

ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL
RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES Y CATÁSTROFES.
APÉNDICE. VULNERABILIDAD POR RIESGO DE ROTURA DE
LAS PRESAS



Tabla de contenido

ANTECEDENTES	4
CONCEPTOS GENERALES DEL RIESGO	4
IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	4
PROBABILIDAD DE FALLO	4
CONSECUENCIAS	4
EVALUACIÓN DEL RIESGO	4
CLASIFICACIÓN DE LAS PRESAS SEGÚN LA NORMATIVA	6
ALCANCE DE LOS TRABAJOS.....	7
IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO	11
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PRESAS PREVISTAS EN RELACIÓN CON EL ESTUDIO DE RIESGOS	11
CAUSAS DE ROTURA EN LAS PRESAS DE MATERIALES SUELTOS.....	16
MODOS DE FALLO MÁS IMPORTANTES A CONSIDERAR EN LAS PRESAS PREVISTAS.....	18
SOBREVERTIDO.....	19
EROSIÓN INTERNA.....	23
ESTIMACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS	26
SIMPLIFICACIONES DEL ESTUDIO DE AFECCIONES.....	26
METODOLOGÍA.....	27
ANÁLISIS DE LAS ROTURAS.....	27
ESCENARIOS DE ROTURA	27
TABLA DE AFECCIONES.....	28
CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE ROTURA DE LOS EMBALSES.....	33
MEDIDAS A ADOPTAR PARA REDUCIR EL RIESGO.....	35
CONCLUSIONES. NIVEL DE ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	38
ESTUDIO HIDRÁULICO DE LA ROTURA	40
CARACTERÍSTICAS DE LAS PRESAS.....	40
PRESA DE CUEZA-1	40
Identificación de la presa	40
Situación de la presa	40
Características de la presa.....	40
Características del embalse.....	40
Cubicación del embalse.....	41
PRESA DE CUEZA-2	44



Identificación de la presa	44
Situación de la presa	44
Características de la presa.....	44
Características del embalse.....	44
Cubicación del embalse.....	44
METODOLOGÍA Y DATOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS	47
Datos básicos para el estudio de la propagación de la onda de avenida	47
Características geométricas del cauce aguas abajo. Modelo Digital del Terreno.....	47
Rugosidad	47
Condiciones de contorno	47
Características básicas del análisis	47
Hipótesis de cálculo.....	47
Parámetros de la modelización hidráulica	48
AUTORES DEL ESTUDIO	50
TABLA RESUMEN	51



ANTECEDENTES

CONCEPTOS GENERALES DEL RIESGO

Se puede definir el riesgo como la medida de la probabilidad y severidad de un evento que tiene efectos adversos sobre la vida humana, la propiedad y el medio ambiente.

La determinación del riesgo requiere detallar los tres componentes principales que dan respuesta a estas preguntas: ¿qué puede pasar?, ¿cómo de probable es que ocurra? y ¿cuáles son sus consecuencias?

- | | | |
|--|---|---------------------------|
| • ¿Qué puede pasar? | → | IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO |
| • ¿Qué probabilidad hay de que ocurra? | → | PROBABILIDAD DE FALLO |
| • ¿Cuáles son las consecuencias? | → | AFECCIONES POTENCIALES |

IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

La identificación del riesgo es el proceso por el que se determina que es lo que puede conducir a un fallo, porqué y cómo.

PROBABILIDAD DE FALLO

La probabilidad de fallo dependerá, a su vez, de dos componentes: de la magnitud de las cargas o solicitaciones a las que se somete la infraestructura y del comportamiento de esta frente a las cargas (la respuesta del sistema).

CONSECUENCIAS

Entre los posibles efectos adversos significativos del fallo de la infraestructura sobre el entorno están los riesgos para la salud humana, servicios esenciales, bienes materiales, el patrimonio cultural o el medio ambiente.

EVALUACIÓN DEL RIESGO

La evaluación de riesgo es el proceso por el cual se evalúa la importancia del riesgo, en este caso asociado a la rotura de una presa.

La fase de evaluación del riesgo es el punto en el que los juicios y valores del ingeniero se introducen en el proceso de decisión una vez conocidos (con cierto grado de incertidumbre) las tres componentes del riesgo.

En cuanto al riesgo asociado a la rotura de una presa, las recomendaciones de tolerabilidad del riesgo permiten evaluar el riesgo asociado al fallo de esta, analizando si es demasiado alto y es necesario implementar medidas de reducción del riesgo. Según los estándares internacionales en gestión del riesgo (HSE (2001)), se pueden definir tres rangos de tolerabilidad.

La primera región es la de región de no aceptación, donde el riesgo existente solo puede ser justificado en circunstancias extraordinarias.



La segunda región es la región tolerable, donde el riesgo se encuentra alineado con las recomendaciones de tolerabilidad. En esta región debe analizarse el riesgo ya que solo es aceptado por la sociedad si es razonablemente bajo y el coste de su reducción es desproporcional.

Por último, la región de amplia aceptación comprende el riesgo que puede ser considerado despreciable o que puede ser controlado adecuadamente. Este tipo de riesgo no es habitual cuando se aplica a grandes presas con elevadas consecuencias.

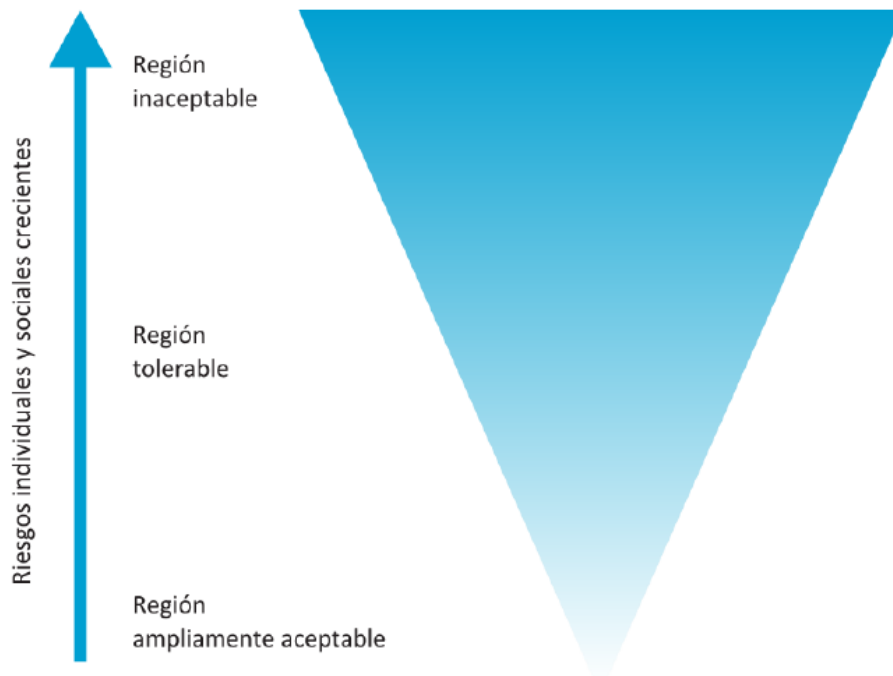


Figura 15 Representación conceptual de los rangos de tolerabilidad de riesgos. Fuente: HSE (2001):

Para servir como base a la evaluación de riesgo, la mayoría de las recomendaciones internacionales de tolerabilidad establecen los conceptos de riesgo inaceptable, tolerable y ampliamente aceptable.

Riesgo inaceptable es aquel que la sociedad no puede aceptar, independientemente de los beneficios que pueda reportar.

Riesgo tolerable es aquel con el que la sociedad está dispuesta a convivir obteniendo a cambio ciertos beneficios como contrapartida. Es un riesgo que no se considera despreciable y que por lo tanto no se puede ignorar, que es adecuadamente gestionado y vigilado por el propietario y que es reducido si ello es factible.

Riesgo ampliamente aceptable, es aquel que en general puede ser considerado como insignificante y adecuadamente controlado. Sin embargo, los riesgos asociados a las presas, debido al gran potencial de consecuencias que suele tener, no suelen poder ser clasificados en esta categoría.



CLASIFICACIÓN DE LAS PRESAS SEGÚN LA NORMATIVA

De acuerdo con lo establecido en el artículo 358 del Reglamento de Dominio Público Hidráulico, los criterios para la clasificación de las presas son los siguientes:

En función de sus dimensiones se distinguen grandes presas y pequeñas presas.

Se considera gran presa aquella cuya altura es superior a 15 metros y la que, teniendo una altura comprendida entre 10 y 15 metros, tenga una capacidad de embalse superior a 1 hectómetro cúbico.

Se considera pequeña presa aquella que no cumple las condiciones de gran presa.

Por lo tanto, en cuanto sus dimensiones las dos presas contempladas en el Anteproyecto (Cueza 1 y Cueza 2) se clasificarán como “Grandes presas”.

En función del riesgo potencial que pueda derivarse de su posible rotura o funcionamiento incorrecto, se clasifican en una de las tres categorías siguientes:

Categoría A: Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto pueden afectar gravemente a núcleos urbanos o a servicios esenciales, o producir daños materiales o medioambientales muy importantes.

Categoría B: Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede ocasionar daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un número reducido de viviendas.

Categoría C: Presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdidas de vidas humanas. En todo caso, a esta categoría pertenecerán todas las presas no incluidas en las categorías A o B.

En cuanto al riesgo potencial, las dos presas previstas en el Anteproyecto se clasificarán como de Categoría A.

Como veremos a continuación en el presente informe, se confirma también la clasificación de Categoría A (en función del riesgo potencial) para el dique del collado de Cueza1, a pesar de no ser una gran presa por sus dimensiones.



ALCANCE DE LOS TRABAJOS

Con la Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental se introduce (en el nuevo artículo 35), la obligación, por parte del promotor, de incluir en el estudio de impacto ambiental un análisis sobre la vulnerabilidad de los proyectos ante accidentes graves o catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos.

«Artículo 35. Estudio de impacto ambiental.

(...)

d) Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra c), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.

Para realizar los estudios mencionados en este apartado, el promotor incluirá la información relevante obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con las normas que sean de aplicación al proyecto.

e) Medidas que permitan prevenir, corregir y, en su caso, compensar los posibles efectos adversos significativos sobre el medio ambiente y el paisaje.

(...)

El proyecto se redactará en base a las Normas Técnicas de Seguridad de Presas y Embalses (aprobadas por Real Decreto 264/2021, de 13 de abril). Concretamente el ANEXO II (Norma técnica de seguridad para el proyecto, construcción y puesta en carga de presas y llenado de embalses) define los estudios mínimos que debe contener y los requisitos que se deben cumplir en su redacción.

En esta fase previa a la redacción del proyecto de construcción, existe un gran nivel de incertidumbre asociada a la limitación de información y conocimiento exacto de la realidad futura. La redacción del proyecto, con la inclusión (obligatoria por la exigencia de las NTSPE) de numerosos estudios específicos, reducirá en gran parte la incertidumbre actual en cuanto al conocimiento de las magnitudes de las solicitaciones que las presas han de soportar y cuál será la respuesta del sistema.

Un proyecto correctamente redactado y siguiendo las Normas de Seguridad de Presas ha de ser, por principio, seguro. Es decir, debe asegurar con garantía suficiente la respuesta correcta de la infraestructura a las cargas que se pueden presentar.

Según esto, no se puede (ni se debe) asociar ninguna probabilidad de fallo previo a la existencia de la propia presa.

La probabilidad de rotura (o fallo) cobra sentido una vez que la infraestructura está construida y comienza la explotación. Es entonces cuando se pueden hacer patentes ciertas desviaciones del estado o comportamiento de la infraestructura en relación con el ideal proyectado. Estas desviaciones pueden referirse a:

- aparición en la realidad (o la necesidad de considerar) solicitaciones superiores o no previstas.



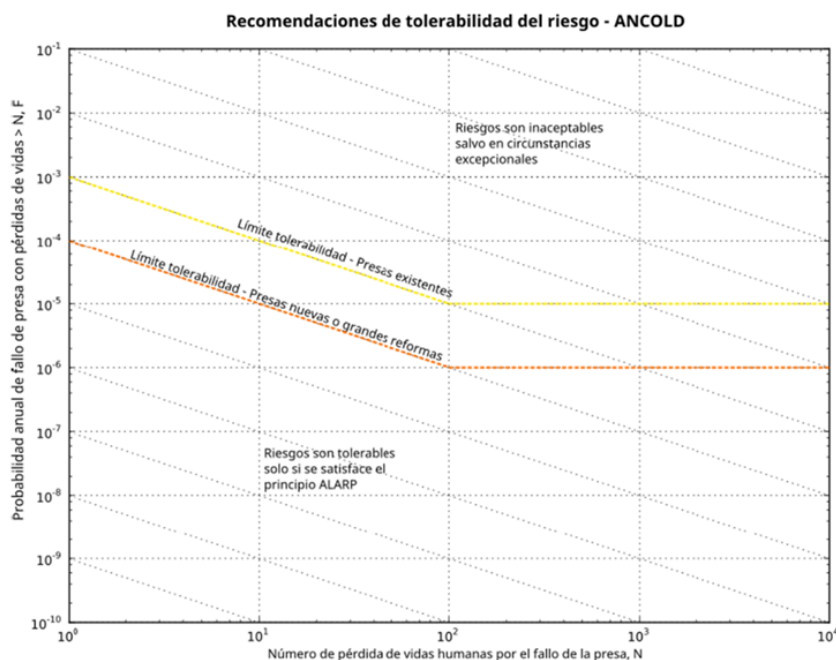
- materiales o procedimientos constructivos inadecuados.
- comportamiento anómalo detectado en la auscultación.
- Detección de defectos en la inspección visual o en las revisiones periódicas
- Malfuncionamiento o escasa fiabilidad de órganos de desagüe.
- Falta de conservación, deterioro, etc.
- Otras causas

La probabilidad de fallo se podría estimar en esa etapa (una vez construida la presa) mediante técnicas de Análisis de Riesgos de forma cualitativa o cuantitativa con la finalidad de proponer, si es necesario, medidas preventivas o correctivas que aumenten la seguridad al disminuir el riesgo, actuando sobre la probabilidad de fallo o bien sobre la severidad de las afecciones.

Por lo tanto, el presente estudio, al referirse a una actuación prevista (no construida ni explotada, ni aún proyectada), no incluye la cuantificación de la probabilidad de fallo.

