiera mantener la carretera actual aguas arriba de los grandes deslizamientos tendría una altura de 70 metros y un volumen de 20 Hm³, aunque en este caso no se garantiza la seguridad ni en cuanto a sismicidad ni en cuanto a posibilidades de grandes deslizamientos.

Arnedillo?) de agua para regadío la cuenca baja del río.

No obstante, teniendo en cuenta la obra realizada en la que se han gastado ya cerca de 100 millones de euros y va camino de otros 100, una posible solución intermedia, que contribuiría a minimizar los gastos futuros y especialmente los riesgos a los habitantes de la zona asociados a la obra, podría apuntar a la reducción de la altura y volumen del embalse. Una presa con 50 metros de altura y 7 Hm³ de capacidad podría cumplir con los supuestos beneficios del proyecto (regulación de avenidas y suministro de agua para boca y usos industriales, figura 7) sin la amenaza sísmica ni incrementar el riesgo de deslizamientos por inundación de su parte baja. Además, esta cota permitiría la utilización de la carretera actual evitando los graves problemas geotécnicos desencadenados por los desmontes de la nueva carretera. Irónicamente, esta cota habría permitido conservar el conjunto arquitectónico y los valores paisajísticos de Las Ruedas de Enciso, algo imposible en este momento por la destrucción premeditada e innecesaria de un entorno único por parte de la C.H.E.



Garranzo, una de las aldeas de Enciso, ya despoblada.

CONCLUSIONES

Es cierto que la presa de Enciso no es el único problema del alto Cidacos (comarca afectada de forma fuertemente negativa por la ganadería extensiva de vacuno, la despoblación, el abandono de las terrazas agrícolas, las repoblaciones forestales irrespetuosas con el entorno, las pistas forestales, etc.), pero este embalse afectará de forma muy negativa a la salud del río y a la seguridad del entorno, hipotecando cualquier posibilidad de desarrollo y poniendo en peligro a sus habitantes. Las supuestas ventajas de esta obra, repetidas como un mantra en todos los proyectos de embalses de la Confederación Hidrográfica del Ebro: asegurar los regadíos, el agua de boca, el caudal ecológico y la regulación de avenidas, no se sustentan en ningún estudio serio ni análisis de necesidades. Teniendo en cuenta los anteriores proyectos fallidos de la C.H.E. (embalses de Terroba, Montearagón y La Loteta, por ejemplo), es muy probable que el estado de precariedad de las obras, tanto del embalse como de la carretera, continúe durante años o décadas, agravando así los problemas que actualmente tiene el valle y contribuyendo de forma significativa al saqueo de las arcas públicas.



PARA SABER MÁS:

Enciso,
septiembre 2017.

Casas-Sainz, A. M. (1992). *El frente norte de las Sierras de Cameros: estructuras cabalgantes y campo de esfuerzos*. Zubía, monográfico nº 4, 1-220.

Casas Sainz, A. M., Gil Imaz, A., Muñoz Jiménez, A. (2001). *La Rioja, Geología y Paisaje*. Zubía, 13, 11-40.

Casas, A. M., Gisbert, J. (2005). *El riesgo de sismicidad inducida por el embalse de Enciso*. Informe inédito, Ecologistas en Acción, 53 p.

Casas Sainz, A. M., Román Berdiel, T. (1999). *Geología de los alrededores de Calaborra (La Rioja Baja)*. Zubía, (17), 165-194.

Casas, A. M., Muniesa, P., Pocoví, A., Pueyo, O., Revuelto, C. (2016). *Las presas de Enciso y Terroba (La Rioja): dos fracasos, dos desastres, dos riesgos*. El ecologista, 87, 45-50.

García Quevedo, E. (2017). *Mirando de reojo a la presa*. Entreviú nº 2157, 3 sept 2017, 32-35

Martínez Solares, J. M., Cabañas Rodríguez, L., Benito Oterino, B., Rivas Medina, O., Gaspar Escribano, J. M., Ruiz Barajas, S., Rodríguez Zaloña, Ó., (2013). *Actualización de mapas de peligrosidad sísmica de España 2012*. IGN. Ministerio de Fomento. 272 p.