En todo caso y como aproximación grosera para obtener un orden de magnitud de estas remotas probabilidades en casos similares, se debe suponer que las presas una vez construidas y al inicio de su explotación, con las exigencias de una normativa técnica moderna (como es el caso de la reciente Normativa de Seguridad de Presas y Embalses vigente española), la probabilidad de fallo ha de ser inferior a la expresada en las recomendaciones internacionales para presas nuevas (límite de tolerabilidad para presas nuevas).

En estas recomendaciones el límite de tolerabilidad varía en función del número de pérdidas humanas (entendidas como las afecciones principales más graves) y la probabilidad anual de fallo de la infraestructura.



ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES Y
CATÁSTROFES. APÉNDICE. VULNERABILIDAD POR RIESGO DE ROTURA DE LAS PRESAS

P.e. Para el ANCOLD una probabilidad tolerable en presas nuevas sería menor de 10^{-6} (1 fallo cada 1.000.000 años) para una pérdida de vidas de más de 100 personas.

Probabilidad de fallo anual	Periodo de retorno	Vida útil presa	Probabilidad de fallo en toda la vida útil	RIESGOS
1E-04	10.000	75	0,00747	INACEPTABLES
1E-05	100.000	75	0,00075	INACEPTABLES
1E-06	1.000.000	75	0,00007	TOLERABLES
1E-07	10.000.000	75	0,00001	TOLERABLES

Probabilidad de fallo tolerable para presas nuevas según ANCOLD.

(según ANCOLD para una pérdida de vidas de 100 o más, suponiendo que se mantiene la misma probabilidad de fallo inicial)

Aunque existen más recomendaciones, las más empleadas actualmente a nivel internacional, son los propuestos por el USBR (United States Bureau of Reclamation), el ANCOLD (Australian Committee on Large Dams) y el USACE (United States Corps of Engineers). Todas estas recomendaciones expresan el límite de tolerabilidad en similares términos y cifras muy parecidas.

Según lo anterior, el presente estudio tratará de identificar la naturaleza del riesgo que entraña la rotura de las presas previstas, describirá someramente las formas en que estas pudieran fallar (detallando los modos de fallo que se estiman más importantes) y analizando su importancia en base a las características específicas de las presas (pre)proyectadas y a su situación geográfica, y realizará, con la información que se dispone, una estimación preliminar de las posibles afecciones que dichos fallos pudieran ocasionar.

Se incluirá también una serie de medidas adoptar (en todas las fases de la actuación) que permitan disminuir la vulnerabilidad del proyecto ante los riesgos de rotura.

Por último, se incluye una estimación del nivel de aceptabilidad del riesgo considerando si los riesgos que se estiman para el futuro son o no tolerables.



ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES Y CATÁSTROFES. APÉNDICE. VULNERABILIDAD POR RIESGO DE ROTURA DE LAS PRESAS

		ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES Y CATÁSTROFES.	ESTUDIO DE ANÁLISIS DE RIESGOS
		VULNERABILIDAD POR RIESGO DE ROTURA DE PRESAS	SEGURIDAD DE PRESAS
		FASE: TRAMITACIÓN AMBIENTAL	FASE: EXPLOTACIÓN DE LA PRESA
IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS		SI. CON EL GRADO DE DETALLE QUE PERMITA EL DOCUMENTO TÉCNICO QUE SE EVALÚA AMBIENTALMENTE	SI. CON EL MAYOR DETALLE POSIBLE
EVALUACION DEL RIESGO	ESTIMACIÓN DE LA PROBABILIDAD DE FALLO	NO	SI. DETALLADA PARA CADA MF
	ESTIMACIÓN DEL DAÑOS Y CONSECUENCIAS	PRELIMINAR. DE FORMA APROXIMADA	SI. COMPLETA
	RESULTADO	NIVEL DE ACEPTABILIDAD DEL RIESGO	DECLARACIÓN DEL RIESGO CUALITATIVA O CUANTITATIVA
MEDIDAS A ADOPTAR PARA REDUCIR EL RIESGO	MEDIDAS PREVENTIVAS DEL FALLO	SI. Sobre todo, por aplicación de las obligaciones de la NTSPE	SI. TODAS LAS MEDIDAS POSIBLES PARA REDUCIR EL RIESGO
	MEDIDAS MITIGADORAS DE LA SEVERIDAD DE LAS CONSECUENCIAS	SI. Sobre todo, por aplicación de la NTSPE. En especial la obligación de redactar e implantar en el futuro el Plan de Emergencia	

Alcance de los trabajos: Estudio de vulnerabilidad riesgos rotura vs. Análisis de riesgos a la Seguridad de las presas

FIRMADO POR:

JUAN CARLOS BERNABE DE LA IGLESIA - JEFE SECCION INFORMATICA - CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL DUERO - 30/06/2023 14:27:56

RAFAEL LOPEZ ARGÜESO - 02/07/2023 19:23:51

CSV: MA00217V8MJ9I4ME9J50AJMWVP1688128084 - URL de verificacion: <https://sede.miteco.gob.es>



IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LAS PRESAS PREVISTAS EN RELACIÓN CON EL ESTUDIO DE RIESGOS

Se entiende “Vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes” como las características físicas de un proyecto que pueden incidir en los posibles efectos adversos significativos que sobre el medio ambiente se puedan producir como consecuencia de un accidente grave o una catástrofe.

El riesgo más importante relativo a las presas es la posibilidad de generación de grandes avenidas causadas por su rotura o su funcionamiento incorrecto.

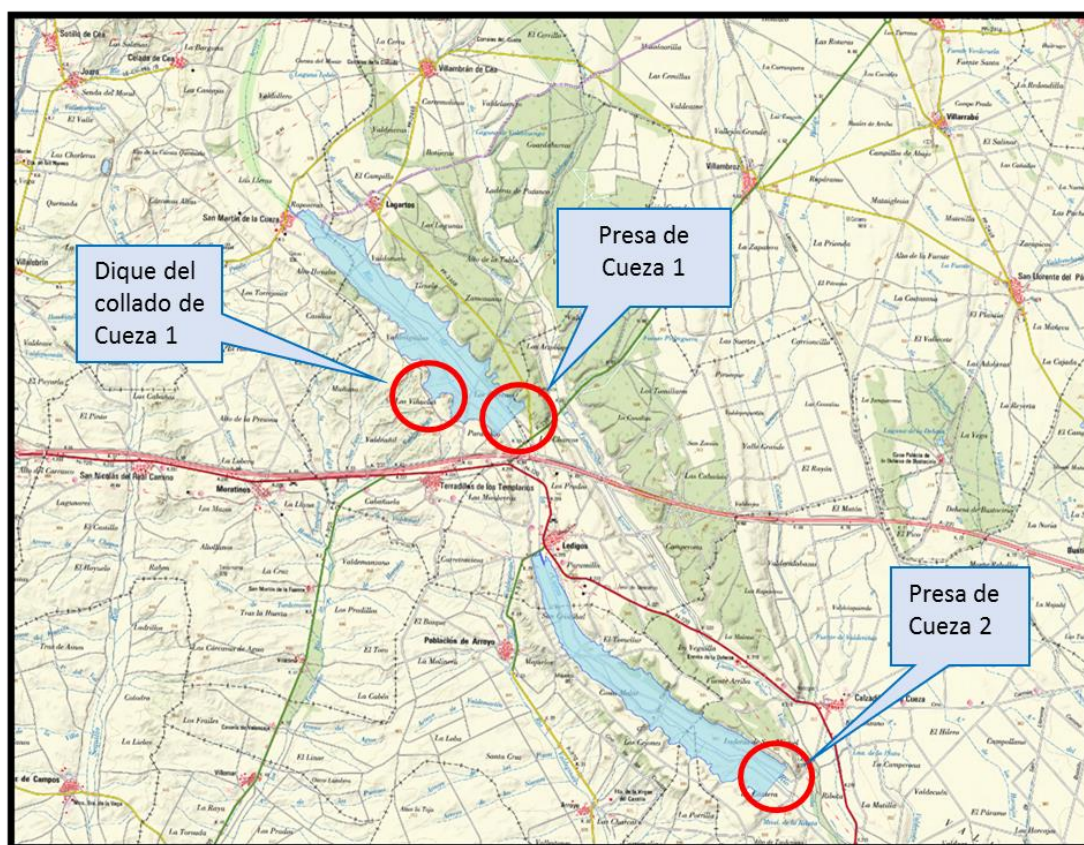
A estos efectos, las características técnicas más importantes que determinan la magnitud de las posibles avenidas que podrían producirse en el caso de una improbable rotura, caso más extremo de funcionamiento incorrecto, (en cuanto a caudales máximos generados y volumen desaguado) son:

- Altura de la presa sobre el cauce.
- Volumen embalsado.
- Tipología de la presa.
- Otros aspectos del diseño de las presas relevantes: capacidad de los elementos de desagüe: aliviaderos, tomas intermedias y desagües de fondo.

En este caso, las posibilidades de rotura son:

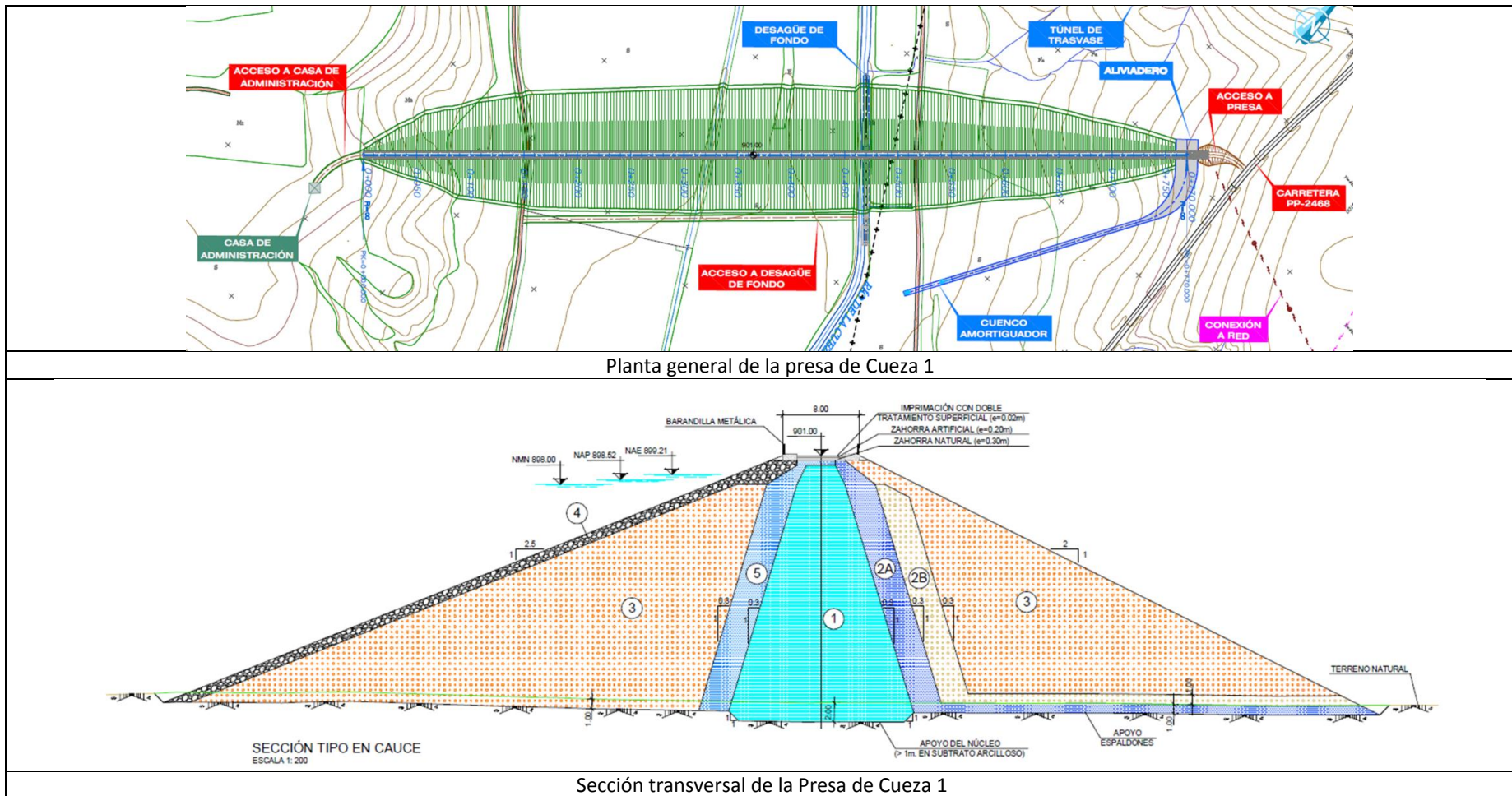
- Rotura de la presa de Cueva 1
- Rotura del dique de Cueva 1 en la margen derecha
- Rotura de la presa de Cueva 2

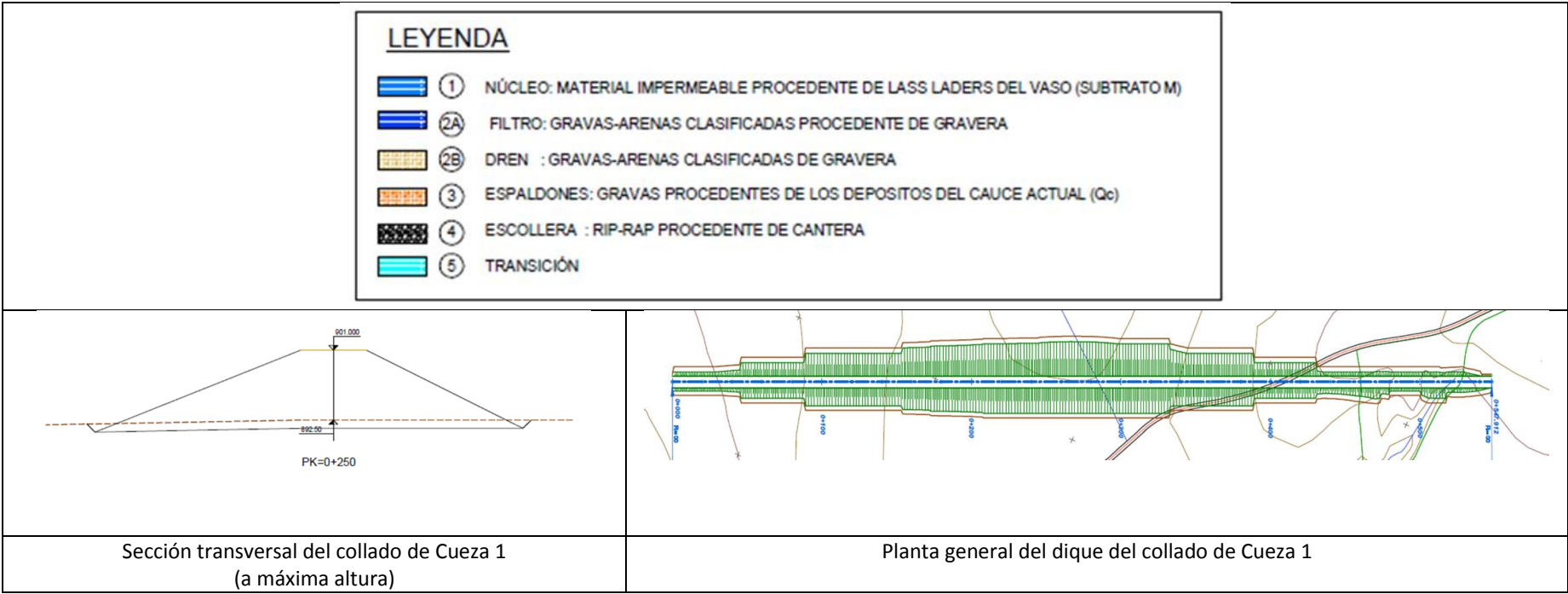


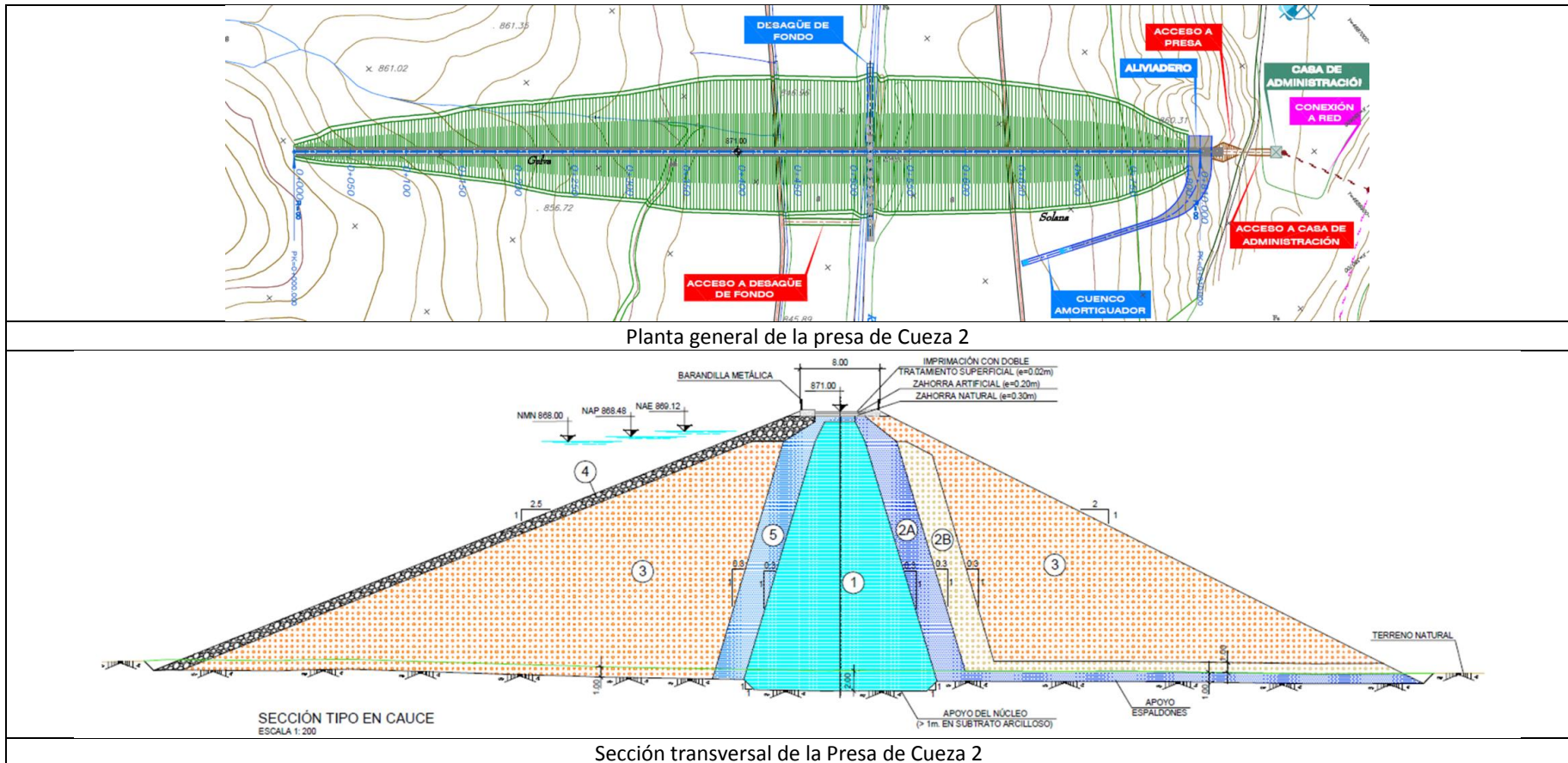


Características relevantes (determinantes de la magnitud de las avenidas)	Presa de Cueva 1	Dique del collado de Cueva 1	Presa de Cueva 2
Altura del NMN sobre el cauce	20,5 m.	5,5 m.	21,35 m.
Altura de coronación sobre el cauce	23,5 m.	8,5 m.	24,35 m.
Volumen embalsado a NMN	27 hm3	14,7 hm3	28 hm3
Volumen embalsado a nivel de coronación	39 hm3	24,2 hm3	39 hm3
Tipología de la presa	Materiales sueltos	Materiales sueltos	Materiales sueltos
Elementos de desagüe		no	
Aliviadero	labio fijo, de 12 m al NMN		labio fijo, de 12 m al NMN
Desagües de fondo	2 conductos D1000		2 conductos D1000
Otros	Tomas intermedias		Tomas intermedias









CAUSAS DE ROTURA EN LAS PRESAS DE MATERIALES SUELTOS

El ICOLD (Comisión Internacional de Grandes Presas) enumera las posibles causas de rotura de presas (ICOLD. Boletín 99) en función de la tipología del fallo. Para las presas de materiales sueltos el listado de causas es el siguiente:

PRESAS DE MATERIALES SUELTOS, INCLUYENDO SUS CIMIENTOS.	
Tipología	Causa de la rotura
PROYECTO INADECUADO	Cualquier aspecto
DEBIDO A LAS CIMENTACIONES	Deformaciones y asentos
	Resistencia al corte
	Filtración
	Erosión interna (tubificación)
	Tratamiento de consolidación
	Reactivación de antiguos deslizamientos.
DEBIDO A LOS MATERIALES Y A LA EJECUCIÓN DEL RELLENO, EXCLUYENDO FILTROS Y DRENES.	Arcillas dispersivas
	Limos y arenas finas uniformes
	Colocación
	Compactación
DEBIDO A ACCIONES IMPREVISTAS O DE EXCEPCIONAL MAGNITUD	Presión hidrostática y empuje de sedimentos (incluso hielo)
	Precipitación
	Olas en el embalse
	Sismos (naturales o provocados)
	Rebosamiento
	Rotura de presa agua arriba
	Retrasos en la construcción
DEBIDO AL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LA PRESA.	Núcleo impermeable
	Otros sistemas de estanqueidad
	Zonas de transición
	Protección de taludes
	Contacto entre estructuras rígidas y terraplenes
	Movimientos diferenciales (incluso transferencia de carga, fisuración, efecto arco, fractura hidráulica)
	Filtración
	Erosión interna (tubificación)
	Licuefacción
	Deslizamiento agua arriba
	Deslizamiento agua abajo
	Rotura o flujo anormal en conductos en el interior de la presa
DEBIDO AL MANTENIMIENTO	Brecha voluntaria para evitar el rebosamiento



OBRAS COMPLEMENTARIAS	
Tipología	Causa de la rotura
PROYECTO INADECUADO	Túneles y canales
DEBIDO AL CIMIENTO (Si tiene características distintas al de la presa)	Deformaciones y asentos
	Erosión interna
DEBIDO AL ACERO Y OTROS MATERIALES	Resistencia mecánica
DEBIDO A ACCIONES IMPREVISTAS O DE EXCEPCIONAL MAGNITUD	Retrasos en la construcción simultáneos a avenidas
DEBIDO AL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL	Comportamiento estructural del aliviadero
	Insuficiente capacidad del aliviadero
	Erosión bajo el aliviadero
	Proyecto inadecuado del aliviadero
DEBIDO A LA FILTRACIÓN, AL NIVEL DE AGUA Y A LOS ARRASTRES (Incluso en construcción)	Caudal excesivo
	Olas
	Arrastres sólidos del flujo
	Evacuación de flotantes
	Erosión a lo largo del paramento exterior de un conducto enterrado
DEBIDO A LA EXPLOTACION	Consignas inadecuadas para la maniobra de los desagües
DEBIDO A LA INSPECCIÓN	Dispositivos inadecuados
DEBIDO AL MANTENIMIENTO	Mal funcionamiento de los órganos de desagüe

EMBALSE	
Tipología	Causa de la rotura
DESLIZAMIENTO DE TALUDES	Cualquier aspecto



MODOS DE FALLO MÁS IMPORTANTES A CONSIDERAR EN LAS PRESAS PREVISTAS

Según el boletín nº 99 del ICOLD, las principales causas de rotura de presas son la erosión interna, el sobrevertido y fallos por problemas de cimentación. Como se observa en la Figura 1, el sobrevertido es la principal causa de rotura y es el modo de fallo que surge en la mayoría de las sesiones de identificación de modos potenciales de fallo.

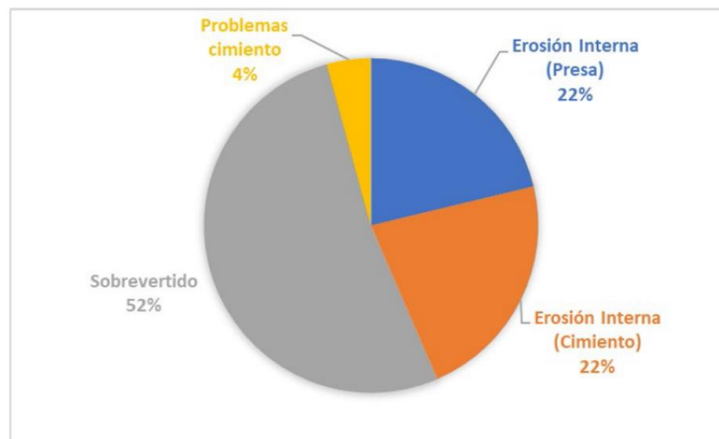


Figura 1 Estadísticas de las principales causas de rotura. Fuente Boletín 99 del ICOLD

Del dicho boletín es importante resaltar las siguientes estadísticas:

- Para las presas de hormigón, los problemas de cimentación constituyen la causa de rotura más frecuente, representado la erosión interna en la cerrada y la insuficiente resistencia el corte del cimiento un 21% cada una.
- En las presas de materiales sueltos, la causa más común de rotura es el sobrevertido por coronación (31% como causa principal, 18% como causa secundaria), seguido por la erosión interna en el cuerpo de presa (15% como causa principal y 13% como causa secundaria) y la erosión interna en el cimiento (12% como causa principal y 5% como causa secundaria).
- Para las presas de mampostería, la causa de rotura más frecuente es el sobrevertido (43%) seguido por la erosión interna en el cimiento (29%).
- Cuando la rotura es imputable a las estructuras complementarias, la causa más común es la insuficiente capacidad del aliviadero (22% como causa principal y 39% como causa secundaria).

Por lo tanto, en esta fase de identificación del riesgo, los modos de fallo que podrían ser causantes de las roturas y que se consideran más factibles para las presas previstas **son el sobrevertido por coronación y la erosión interna (tanto a través del cuerpo de presa como del cimiento).**

Como hemos dicho anteriormente, en esta fase previa existe un gran nivel de incertidumbre asociada a la limitación de información y conocimiento de la realidad. Por lo tanto, no se descarta la posibilidad de otras causas de fallo, sin embargo, los modos de fallo citados antes son los más usuales en este tipo de presas y cuya consideración persistirá seguramente en cualquier análisis de riesgo posterior.



SOBREVERTIDO

Descripción del modo de fallo: En escenario hidrológico, se produce una crecida de magnitud muy elevada que, debido a la falta de capacidad hidráulica del aliviadero, produce un vertido por la parte superior del núcleo de la presa de materiales sueltos o sobre la coronación de las diferentes partes de la presa. Este vertido provoca una erosión del talud aguas abajo en la parte de materiales sueltos, que va aumentando hasta producir una erosión generalizada en el cuerpo de presa y una rotura final por inestabilidad.

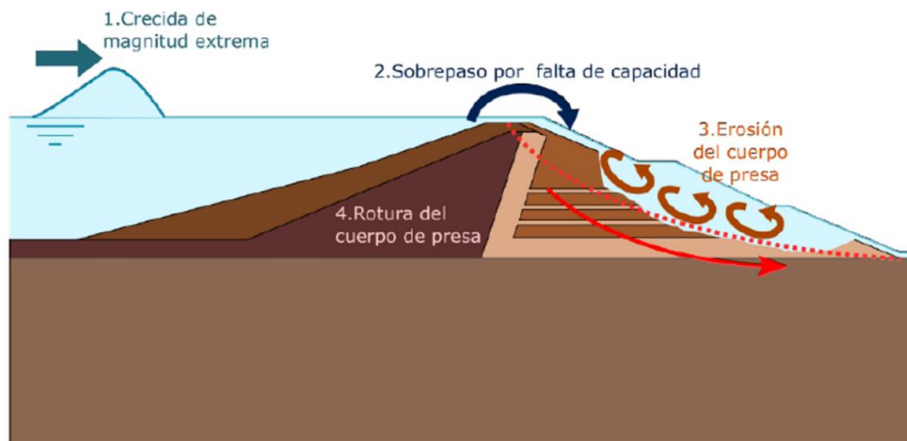


Figura 2 Esquema de ejemplo de modo de fallo por Sobrevertido en escenario hidrológico

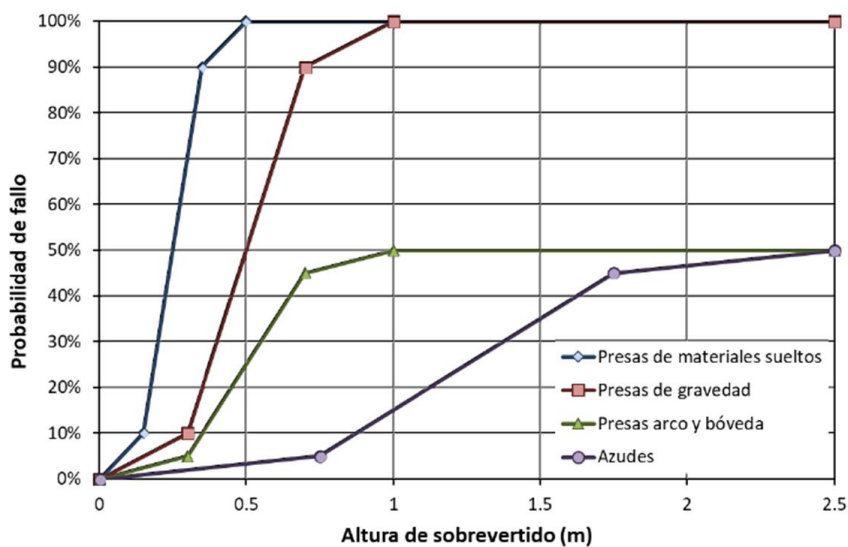


Figura 4 Curvas de fragilidad de referencia para modo de fallo por sobrevertido

Como vemos en la figura 4, las presas de materiales sueltos son especialmente frágiles frente a los sobrevertidos por coronación. La ocurrencia del fallo es prácticamente segura con pequeños sobrevertidos por coronación.



En el caso de aparición de un evento hidrológico extremo, para alcanzar el nivel de sobrevertido que pudiera ocasionar el fallo, intervienen decisivamente los siguientes factores:

- La magnitud de las solicitudes hidrológicas extremas.
- Los niveles previos de llenado de los embalses. Si los embalses se encuentran llenos es importante además el volumen de resguardo (entre el NMN y el nivel de coronación)
- El funcionamiento correcto y la capacidad de los órganos de desagüe

En teoría, se podría presentar este modo de fallo en:

- en la presa de Cueva 1 en Escenario Hidrológico extremo.
- en el dique del collado de Cueva 1 en Escenario Hidrológico extremo.
- en la presa de Cueva 2 en Escenario Hidrológico extremo
- en la presa de Cueva 2 en caso de rotura encadenada (rotura de Cueva 1 por sobrevertido, erosión interna o cualquier otro motivo)

Consideraciones

En la realidad de las presas evaluadas y según los datos que maneja el Estudio Hidrológico del Anteproyecto, la posibilidad de sobrevertido por aparición de una avenida extrema (tres primeras posibilidades anteriores) es tremendamente baja.

Así, en la cuenca de Cueva 1, partiendo de un nivel de embalse lleno (a NMN) existe un volumen de resguardo de más de 12 hm³ (hasta el nivel de coronación, 3 metros más arriba), mientras que la avenida extrema considerada (con un periodo de retorno de 10.000 años) tiene un volumen de hidrograma de 4,83 hm³. Para llegar a la coronación sería necesaria una avenida superior al volumen de resguardo más el volumen desaguado por los órganos de desagüe.

T 1.000 años

Cueva 1	Área drenaje	km ²	104,40
	Precipitación total	mm/m ²	126,80
	Precipitación efectiva	mm/m ²	19,86
	Caudal punta	m ³ /s	65,14
	Volumen hidrograma	hm ³	2,073

T 10.000 años

Cueva 1	Área drenaje	km ²	104,40
	Precipitación total	mm/m ²	169,89
	Precipitación efectiva	mm/m ²	46,26
	Caudal punta	m ³ /s	154,17
	Volumen hidrograma	hm ³	4,830

CUEZA 1	Cota	Volumen hm ³	H resguardo	V Resguardo hm ³
NMN	898,00	27,06	3,00	11,85
Coronación	901,00	38,91	0,00	0,00



Parecido ocurre en la presa inferior de Cueva 2.

T 1.000 años

Cueva 2	Área drenaje	km2	10,36
(intermedia)	Precipitación total	mm/m2	87,72
	Precipitación efectiva	mm/m2	21,11
	Caudal punta	m3/s	22,45
	Volumen hidrograma	hm3	0,219

T 10.000 años

Cueva 2	Área drenaje	km2	10,36
(intermedia)	Precipitación total	mm/m2	117,57
	Precipitación efectiva	mm/m2	42,34
	Caudal punta	m3/s	45,34
	Volumen hidrograma	hm3	0,439

T 1.000 años

Cueva 2	Área drenaje	km2	114,76
(conjunta)	Volumen hidrograma	hm3	2,292

T 10.000 años

Cueva 2	Área drenaje	km2	114,76
(conjunta)	Volumen hidrograma	hm3	5,269

CUEZA 2	Cota	Volumen hm3	H resguardo	V Resguardo hm3
NMN	868,00	28,41	3,00	10,78
Coronación	871,00	39,19	0,00	0,00

En el caso de aparición de la avenida extrema considerada (T 10.000) podría llegar al embalse una aportación conjunta de 5,27 hm3 (4,83 hm3 procedentes de Cueva 1 y laminados por su aliviadero, más 0,44 hm3 procedentes de la cuenca intermedia entre Cueva 1 y Cueva 2).

Muy improbable también pero más verosímil se presenta la rotura por sobrevertido en Cueva 2 debido a la rotura de Cueva 1 por cualquier otra causa (rotura en cadena). En este caso llegaría al embalse de Cueva 2 un hidrograma con el volumen embalsado de Cueva 1.



ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES Y
CATÁSTROFES. APÉNDICE. VULNERABILIDAD POR RIESGO DE ROTURA DE LAS PRESAS

A favor de su aparición	En contra de su aparición
Modo de fallo más frecuente en presas de materiales sueltos	Gran volumen de resguardos
Fragilidad de la presa en vertidos por coronación.	Cuencas aportantes poco extensas que producen unas avenidas extremas moderadas en volumen.
Se produciría en Cueva 2 en caso de rotura de Cueva 1 por cualquier MF (rotura encadenada)	Órganos de desagüe adecuados



EROSIÓN INTERNA

El término “erosión interna” se utiliza como término genérico (*) para describir la erosión de partículas del suelo por el agua que pasa a través de una masa de suelo.

** Son varios los mecanismos descritos por el USACE & USBR 2019: Socavación (erosión por filtración concentrada o por el contacto presa-cimiento), Erosión regresiva - Tubificación (BEP), Inestabilidad interna (Sufusión y sufosión) y Migración interna*

Los casos de erosión interna pueden ser agrupados en las siguientes categorías generales relacionados con la ubicación de las vías de erosión interna para evaluar en detalle los modos de fallo:

- Erosión interna a través del cuerpo de presa.
- Erosión interna a través de la cimentación.
- Erosión interna a través del cuerpo de presa hacia la cimentación incluido a través del contacto entre presa cimiento.
- Erosión interna a lo largo de estructuras que atraviesan el cuerpo de presa como conductos o paredes de vertederos.

El proceso de erosión interna generalmente es dividido en cuatro etapas temporales:

- (1) inicio de la erosión (desprendimiento de partículas),
- (2) continuación de la erosión (retención inadecuada de partículas),
- (3) progresión de la erosión (transporte continuo de partículas y aumento de la vía de erosión, (4) iniciación de una brecha.

El inicio de la erosión interna depende en gran parte de las propiedades del material y de las condiciones hidráulicas. El siguiente listado intenta enumerar algunos aspectos que deben ser revisados y evaluados para la estimación de la probabilidad de iniciación del proceso de erosión interna:

- Filtraciones (mediciones cualitativas y cuantitativas) y su tendencia a lo largo del tiempo.
- Erosionabilidad del suelo.
- Zonificación de la presa y geometría general.
- Comportamiento del flujo en el cuerpo de presa y gradientes hidráulicos.
- Dolinas o depresiones observadas en la superficie del cuerpo de presa.
- Asentamientos (durante la construcción y durante la operación).
- Operación del embalse (carga hidráulica).
- Extensa vegetación, madrigueras de roedores.
- Edad de la presa / tiempo de explotación y comportamiento histórico.
- Instrumentación en el núcleo o zona impermeable.
- Calidad general de construcción y control de calidad.



- Características del material impermeable.
- Sismicidad de la zona y potenciales efectos sobre el núcleo.

Características del modo de fallo

Generalmente los signos de erosión interna son detectables y reconocibles.

- Mediante la evaluación de datos de instrumentación y procedimientos de revisión de datos.
- Por medio de las inspecciones visuales de la presa (periodicidad de las inspecciones, profundidad de revisiones, etc.).
- Con la presencia de personal de forma permanente en la presa.

Una vez detectados los signos de erosión interna, la intervención o no dependerá de:

- Capacidad de deprimir el embalse (existencia de descargador de fondo, su capacidad, tiempos de vaciados).
- Erosionabilidad del material y rapidez de fallo.
- Capacidad para movilizar rápidamente equipos y materiales.
- Tiempos de toma de decisión en caso de urgencia.

Al estimar este modo de fallo, cabe destacar que, según la experiencia del USBR, la mayoría de procesos de erosión interna se han evitado antes de la rotura (98 de 99).

Posibilidades teóricas de presentación de este modo de fallo en:

- en la presa de Cueva 1 en Escenario Normal, Hidrológico (una mayor carga hidráulica agravaría el escenario normal) y Sísmico
- en el dique del collado de Cueva 1 en Escenario Normal, Hidrológico y Sísmico.
- en Cueva 2 en Escenario Normal e Hidrológico (la mayor carga hidráulica agrava el escenario normal)

Consideraciones

Los escenarios más factibles de aparición del modo de fallo de erosión interna son los escenarios de explotación normal, debido a su gran amplitud temporal: los embalses pueden encontrarse bastante llenos (con una carga hidráulica cercana a la propia de NMN) varios meses al año.

Los escenarios hidrológicos y sísmicos pueden agravar la situación del escenario normal (mayores cargas hidrostática y aceleraciones) pero están muy limitados por su corta duración y remota aparición. Sin embargo, pueden actuar (sobre todo el escenario hidrológico) como desencadenante final de un proceso parcialmente iniciado en un escenario normal de explotación.

Se descarta por improbable la aparición simultánea de un escenario hidrológico extremo junto con un escenario sísmico.



A favor de su aparición	En contra de su aparición
Modo de fallo considerado habitualmente en presas de materiales sueltos	El escenario sísmico es muy improbable en nuestro caso al ser una zona de muy escasa sismicidad. En avenidas las sobrepresiones tienen una duración muy breve.
	Proceso normalmente detectable en sus primeras fases mediante vigilancia visual, datos de auscultación (piezómetros, aforadores, medida de asientos y desplazamientos de taludes, etc.,)



ESTIMACIÓN DE LAS CONSECUENCIAS

En este apartado se realizarán los cálculos correspondientes para proporcionar una aproximación de la magnitud de las avenidas que se pueden generar, de la localización y las características de los cauces por los que estas transitarían y se estimarán las afecciones que estas avenidas pudieran ocasionar de forma muy general.

Consideraciones previas:

Se cuenta con un estudio hidrológico y de avenidas provisional. El estudio hidrológico y el de avenidas del Anteproyecto se revisará y ampliará en la redacción del proyecto de construcción definitivo, se incorporarán los nuevos datos disponibles hasta la fecha y las nuevas directrices e instrucciones que pudieran ser vigentes (pe. en cuanto a la consideración de un aumento de la torrencialidad y otras alteraciones debidas al cambio climático).

Diseño provisional de los elementos de desagüe. Se ha de tener en cuenta el grado de detalle existente de la documentación técnica (Anteproyecto) en el prediseño de las presas (sobre todo de los órganos de desagüe). A pesar de creer que los órganos de desagüe son los adecuados, el proyecto de construcción definitivo puede cambiar la capacidad de estos (cambios en sus dimensiones y sus cotas) según dicten las necesidades derivadas de un mayor conocimiento.

SIMPLIFICACIONES DEL ESTUDIO DE AFECCIONES

Para la realización del estudio de afecciones, se precisa realizar un modelo hidráulico de los cauces a través de los cuales circularían los grandes caudales causados por las roturas de las presas.

Dada la complejidad de estos modelos y dado que se “alimentarían” con los datos escasos y provisionales que se disponen del Anteproyecto, se ha creído necesario adoptar la serie de simplificaciones que se relacionan a continuación:

- El estudio de rotura no contempla expresamente hidrogramas de avenidas en las presas por los motivos anteriormente expuestos. Los caudales manejados se deben únicamente a los volúmenes desalojados en la rotura.
- El inicio de la rotura se produce con un determinado volumen embalsado.
- No se considera el caudal de los afluentes en los tramos de estudio. Los caudales de avenida en estos estrechos cauces (Cueza, Arroyo Templarios, Sequillo, Valdeginete, etc.) serían comparativamente muy pequeños en relación con los caudales generados por la rotura de la presa.
- Por lo tanto, los efectos de la evaluación de los daños a considerar serán absolutos (no incrementales, entendidos éstos como el incremento entre los que se producirían por efecto de la onda de rotura y los que se habrían producido sin la existencia de la presa).
- No se modelizan las obras de paso sobre los cauces al considerar que las obras de paso pequeñas (como los puentes pequeños de carreteras locales o pistas) no suponen un obstáculo transversal significativo sobre la sección total para esos grandes caudales. Por otra parte, las grandes obras transversales presentes (como autovías, carreteras importantes y AVE) están



representadas y se observan perfectamente en el Modelo Digital del Terreno y por lo tanto ya se tienen en cuenta implícitamente en la modelización.

- Las afecciones sobre la población, las infraestructuras y otros bienes se han identificado por superposición de la lámina de inundación (de envolvente de caudales máximos) sobre la cartografía 1/25.000 del IGN.

METODOLOGÍA

ANÁLISIS DE LAS ROTURAS

Excepto lo anteriormente mencionado en las simplificaciones introducidas, se siguen en general las recomendaciones de la Guía Técnica para la Clasificación de Presas.

ESCENARIOS DE ROTURA

HIPÓTESIS 1 (H1) ROTURA DE CUEZAS 2

- (H1-E1) Escenario sin avenida: Rotura de la presa en ausencia de avenida y con el embalse situado en su NMN cuando todos los elementos mecánicos de los órganos de desagüe se encuentran cerrados.
- (H1-E2) Escenario límite: Embalse en su NMN y desagüe de un hidrograma que pueda llenarlo hasta su coronación, manteniendo ésta todos sus elementos de desagüe abiertos, produciéndose a continuación la rotura de la presa. No se ha estudiado.

HIPÓTESIS 2 (H2) ROTURA DE CUEZAS 1 PROVOCANDO LA ROTURA DE CUEZAS 1 (ROTURA DE PRESAS ESCALONADAS)

- (H2-E1) Escenario de Rotura Encadenada: Rotura de CUEZAS 1 estando ésta en su NMN y CUEZAS 2 lleno hasta su NMN. La avenida provocada por la rotura de CUEZA 1 provoca que CUEZA 2 se llenen hasta coronación, y en ese momento se produce la rotura.

HIPÓTESIS 3 (H3) ROTURA DE DIQUE DE COLLADO EN CUEZAS 1

- (H3-E1) Escenario sin avenida: Rotura del DIQUE cuando cuezas se encuentra en NMN.



TABLA DE AFECCIONES

POR ROTURA DE DIQUE DEL COLLADO EN CUEZA 1 (EMBALSE DE CUEZA 1 A NMN)

id	X UTM	Y UTM	Cauce	Afección	Cota (msnm)	Calado máximo	Tiempo de llegada de la onda
1	342.831	4.691.893	Arroyo San Juan	Carretera N-120	848,71	2,76	1,78
2	342.488	4.691.449	Arroyo San Juan	Camino de Santiago en Palencia	838,59	2,96	1,82
3	342.488	4.690.644	Rio de los Templarios	Carretera P-905	835,67	0,60	1,87
4	342.121	4.688.502	Rio de los Templarios	Nave Industrial	824,41	0,25	2,02
5	341.208	4.686.576	Rio de los Templarios	Villemar	814,47	0,58	2,20
6	341.268	4.686.337	Rio de los Templarios	Nave industrial	813,35	1,36	2,22
7	340.370	4.684.875	Rio de los Templarios	Carretera PP-9731	807,88	1,36	2,36
8	340.370	4.684.811	Rio de los Templarios	Villelga	806,41	1,08	2,36
9	339.031	4.683.278	Rio de los Templarios	Carretera P-905	799,06	0,25	2,61
10	338.699	4.681.462	Río Sequillo	Línea Férrea Venta de Baños - León	791,74	2,97	2,89
11	338.302	4.679.870	Río Sequillo	Carretera CL-613	794,32	2,30	3,22
12	338.030	4.679.463	Río Sequillo	Villada	789,72	1,53	3,31
13	337.955	4.678.497	Río Sequillo	Línea férrea	787,88	1,63	3,45
14	337.468	4.678.551	Río Sequillo	Carretera P-931	788,51	0,61	3,50
15	337.798	4.677.922	Río Sequillo	Carretera P-905	785,39	2,50	3,53
16	337.495	4.673.007	Río Sequillo	Carretera P-934	777,30	0,63	4,54
17	337.528	4.671.602	Río Sequillo	Boadilla de Rioseco	774,45	1,16	4,79



ROTURA DE CUEZA 1 (EMBALSE DE CUEZA 1 A NMN)

id	X UTM	Y UTM	Cauce	Afección	Cota (msnm)	Calado máximo	Tiempo de llegada de la onda
18	346.047	4.692.710	Rio de la Cueva	Carretera PP-2468	882,52	7,27	1,10
19	345.945	4.692.478	Rio de la Cueva	Carretera P-235	877,85	11,89	1,10
20	346.057	4.692.200	Rio de la Cueva	Autovía A-231 (pk 64+500)	874,52	11,90	1,11
21	346.206	4.691.809	Rio de la Cueva	Carretera N-120 (pk 224+500)	875,69	3,13	1,14
22	346.343	4.690.764	Rio de la Cueva	Ledigos	869,66	4,61	1,19
23	346.123	4.690.731	Rio de la Cueva	Zona industrial de Ledigos	868,96	5,31	1,19
24	346.193	4.690.594	Rio de la Cueva	Carretera P-970	870,05	3,58	1,21
25	346.287	4.690.329	Rio de la Cueva	Camino de Santiago en Palencia	866,49	6,29	1,24
74	346.124	4.690.558	Rio de la Cueva	Camino de Santiago en Palencia	870,32	3,35	1,22
75	345.731	4.690.469	Rio Valdeginete	Camino de Santiago en Palencia	864,74	1,94	1,27
76	345.801	4.690.116	Rio Valdeginete	Carretera P-970	862,61	1,70	1,29
77	345.718	4.688.853	Rio Valdeginete	Población de Arroyo	848,13	1,72	1,41
78	346.994	4.686.198	Rio Valdeginete	Arroyo	828,01	0,76	1,78
79	347.060	4.682.749	Rio Valdeginete	Carretera P-970 (pk 16+000)	810,19	0,04	2,41
80	347.119	4.680.928	Rio Valdeginete	Carretera P-972	801,12	2,30	2,72
81	347.021	4.680.899	Rio Valdeginete	Camino de Santiago en Palencia	802,75	0,53	2,76
82	346.863	4.680.784	Rio Valdeginete	San Román de la Cuba	802,28	0,90	2,77
83	347.553	4.676.804	Rio Valdeginete	Línea Férrea Venta de Baños - León	788,16	1,85	3,72
84	347.536	4.676.323	Rio Valdeginete	Carretera PP-9701 (pk 4+950)	788,33	0,33	3,87
85	347.624	4.674.971	Rio Valdeginete	ZEPA La Nava-Campos Norte	782,89	2,32	4,29
86	347.627	4.675.229	Rio Valdeginete	Carretera CL-613	783,70	2,24	4,17
87	347.636	4.672.566	Rio Valdeginete	Línea Férrea	777,60	2,31	5,36
88	348.171	4.670.183	Rio Valdeginete	Mazuecos	773,93	0,79	6,20
89	348.026	4.667.013	Rio Valdeginete	Frechilla	768,24	0,31	7,61



ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES Y
CATÁSTROFES. APÉNDICE. VULNERABILIDAD POR RIESGO DE ROTURA DE LAS PRESAS

() La rotura de la presa de Cueva 1 con el embalse de Cueva 2 lleno produciría una sobreelevación que causaría, antes de provocar la rotura de la presa de Cueva 2, la derivación de caudales hacia el río Valdeginete al superar la cota del collado por el que discurre la carretera P-970 (entre Ledigos y Población de Arroyo).*

FIRMADO POR:

JUAN CARLOS BERNABE DE LA IGLESIA - JEFE SECCION INFORMATICA - CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL DUERO - 30/06/2023 14:27:56

RAFAEL LOPEZ ARGÜESO - 02/07/2023 19:23:51

CSV: MA00217V8MJ9I4ME9J50AJMWVP1688128084 - URL de verificación: <https://sede.miteco.gob.es>



ROTURA DE CUEZA 2 (ROTURA ENCADENADA)

Inicialmente, ambos embalses se encuentran a su NMN.

id	X UTM	Y UTM	Cauce	Afección	Cota (msnm)	Calado máximo	Tiempo de llegada de la onda
26	351.058	4.685.939	Rio de la Cueva	ZEC Riberas del Río Carrión y afluentes	843,28	4,34	2,30
27	351.374	4.685.207	Rio de la Cueva	Villa romana de "Tejada"	843,44	1,72	2,37
28	351.693	4.685.341	Rio de la Cueva	Carretera N-120 (pk 215+000)	841,79	2,89	2,37
29	352.073	4.684.684	Rio de la Cueva	Quintanilla de la Cueva	841,76	1,32	2,40
30	354.377	4.683.933	Rio de la Cueva	Carretera N-120 (pk 211+000)	832,02	4,11	2,52
31	357.856	4.682.840	Rio de la Cueva	Laguna de Lobera	820,46	5,07	2,77
32	358.230	4.682.732	Rio de la Cueva	Nave agrícola	821,90	2,70	2,79
33	358.040	4.682.544	Rio de la Cueva	Nave agrícola	819,88	4,85	2,79
34	357.841	4.682.270	Rio de la Cueva	Riberos de la Cueva	821,66	3,43	2,78
35	366.205	4.678.676	Rio de la Cueva	Castrillejo de la Olma	791,32	3,53	3,34
36	366.481	4.677.854	Rio de la Cueva	Carretera PP-9641	788,74	3,01	3,55
37	366.951	4.677.339	Rio de la Cueva	Canal de la MD del Bajo Carrión	786,25	4,10	3,70
38	367.607	4.677.759	Rio de la Cueva	Nave industrial	788,66	1,73	3,70
39	367.242	4.677.109	Rio de la Cueva	Carretera CL-615 (pk 25+000)	785,71	4,09	3,73
40	367.120	4.677.020	Rio de la Cueva	Carretera P-963	786,50	3,31	3,73
41	367.107	4.676.883	Rio de la Cueva	Carretera P-961	787,22	2,16	3,74
42	368.842	4.675.414	Rio Carrión	Carretera PP-9832	780,40	2,32	4,02
43	370.562	4.673.733	Rio Carrión	Manquillos	775,92	1,53	4,34
44	370.498	4.672.675	Rio Carrión	Carretera PP-9832 (pk 3+000)	771,04	4,35	4,50
45	370.237	4.671.186	Rio Carrión	Villafruela	770,55	1,89	4,73
46	372.965	4.668.245	Rio Carrión	Canal de Castilla - Ramal de Campos	762,63	2,48	5,27
47	373.600	4.669.018	Rio Carrión	Canal de Palencia	761,67	2,53	5,34
48	372.819	4.667.801	Rio Carrión	Canal de la Retención	762,40	1,26	5,34



**ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES Y
CATÁSTROFES. APÉNDICE. VULNERABILIDAD POR RIESGO DE ROTURA DE LAS PRESAS**

49	373.020	4.666.588	Rio Carrión	Becerrilejo	760,93	0,18	5,81
50	374.489	4.667.717	Rio Carrión	Ribas de Campos	758,48	2,43	5,57
51	371.753	4.665.920	Rio Carrión	Lagunas del Canal de Castilla	761,63	1,53	6,63
52	376.700	4.666.218	Rio Carrión	Carretera P-984 (pk 1+000)	752,67	2,01	6,80
53	376.915	4.665.512	Rio Carrión	Línea férrea Palencia Santander	754,61	0,46	6,85
54	376.319	4.663.753	Rio Carrión	Monzón de Campos	749,56	2,54	7,06
55	376.116	4.663.946	Rio Carrión	Carretera PP-990	749,54	2,58	7,05
56	375.600	4.662.276	Rio Carrión	Carretera P-991	748,99	1,50	7,26
57	373.724	4.660.932	Rio Carrión	Husillos	744,87	2,08	7,76
58	373.830	4.660.788	Rio Carrión	Carretera P-991	742,41	4,52	7,77
59	374.049	4.660.427	Rio Carrión	Vía Palencia - Santander	745,47	1,20	7,81
60	372.861	4.660.515	Rio Carrión	Urbanizaciones	745,55	0,03	8,22
61	372.596	4.660.170	Rio Carrión	Urbanizaciones	743,87	1,36	8,34
62	371.346	4.658.314	Rio Carrión	Diseminado de Grijota	741,45	1,30	8,69
63	370.968	4.658.108	Rio Carrión	Carretera CL-615	740,53	1,16	8,74
64	372.947	4.660.280	Rio Carrión	Central Hidroeléctrica de Husillos (C-0527/2000)	739,04	6,37	8,29
65	373.245	4.660.207	Rio Carrión	Nave industrial	742,50	3,03	8,26
66	375.409	4.661.798	Rio Carrión	Nave Industrial	748,80	0,46	7,49
67	375.672	4.662.614	Rio Carrión	Antigua azucarera de Monzón de Campos	748,67	2,34	7,19
68	376.406	4.664.428	Rio Carrión	Nave Industrial	750,46	2,39	6,93
69	372.048	4.664.873	Rio de la Cueva	Diseminado Monzón de Campos	759,01	0,10	6,92
70	375.793	4.666.632	Rio de la Cueva	Naves Industriales	754,43	1,46	5,92
71	373.439	4.669.286	Rio de la Cueva	Central Hidroeléctrica de Calahorra de Rivas	765,12	1,12	5,22
72	368.314	4.674.979	Rio Carrión	Casa Pinacho	783,10	0,32	4,36
73	368.322	4.677.661	Rio de la Cueva	Villoldo	788,09	0,66	3,78

FIRMADO POR:

JUAN CARLOS BERNABE DE LA IGLESIA - JEFE SECCION INFORMATICA - CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL DUERO - 30/06/2023 14:27:56

RAFAEL LOPEZ ARGÜESO - 02/07/2023 19:23:51

CSV: MA00217V8MJ9I4ME9J50AJMWVP1688128084 - URL de verificacion: <https://sede.miteco.gob.es>



CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE ROTURA DE LOS EMBALSES.

El peor escenario de accidente grave o catástrofe en relación con el riesgo derivado de las presas de las Cuezas es la generación de grandes caudales de avenidas causadas por una posible rotura.

Analizados los datos del anteproyecto, a estos efectos se considera la potencial rotura de:

- La presa de Cueva 1 (presa superior)
- El dique que cierra el collado de la margen derecha del embalse de Cueva 1.
- La presa de Cueva 2 (presa inferior)

La rotura de estos elementos podría producirse por las causas propias de cada infraestructura mencionadas en el estudio o bien, en caso de la presa inferior Cueva 2, por encontrarse el embalse lleno o parcialmente lleno, sin capacidad suficiente para alojar el volumen desalojado en caso de rotura de la presa superior (Cueva 1), es decir por sobrevertido en un proceso de rotura encadenada.

Gravedad de los efectos causados por las roturas:

- **La presa de Cueva 1 (presa superior)**

La avenida generada se desarrollaría principalmente por el **cauce del río Cueva**, entre la presa de Cueva 1 y la lámina del embalse inferior de Cueva 2.

Adicionalmente, en caso de encontrarse el embalse de Cueva 2 con un volumen suficiente incapaz de alojar la totalidad del volumen de la avenida de rotura, se produciría una sobreelevación que causaría, antes de provocar la rotura de la presa de Cueva 2 por sobrevertido, la derivación de caudales hacia el **río Valdeginete** al superar la cota del collado por el que discurre la carretera P-970 (entre Ledigos y Población de Arroyo).

El estudio analiza la inundación en su totalidad del tramo del río de las Cuezas y el primer tramo del río Valdeginete (las primeras 5 horas). En el río Valdeginete, después de este periodo no se prevén más afecciones graves.

Se producen daños graves siendo los dos principales la parcial inundación del núcleo de Ledigos y la posible rotura de la presa inferior (Cueva 2).

La clasificación de la presa según su riesgo potencial deber ser A.

- **El dique que cierra el collado de la margen derecha del embalse de Cueva 1.**

La avenida causada se produciría desde el citado collado a través del Arroyo San Juan, Arroyo de los Templarios y posteriormente por el río Sequillo.

El estudio analiza la inundación las primeras 5 horas.

En este periodo las afecciones más graves se producirían por la inundación parcial de los núcleos de población de Villemar, Villada y Boadilla de Campos.

La clasificación del dique según su riesgo potencial deber ser también A.



Después del periodo de tiempo analizado del estudio, se pueden producir también otras afecciones graves en el río Sequillo, similares a las producidas por la avenida Q500 (sin rotura de las presas de Las Cuezas) de los estudios existentes en la CHD.

- **La presa de Cueva 2 (presa inferior).**

La avenida generada se desarrollaría desde la presa de Cueva 2 a través del **cauce del río Cueva** primeramente y después por el **cauce del río Carrión** hasta la desembocadura del Pisuerga.

El estudio analiza la inundación en la totalidad del tramo del río de las Cuezas y el primer tramo del Carrión (hasta las primeras 10 horas).

En este tramo ya se detectan afecciones graves. Las principales, afectando a la población serían:

- En el río Cueva se afecta a la totalidad del núcleo de Castrillejo de la Olma.
- En el cauce del río Carrión, Manquillos, Husillos, urbanizaciones y diseminados entre Husillo y Grijota.

También se producen afecciones importantes a vías de transporte y por su extensión al ZEC “Riberas del Carrión y afluentes”

Después del periodo de tiempo analizado del estudio, se pueden producir también otras afecciones importantes en el río Carrión, con efectos similares a los producidas por la avenida Q500 de los estudios existentes en la CHD (Cartografía de Zonas Inundables).

La clasificación de la presa según su riesgo potencial deber ser A.



MEDIDAS A ADOPTAR PARA REDUCIR EL RIESGO

La mayor parte de las medidas encaminadas a reducir el riesgo por rotura o fallo de las infraestructuras procede de la aplicación de la Normativa de seguridad específica: “Normas técnicas de seguridad para las presas y sus embalses aprobadas por Real Decreto 264/2021, de 13 de abril”. Esta normativa consta de tres apartados principales:

ANEXO I. Norma técnica de seguridad para la clasificación de las presas y para la elaboración e implantación de los planes de emergencia de presas y embalses
ANEXO II. Norma técnica de seguridad para el proyecto, construcción y puesta en carga de presas y llenado de embalses
ANEXO III. Norma técnica de seguridad para la explotación, revisiones de seguridad y puesta fuera de servicio de presas

Es de destacar, que dada la naturaleza de este efecto ambiental negativo (al tratarse de un riesgo de daño no de un daño cierto) y de la etapa inicial en la que nos encontramos (previa a la redacción proyecto), las medidas a adoptar que se consideran aquí serán únicamente medidas preventivas y mitigadoras.

Por un lado, las medidas preventivas actuarán para evitar que el daño se produzca (disminuyendo la probabilidad de ocurrencia del fallo).

Las medidas mitigadoras del daño actuarían, sin embargo, una vez que el fallo (rotura) se hubiese producido con la finalidad de disminuir la severidad de las consecuencias de este.

Las medidas que se señalan son eficaces para la reducción del riesgo para todas las causas posibles de fallo (no sólo para los modos de fallo descritos)

En la fase de redacción del proyecto	Clasificación de presas según riesgo potencial	Según contenido de la NTSP.ANEXO I
	Redacción del Plan de Emergencia	Según contenido de la NTSP.ANEXO I
	Proyecto según directrices de las Normas Técnicas de Seguridad Presas	Según contenido de la NTSP.ANEXO II

En la fase de obras	Redacción y aprobación P.E. de las ataguías de desvío del río	Según contenido de la NTSP. ANEXO II
	Construcción según Normas Técnicas de Seguridad Presas	Según contenido de la NTSP. ANEXO II



En la fase de explotación	Aprobación e Implantación del Plan de Emergencia	Según contenido de la ANEXO III
	Sistemas de auscultación	Según contenido de la NTSP: ANEXO III
	Sistemas automáticos de información hidrológica (SAIH)	Incorporación de datos hidrológicos en tiempo real de las presas al SAIH de la CHD
	Normas de Explotación, En relación con la seguridad de la presa debe contener: – Plan de inspección de la presa, embalse y obra civil. – Plan de inspecciones periódicas y pruebas de funcionamiento de los equipos y sistemas eléctricos, hidromecánicos y de comunicaciones. – Plan de auscultación de presa y embalse. – Plan de mantenimiento de presa y embalse, obra civil, órganos de desagüe y de equipos y sistemas. – Procedimiento de redacción de Informes de comportamiento. – Normas de actuación en situaciones ordinarias y extraordinarias. – Protocolo para activación del Plan de Emergencia. – Sistemas de aviso aguas abajo en situaciones de desembalse.	Según contenido de la NTSP: ANEXO III
	Revisiones de Seguridad, - Revisión de seguridad periódica, para categoría A periodicidad <5 año - Revisión extraordinaria. Después de situaciones consideradas como extraordinarias, tales como grandes avenidas, seísmos o cuando concurren otras circunstancias que pudieran comprometer la seguridad de la presa o el embalse, se realizará una revisión extraordinaria	Según contenido de la NTSP: ANEXO III
	Medidas de reducción del riesgo en la explotación (Análisis de Riesgo de las presas de explotación). De las conclusiones particulares de estos estudios de Análisis de Riesgos (durante la fase de explotación) podría extraerse la conveniencia de adopción de medidas específicas para la reducción del riesgo.	Incorporación de las nuevas presas al Análisis de Riesgos de las presas estatales de la cuenca del Duero (*)





Figura 15 Resumen de potenciales medidas de reducción de riesgo y acciones de reducción de incertidumbre

Posibles medidas a adoptar derivadas de las conclusiones de los Estudios de Análisis de Riesgos durante la explotación.



CONCLUSIONES. NIVEL DE ACEPTABILIDAD DEL RIESGO

Se ha estimado el nivel de riesgo que comporta la actividad propuesta de la forma más conveniente y adecuada al grado de definición que existe de la actuación, presente en el documento técnico (Anteproyecto) que se expone y se evalúa en la tramitación ambiental.

Ha de tenerse en cuenta que la identificación más detallada de las afecciones potenciales de todo tipo se realizará, en cualquier caso, en el estudio de “Zonificación Territorial y estimación de daños” que incluiría en el Plan de Emergencia, que se redactará cuando se disponga de la información completa del proyecto de construcción.

A la vista de las características técnicas y los resultados anteriores se estima que **las dos presas (Cueza 1 y Cueza 2) y el dique del collado de Cueza 1** serían presas cuya rotura o cuyo funcionamiento incorrecto puede afectar gravemente a núcleos urbanos o a servicios esenciales, o producir daños materiales o medioambientales muy importantes. Por lo tanto, previsiblemente **se clasificarán como de Categoría A**.

Se concluye que la construcción y explotación de estas presas supondría un nivel de **Riesgo tolerable**, entendido como aquel con el que la sociedad está dispuesta a convivir obteniendo a cambio ciertos beneficios como contrapartida. Es un riesgo que no se considera despreciable y que por lo tanto no se puede ignorar pero que es adecuadamente gestionado y vigilado por el propietario y que se reducirá lo más posible si ello es factible.

En este caso:

- Se constata que la actividad propuesta proporcionará amplios beneficios a la sociedad como contrapartida. Prueba de ello es la necesaria inclusión de estas medidas (infraestructuras de regulación adicional del Carrión) de forma reiterada en los sucesivos Planes Hidrológicos de la cuenca del Duero que llevan aparejada la consideración de Actuaciones de Interés General.
- El riesgo será adecuadamente gestionado y vigilado por el propietario de las infraestructuras. Existe un compromiso real del Estado (como titular de las presas) para gestionar y vigilar el riesgo. Mediante la normativa de Seguridad de Presas se establecen las obligaciones y responsabilidades de los titulares, así como las funciones y cometidos de las Administraciones competentes en materia de control de la seguridad de las presas, embalses y balsas. Se establece así un sistema de control de seguridad caracterizado por la intervención y control de las Administraciones Públicas competentes en todas las fases de la vida de las presas: proyecto, construcción, puesta en carga, explotación y puesta fuera de servicio.
- Habitualmente la sociedad tolera este tipo de riesgo (caracterizado por unas consecuencias potenciales graves, pero con una probabilidad de ocurrencia muy remota) en presas existentes con similares usos y beneficios.
- Otras medidas de reducción del riesgo en la explotación. Adicionalmente a las obligaciones que establece la Normativa de Seguridad de Presas, el estado por medio de la CHD ha realizado para las presas del Estado en explotación estudios de Análisis de Riesgos con la finalidad de definir y priorizar las actuaciones necesarias en materia de seguridad:

“Desarrollo de un programa complementario de gestión de la seguridad basado en el riesgo para las presas de la Confederación Hidrográfica del Duero, en el que se incluyan la definición, evaluación, y priorización de actuaciones en materia de seguridad” (2011).



*“Servicios para gestionar la gobernanza del riesgo, adaptar al cambio climático y priorizar las inversiones de la seguridad de las presas estatales de las CCHH Tajo, Guadiana, Miño-Sil - Cantábrico - Taibilla y Duero”
(en licitación).*

Sería muy conveniente que las presas de las Cuezas, una vez construidas se incluyan también al catálogo de las presas incluidas en los citados estudios.



ESTUDIO HIDRÁULICO DE LA ROTURA

(detalles del estudio hidráulico)

CARACTERÍSTICAS DE LAS PRESAS

PRESA DE CUEZA-1

Identificación de la presa

Denominación	CUEZA-1
Paraje	CUEZA ABAJO
Finalidad	Riego

Situación de la presa

Se encuentra en la hoja nº 0196 "Sahagún" del 1:50.000 del IGN, y sus coordenadas UTM son las indicadas a continuación:

Término municipal	LAGARTOS
Provincia	PALENCIA
Coordenadas	X=345,737,9253 Y=4.692.905,2847

Características de la presa

Tipología	Materiales Suelos
Longitud de coronación	770.00 m
Cota de coronación	901.00 msnm
Tipología del aliviadero	Labio Fijo
Cota del aliviadero	898.00 msnm
Órganos de desagüe	2 Tub. ϕ 1.000 mm
Cota del cauce	877.50 msnm
Altura máxima desde cimientos	30.40 msnm

Características del embalse

Volumen de embalse a NMN	27,06 hm ³
Volumen de embalse hasta coronación	38,91 hm ³
Superficie de embalse a NMN	3,27 km ²



Cubicación del embalse

Curva de llenado del embalse

COTA	ÁREA (m²)	Volumen entre dos curvas	VOLUMEN (m³)	AREA (ha)	Volumen (hm³)
878,00	17.923,50	0,00	6.683,70	1,79235	0,01
878,50	24.746,30	10.951,73	17.635,43	2,47463	0,02
879,00	35.536,30	15.520,23	33.155,67	3,55363	0,03
879,50	61.795,20	25.427,00	58.582,66	6,17952	0,06
880,00	99.310,40	41.839,53	100.422,20	9,93104	0,10
880,50	263.154,80	97.443,15	197.865,35	26,31548	0,20
881,00	283.126,80	137.402,57	335.267,91	28,31268	0,34
881,50	304.029,10	147.659,90	482.927,82	30,40291	0,48
882,00	331.468,90	160.017,83	642.945,64	33,14689	0,64
882,50	371.245,50	177.335,96	820.281,60	37,12455	0,82
883,00	472.715,80	215.218,25	1.035.499,85	47,27158	1,04
883,50	516.179,80	249.034,90	1.284.534,75	51,61798	1,28
884,00	564.055,80	272.053,73	1.556.588,49	56,40558	1,56
884,50	626.499,60	300.240,68	1.856.829,16	62,64996	1,86
885,00	696.600,50	333.695,90	2.190.525,06	69,66005	2,19
885,50	847.711,70	392.374,35	2.582.899,41	84,77117	2,58
886,00	884.969,70	434.722,77	3.017.622,18	88,49697	3,02
886,50	927.329,10	454.839,68	3.472.461,85	92,73291	3,47
887,00	985.443,70	480.614,64	3.953.076,49	98,54437	3,95
887,50	1.063.526,10	515.495,88	4.468.572,38	106,35261	4,47
888,00	1.252.111,60	586.767,15	5.055.339,53	125,21116	5,06
888,50	1.300.513,70	640.173,08	5.695.512,61	130,05137	5,70
889,00	1.353.637,60	665.751,32	6.361.263,93	135,36376	6,36
889,50	1.417.144,80	695.341,73	7.056.605,66	141,71448	7,06
890,00	1.504.037,30	733.916,05	7.790.521,71	150,40373	7,79
890,50	1.672.189,80	801.063,13	8.591.584,84	167,21898	8,59



ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES Y
CATÁSTROFES. APÉNDICE. VULNERABILIDAD POR RIESGO DE ROTURA DE LAS PRESAS

891,00	1.739.467,90	855.717,68	9.447.302,52	173,94679	9,45
891,50	1.810.858,80	890.556,30	10.337.858,81	181,08588	10,34
892,00	1.895.368,70	930.078,12	11.267.936,93	189,53687	11,27
892,50	2.017.837,70	983.404,48	12.251.341,41	201,78377	12,25
893,00	2.195.398,70	1.060.707,48	13.312.048,88	219,53987	13,31
893,50	2.267.956,20	1.118.861,95	14.430.910,84	226,79562	14,43
894,00	2.333.268,70	1.153.027,58	15.583.938,42	233,32687	15,58
894,50	2.425.257,30	1.193.464,36	16.777.402,78	242,52573	16,78
895,00	2.556.948,10	1.251.038,47	18.028.441,24	255,69481	18,03
895,50	2.814.782,30	1.353.675,69	19.382.116,93	281,47823	19,38
896,00	2.898.385,90	1.431.775,53	20.813.892,47	289,83859	20,81
896,50	2.983.678,20	1.474.069,87	22.287.962,34	298,36782	22,29
897,00	3.080.754,20	1.520.152,93	23.808.115,27	308,07542	23,81
897,50	3.195.955,30	1.573.977,42	25.382.092,69	319,59553	25,38
898,00	3.280.099,30	1.622.519,65	27.004.612,34	328,00993	27,00
898,50	3.802.921,49	1.792.539,46	28.797.151,80	380,292149	28,80
899,00	3.845.000,75	1.913.733,86	30.710.885,66	384,5000749	30,71
899,50	3.970.044,72	1.958.971,53	32.669.857,19	397,004472	32,67
900,00	4.085.928,35	2.018.821,75	34.688.678,94	408,5928348	34,69
900,50	4.213.968,72	2.080.309,28	36.768.988,23	421,396872	36,77
901,00	4.341.818,93	2.144.274,00	38.913.262,23	434,181893	38,91

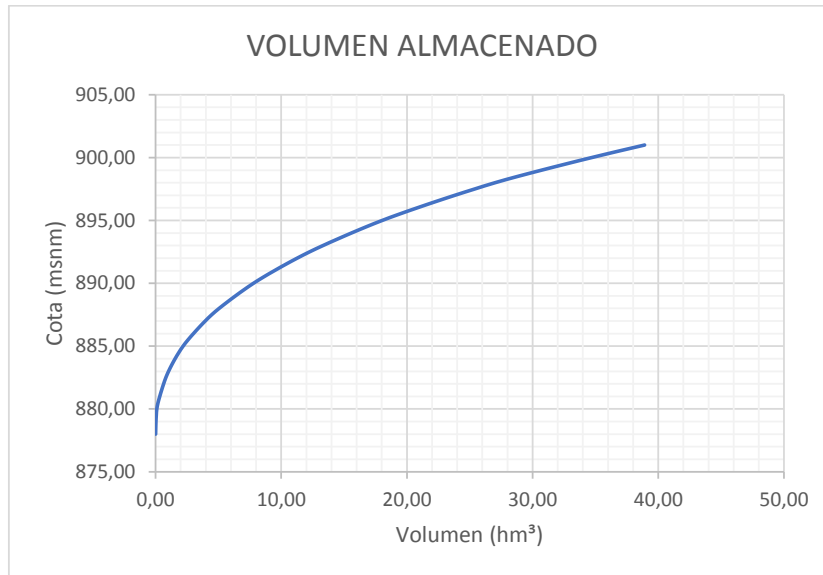
FIRMADO POR:

JUAN CARLOS BERNABE DE LA IGLESIA - JEFE SECCION INFORMATICA - CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL DUERO - 30/06/2023 14:27:56

RAFAEL LOPEZ ARGÜESO - 02/07/2023 19:23:51

CSV: MA00217V8MJ9I4ME9J50AJMWVP1688128084 - URL de verificacion: <https://sede.miteco.gob.es>





FIRMADO POR:

JUAN CARLOS BERNABE DE LA IGLESIA - JEFE SECCION INFORMATICA - CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL DUERO - 30/06/2023 14:27:56

RAFAEL LOPEZ ARGÜESO - 02/07/2023 19:23:51

CSV: MA00217V8MJ9I4ME9J50AJMWVP1688128084 - URL de verificación: <https://sede.miteco.gob.es>



PRESA DE CUEZA-2

Identificación de la presa

Denominación	CUEZA-2
Paraje	VAL SAN MIGUEL
Finalidad	Riego

Situación de la presa

Se encuentra en la hoja nº 0235 "San Cebrián de Campos" del 1:50.000 del IGN, y sus coordenadas UTM son las indicadas a continuación:

Término municipal	CERVATOS DE LA CUEZA
Provincia	PALENCIA
Coordenadas	X=350.345,1116 Y=4.686.595,6038

Características de la presa

Tipología	Materiales Suelos
Longitud de coronación	810.00 m
Cota de coronación	871.00 msnm
Tipología del aliviadero	Labio Fijo
Cota del aliviadero	868.00 msnm
Órganos de desagüe	2 Tub. ϕ 1.000 mm
Cota del cauce	846.65 msnm
Altura máxima desde cimientos	31.00 msnm

Características del embalse

Volumen de embalse a NMN	29,60 hm ³
Volumen de embalse hasta coronación	39,19 hm ³
Superficie de embalse a NMN	3,05 km ²

Cubicación del embalse

Curva de llenado del embalse

COTA	ÁREA (m ²)	Volumen entre dos curvas	VOLUMEN (m ³)	ÁREA (ha)	Volumen (hm ³)
847,50	2.768,90	507,00	507,00	0,27689	0,00
848,00	81.701,90	24.406,58	24.913,58	8,17019	0,02
848,50	99.251,30	45.969,53	70.883,10	9,92513	0,07
849,00	117.826,60	55.043,45	125.926,55	11,78266	0,13
849,50	144.694,10	66.749,65	192.676,20	14,46941	0,19
850,00	194.312,60	86.819,11	279.495,31	19,43126	0,28



ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES Y
CATÁSTROFES. APÉNDICE. VULNERABILIDAD POR RIESGO DE ROTURA DE LAS PRESAS

850,50	328.517,60	136.299,43	415.794,74	32,85176	0,42
851,00	356.817,90	172.513,05	588.307,79	35,68179	0,59
851,50	382.948,10	186.030,26	774.338,05	38,29481	0,77
852,00	424.914,20	203.714,16	978.052,21	42,49142	0,98
852,50	478.432,90	228.066,72	1.206.118,93	47,84329	1,21
853,00	622.008,90	281.092,78	1.487.211,72	62,20089	1,49
853,50	667.060,50	324.144,50	1.811.356,22	66,70605	1,81
854,00	710.095,60	346.082,15	2.157.438,37	71,00956	2,16
854,50	761.317,00	369.987,38	2.527.425,75	76,1317	2,53
855,00	830.322,60	400.785,13	2.928.210,88	83,03226	2,93
855,50	951.166,80	450.407,53	3.378.618,40	95,11668	3,38
856,00	1.008.099,20	492.188,68	3.870.807,09	100,80992	3,87
856,50	1.073.155,50	523.024,35	4.393.831,44	107,31555	4,39
857,00	1.155.672,70	560.645,27	4.954.476,71	115,56727	4,95
857,50	1.245.161,20	603.937,16	5.558.413,87	124,51612	5,56
858,00	1.435.378,40	678.060,62	6.236.474,49	143,53784	6,24
858,50	1.488.402,20	733.154,48	6.969.628,96	148,84022	6,97
859,00	1.541.644,20	759.730,02	7.729.358,98	154,16442	7,73
859,50	1.604.255,80	789.083,82	8.518.442,80	160,42558	8,52
860,00	1.682.077,20	824.825,81	9.343.268,60	168,20772	9,34
860,50	1.833.807,10	885.293,15	10.228.561,76	183,38071	10,23
861,00	1.899.611,30	936.096,44	11.164.658,20	189,96113	11,16
861,50	1.969.842,00	970.289,60	12.134.947,80	196,9842	12,13
862,00	2.043.003,70	1.006.259,83	13.141.207,63	204,30037	13,14
862,50	2.121.257,20	1.044.325,79	14.185.533,42	212,12572	14,19
863,00	2.210.158,40	1.086.558,12	15.272.091,54	221,01584	15,27
863,50	2.275.852,80	1.124.240,07	16.396.331,60	227,58528	16,40
864,00	2.333.555,30	1.154.756,30	17.551.087,90	233,35553	17,55
864,50	2.390.524,60	1.183.393,70	18.734.481,60	239,05246	18,73
865,00	2.520.974,50	1.233.310,19	19.967.791,78	252,09745	19,97

FIRMADO POR:

JUAN CARLOS BERNABE DE LA IGLESIA - JEFE SECCION INFORMATICA - CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL DUERO - 30/06/2023 14:27:56

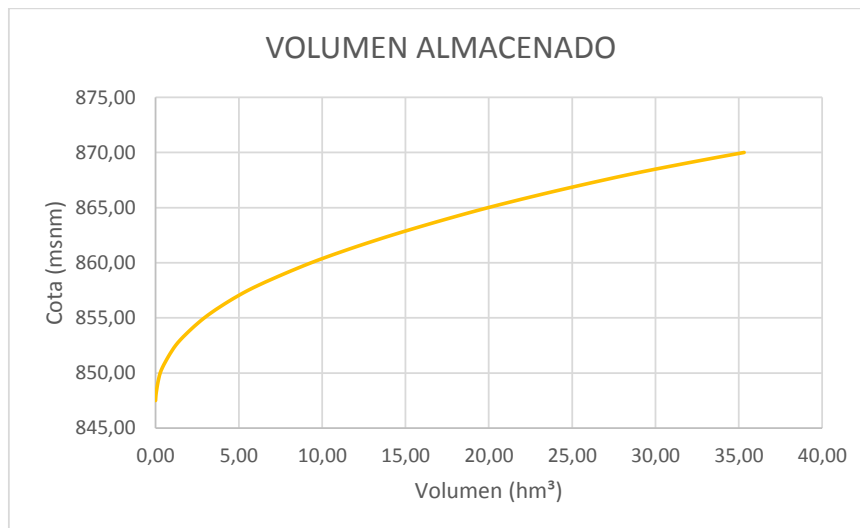
RAFAEL LOPEZ ARGÜESO - 02/07/2023 19:23:51

CSV: MA00217V8MJ9I4ME9J50AJMWVP1688128084 - URL de verificacion: <https://sede.miteco.gob.es>



ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES Y
CATÁSTROFES. APÉNDICE. VULNERABILIDAD POR RIESGO DE ROTURA DE LAS PRESAS

865,50	2.643.643,00	1.296.265,56	21.264.057,35	264,3643	21,26
866,00	2.723.849,40	1.345.215,03	22.609.272,38	272,38494	22,61
866,50	2.803.066,20	1.385.029,60	23.994.301,98	280,30662	23,99
867,00	2.891.463,30	1.427.315,59	25.421.617,57	289,14633	25,42
867,50	2.988.436,30	1.474.015,44	26.895.633,01	298,84363	26,90
868,00	3.068.470,20	1.517.561,37	28.413.194,38	306,84702	28,41
868,50	3.381.464,60	1.625.525,13	30.038.719,51	338,1464596	30,04
869,00	3.456.465,50	1.712.607,56	31.751.327,07	345,6465501	31,75
869,50	3.531.842,98	1.750.217,85	33.501.544,92	353,1842979	33,50
870,00	3.717.512,78	1.820.075,18	35.321.620,10	371,7512777	35,32
870,50	3.903.182,58	1.905.173,84	37.226.793,94	390,31826	37,23
871,00	3.946.457,59	1.962.410,04	39.189.203,98	394,64576	39,19



FIRMADO POR:

JUAN CARLOS BERNABE DE LA IGLESIA - JEFE SECCION INFORMATICA - CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL DUERO - 30/06/2023 14:27:56

RAFAEL LOPEZ ARGÜESO - 02/07/2023 19:23:51

CSV: MA00217V8MJ9I4ME9J50AJMWVP1688128084 - URL de verificacion: <https://sede.miteco.gob.es>



METODOLOGÍA Y DATOS BÁSICOS DEL ANÁLISIS

Para el desarrollo del presente estudio se siguen algunas directrices de la Guía Técnica para la Clasificación de Presas editada por la Dirección General de Aguas del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Datos básicos para el estudio de la propagación de la onda de avenida

A continuación, se detalla la obtención de los datos básicos para la elaboración de los modelos hidrológicos, como son el modelo digital del terreno y los usos del suelo.

Características geométricas del cauce aguas abajo. Modelo Digital del Terreno

Es necesario la introducción de un modelo digital del terreno (MDT) que defina el relieve de la zona potencialmente inundable. En cumplimiento al apartado 2.4.3.1. de la Guía Técnica para la Clasificación de Presas se ha empleado el Modelo Digital del Terreno – MDT05: con un paso de malla de 5 metros, elaborado a partir de la 2o cobertura de datos LiDAR (2015-actualidad), obtenido del Centro de Descargas del CNIG (<https://centrodedescargas.cnig.es>). Igualmente, se ha utilizado la ortofoto del PNOA obtenida de la misma fuente.

Rugosidad

La determinación de la rugosidad del terreno se realiza en base al mapa de ocupación del suelo en España escala 1:100.000 correspondiente al proyecto europeo Corine Land Cover, versión 2018. De esta forma, se obtiene la cobertura de usos del suelo dentro del dominio de cálculo.

Los valores de los coeficientes de rugosidad de Manning aplicados se han obtenido de la tabla expuesta en el *Anexo V de la Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables del Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino*.

Condiciones de contorno

Se ha considerado como condición de contorno aguas abajo a la profundidad normal, mediante el ingreso de la pendiente de cada cauce en su sección final.

Es importante mencionar que, no se consideró a ríos aportantes los cuales presentan un caudal intrascendente en comparación al caudal producido post rotura.

Como condición aguas arriba, se definió el área del embalse correspondiente al nivel marcado en cada hipótesis.

Características básicas del análisis

Se analiza la onda de propagación de la avenida en todo el recorrido del tramo considerado, producida por la rotura de la presa en cada hipótesis, siguiendo para ello las indicaciones de la Guía Técnica para la Clasificación de Presas.

Hipótesis de cálculo

Se analiza la onda de propagación de la avenida en todo el recorrido del tramo considerado, producida por la rotura de la presa, siguiendo para ello las indicaciones de la Guía Técnica para la Clasificación de Presas.



HIPÓTESIS 1 (H1) ROTURA DE CUEZAS 2

(H1-E1) Escenario sin avenida: Rotura de la presa en ausencia de avenida y con el embalse situado en su NMN cuando todos los elementos mecánicos de los órganos de desagüe se encuentran cerrados.

(H1-E2) Escenario límite: Embalse en su NMN y desagüe de un hidrograma que pueda llenarlo hasta su coronación, manteniendo ésta todos sus elementos de desagüe abiertos, produciéndose a continuación la rotura de la presa. No se ha estudiado.

HIPÓTESIS 2 (H2) ROTURA DE CUEZAS 1 PROVOCANDO LA ROTURA DE CUEZAS 1 (ROTURA DE PRESAS ESCALONADAS)

(H2-E1) Escenario de Rotura Encadenada: Rotura de CUEZAS 1 estando ésta en su NMN y CUEZAS 2 lleno hasta su NMN. La avenida provocada por la rotura de CUEZA 1 provoca que CUEZA 2 se llenen hasta coronación, y en ese momento se produce la rotura.

HIPÓTESIS 3 (H3) ROTURA DE DIQUE DE COLLADO EN CUEZAS 1

(H3-E1) Escenario sin avenida: Rotura del DIQUE cuando cuezas se encuentra en NMN.

Parámetros de la modelización hidráulica

Modelo hidráulico de propagación de onda

Para la realización del análisis de la onda de avenida, provocada por la rotura de las presas, se ha utilizado el módulo bidimensional de HEC-RAS 6.1, que calcula las ecuaciones de la hidrodinámica, ecuación de conservación de la masa y ecuación de cantidad de movimiento, en dos dimensiones, para aguas poco profundas, donde se considera que el flujo es incompresible, la densidad es uniforme y la presión es hidrostática. En concreto, se ha aplicado la ecuación de aguas poco profundas (SWE), recomendada para la modelización de rotura de presas.

El modelo hidráulico realizado consiste en una malla de 25 x 25 m, construida en base a los datos altimétricos del MDT05 del IGN. La convergencia de la solución de las ecuaciones hidrodinámicas mediante el cálculo por métodos numéricos se ha comprobado realizando varias simulaciones en las que se ha tenido en cuenta diferentes tamaños de malla.

En cuanto al intervalo de cálculo se configura variable, se van adaptando en el transcurso del cálculo, incrementado o disminuyendo, con la condición de que se cumpla que el número de Courant sea inferior a 1.

Tiempo de rotura y dimensiones de la brecha

Se ha considerado la formación de la brecha de solera a coronación, es decir, se moviliza todo el volumen capaz de almacenar la presa hasta cota de coronación.



Se han utilizado las recomendaciones para presas de materiales sueltos de la Guía Técnica para la Clasificación de Presas. La forma de rotura trapezoidal, con taludes 1:1, profundidad hasta el contacto con el cauce en el pie y una anchura media de la brecha final b (m) que viene dada por la expresión:

$$b = 22,46 K_0 V_w^{0,32} H_b^{0,04} \text{ (Froehlich 2008)}$$

donde:

V = volumen de embalse (Hm³) y h = altura de la presa (m).

El tiempo de rotura T (horas) está definido como:

$$T = 5,62 \frac{\sqrt{V_w}}{H_b} \text{ (Froehlich, 2008)}$$

La evolución de la anchura de la brecha se considera lineal en el tiempo hasta llegar a b al final del tiempo de rotura.

Se utilizó la ecuación descrita por Froehlich porque esta ecuación representa de mejor manera la formación de brechas en presas zonificadas, como es el caso.

Límite de Estudio Aguas Abajo

Se ha procedido a modelizar las primeras 10 horas de propagación de la onda de avenida.



AUTORES DEL ESTUDIO

Autores de los trabajos,

por TRAGSATEC:

(firmado electrónicamente)

Rodrigo Alonso De Linaje García

El director y autor de los trabajos

Ingeniero Técnico de Obras Públicas

(Firmado electrónicamente)

Juan Carlos Bernabé de la Iglesia

Conforme,

EL JEFE DE ÁREA DE PROYECTOS, OBRAS Y ASISTENCIA TÉCNICA

Firmado electrónicamente

Rafael López Argüeso



TABLA RESUMEN



ZONA DE RIESGO	ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE (SUCESO INICIADOR) Y CAUSAS	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EFECTOS PREVISIBLES SOBRE FACTORES AMBIENTALES A CAUSA DE ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE	MEDIDAS PARA PREVENIR Y MITIGAR EL EFECTO ADVERSO SIGNIFICATIVO DE TALES ACONTECIMIENTOS EN EL MEDIO AMBIENTE	DETALLES SOBRE LA PREPARACIÓN Y RESPUESTA A TALES EMERGENCIAS																																																																					
<div>Situación:</div> <div>Márgenes río Cuezas desde la presa de Cueva 1 hasta la presa de Cueva 2 y márgenes del río Valdeginate (*)</div> <div>.</div>	<div>generación de grandes avenidas causadas por su rotura o su funcionamiento incorrecto.</div> <div>Debido a la rotura presa Cueva 1</div> <div>Causado por: Erosión interna Sobrevvertido por coronación Otras de menor consideración</div> <div>(*) La rotura de la presa de Cueva 1 con el embalse de Cueva 2 lleno produciría una sobreelevación que causaría, antes de provocar la rotura de la presa de Cueva 2, la derivación de caudales hacia el río Valdeginate al superar la cota del collado por el que discurre la carretera P-970 (entre Ledigos y Población de Arroyo).</div>	<div>AFECCIONES SOBRE LA POBLACIÓN</div> <div>Riesgo sobre la población:</div> <table><tr><th>id</th><th>Cauce</th><th>Afección</th><th>Calado máximo (m)</th><th>Tiempo de llegada de la onda (h)</th></tr><tr><td>22</td><td>Rio de la Cueva</td><td>Ledigos</td><td>4,61</td><td>1,19</td></tr><tr><td>77</td><td>Rio Valdeginate</td><td>Población de Arroyo</td><td>1,72</td><td>1,41</td></tr><tr><td>78</td><td>Rio Valdeginate</td><td>Arroyo</td><td>0,76</td><td>1,78</td></tr><tr><td>82</td><td>Rio Valdeginate</td><td>San Román de la Cuba</td><td>0,90</td><td>2,77</td></tr><tr><td>88</td><td>Rio Valdeginate</td><td>Mazuecos</td><td>0,79</td><td>6,20</td></tr><tr><td>89</td><td>Rio Valdeginate</td><td>Frechilla</td><td>0,31</td><td>7,61</td></tr></table>	id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)	22	Rio de la Cueva	Ledigos	4,61	1,19	77	Rio Valdeginate	Población de Arroyo	1,72	1,41	78	Rio Valdeginate	Arroyo	0,76	1,78	82	Rio Valdeginate	San Román de la Cuba	0,90	2,77	88	Rio Valdeginate	Mazuecos	0,79	6,20	89	Rio Valdeginate	Frechilla	0,31	7,61	<div>En la fase de redacción del proyecto</div> <div><ul style="list-style-type: none">Clasificación de presas según riesgo potencial. Según contenido de la NTSPE.ANEXO IRedacción del Plan de Emergencia. Según contenido de la NTSPE.ANEXO IProyecto según directrices de las Normas Técnicas de Seguridad Presas. Según contenido de la NTSPE.ANEXO II</div> <div>En la fase de construcción:</div> <div><ul style="list-style-type: none">Construcción según Normas Técnicas de Seguridad Presas. Según contenido de la NTSPE. ANEXO II</div> <div>En la fase de explotación:</div> <div>Aprobación e Implantación del Plan de Emergencia. Según contenido de la ANEXO III</div> <div>Sistemas de auscultación. Según contenido de la NTSPE: ANEXO III</div> <div>Sistemas automáticos de información hidrológica (SAIH). Incorporación de datos hidrológicos en tiempo real de las presas al SAIH de la CHD</div> <div>Normas de Explotación, En relación con la seguridad de la presa debe contener: – Plan de inspección de la presa, embalse y obra civil. – Plan de inspecciones periódicas y pruebas de funcionamiento de los equipos y sistemas eléctricos, hidromecánicos y de comunicaciones. – Plan de auscultación de presa y embalse. – Plan de mantenimiento de presa y embalse, obra civil, órganos de desagüe y de equipos y sistemas. – Procedimiento de redacción de Informes de comportamiento. – Normas de actuación en situaciones ordinarias y extraordinarias. – Protocolo para activación del Plan de Emergencia. – Sistemas de aviso aguas abajo en situaciones de desembalse. Según contenido de la NTSPE: ANEXO III</div> <div>Revisiones de Seguridad, - Revisión de seguridad periódica, para categoría A periodicidad <5 año - Revisión extraordinaria. Después de situaciones consideradas como extraordinarias, tales como grandes avenidas, seísmos o cuando concurran otras circunstancias que pudieran comprometer la seguridad de la presa o el embalse, se realizará una revisión extraordinaria. Según contenido de la NTSPE: ANEXO III</div> <div>Medidas de reducción del riesgo en la explotación (Análisis de Riesgo de las presas de explotación). De las conclusiones particulares de estos estudios de Análisis de Riesgos (durante la fase de explotación) podría extraerse la conveniencia de adopción de medidas específicas para la reducción del riesgo. Incorporación de las nuevas presas al Análisis de Riesgos de las presas estatales de la cuenca del Duero.</div>	<div>Organización General.</div> <div><ul style="list-style-type: none">Medios y recursos: Personal. En el PE se detallará el directorio de personal adscrito al PE.</div> <div>Medios materiales: Sistemas de Comunicaciones, Sala de emergencia, Sistema de sirenas, otros (Vehículos, Grupo electrógeno móvil, combustible, Iluminación portátil, transmisor/receptor portátil, etc.).</div> <div><ul style="list-style-type: none">Comunicaciones de la Emergencia</div> <div>Aviso a la población según el Procedimiento correspondiente del Plan Emergencia. En general se realiza al inicio del Escenario 3 (del Plan de emergencia) mediante alerta acústica (sirenas) para la población afectada en la primera media hora.</div> <table><tr><th rowspan="2">COMUNICACIONES (externas) A INCLUIR EN EL Plan de Emergencia</th><th colspan="4">Escenarios de la emergencia</th></tr><tr><th>E0</th><th>E1</th><th>E2</th><th>E3</th></tr><tr><td>Dirección General del Agua (MITECO) a través del centro de Control de la CHD</td><td>si</td><td>si</td><td>si</td><td>si</td></tr><tr><td>Centro de emergencias Castilla y León 112</td><td>no</td><td>si</td><td>si</td><td>si</td></tr><tr><td>Subdelegación del Gobierno (Palencia y León)</td><td>no</td><td>si</td><td>si</td><td>si</td></tr><tr><td>Centro de Coordinación Operativo (CECOPI) de Castilla y León</td><td>no</td><td>no</td><td>si</td><td>si</td></tr><tr><td>Población potencialmente afectada (primera 1/2 hora)</td><td>no</td><td>no</td><td>no</td><td>si</td></tr></table> <div>a) Escenario de control de la seguridad o «Escenario 0»: Las condiciones existentes y las previsiones aconsejan una intensificación de la vigilancia y el control de la presa, no requiriéndose la puesta en práctica de medidas de intervención para la reducción del riesgo. b) Escenario de aplicación de medidas correctoras o «Escenario 1»: Se han producido acontecimientos que de no aplicarse medidas de corrección (técnicas, de explotación, desembalse, etc.), podrían ocasionar peligro de avería grave o de rotura, si bien la situación puede solventarse con seguridad mediante la aplicación de las medidas previstas y con los medios disponibles. c) Escenario excepcional o «Escenario 2»: Existe peligro de rotura o avería grave de la presa y no puede asegurarse con certeza que la situación pueda ser controlada mediante la aplicación de las medidas y medios disponibles. d) Escenario límite o «Escenario 3»: La probabilidad de rotura es elevada, o ya ha comenzado, resultando prácticamente inevitable que se produzca la onda de avenida generada por la avería o rotura.</div>	COMUNICACIONES (externas) A INCLUIR EN EL Plan de Emergencia	Escenarios de la emergencia				E0	E1	E2	E3	Dirección General del Agua (MITECO) a través del centro de Control de la CHD	si	si	si	si	Centro de emergencias Castilla y León 112	no	si	si	si	Subdelegación del Gobierno (Palencia y León)	no	si	si	si	Centro de Coordinación Operativo (CECOPI) de Castilla y León	no	no	si	si	Población potencialmente afectada (primera 1/2 hora)	no	no	no	si
id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)																																																																					
22	Rio de la Cueva	Ledigos	4,61	1,19																																																																					
77	Rio Valdeginate	Población de Arroyo	1,72	1,41																																																																					
78	Rio Valdeginate	Arroyo	0,76	1,78																																																																					
82	Rio Valdeginate	San Román de la Cuba	0,90	2,77																																																																					
88	Rio Valdeginate	Mazuecos	0,79	6,20																																																																					
89	Rio Valdeginate	Frechilla	0,31	7,61																																																																					
COMUNICACIONES (externas) A INCLUIR EN EL Plan de Emergencia	Escenarios de la emergencia																																																																								
	E0	E1	E2	E3																																																																					
Dirección General del Agua (MITECO) a través del centro de Control de la CHD	si	si	si	si																																																																					
Centro de emergencias Castilla y León 112	no	si	si	si																																																																					
Subdelegación del Gobierno (Palencia y León)	no	si	si	si																																																																					
Centro de Coordinación Operativo (CECOPI) de Castilla y León	no	no	si	si																																																																					
Población potencialmente afectada (primera 1/2 hora)	no	no	no	si																																																																					



	<div>DAÑOS MATERIALES</div> <div>Instalaciones industriales.</div> <table><tr><th>id</th><th>Cauce</th><th>Afección</th><th>Calado máximo (m)</th><th>Tiempo de llegada de la onda (h)</th></tr><tr><td>23</td><td>Rio de la Cueva</td><td>Zona industrial de Ledigos</td><td>5,31</td><td>1,19</td></tr></table> <div>DAÑOS MEDIOAMBIENTALES; HISTÓRICOS, CULTURALES.</div> <div>Zonas protegidas en riesgo de inundación</div> <table><tr><th>id</th><th>Cauce</th><th>Afección</th><th>Calado máximo (m)</th><th>Tiempo de llegada de la onda (h)</th></tr><tr><td>85</td><td>Rio Valdeginat</td><td>ZEPA La Nava-Campos Norte</td><td>2,32</td><td>4,29</td></tr></table> <div>Elementos de patrimonio en riesgo de inundación</div> <table><tr><th>id</th><th>Cauce</th><th>Afección</th><th>Calado máximo (m)</th><th>Tiempo de llegada de la onda (h)</th></tr><tr><td>25</td><td>Rio de la Cueva</td><td>Camino de Santiago en Palencia</td><td>6,29</td><td>1,24</td></tr><tr><td>74</td><td>Rio de la Cueva</td><td>Camino de Santiago en Palencia</td><td>3,35</td><td>1,22</td></tr><tr><td>75</td><td>Rio Valdeginat</td><td>Camino de Santiago en Palencia</td><td>1,94</td><td>1,27</td></tr><tr><td>81</td><td>Rio Valdeginat</td><td>Camino de Santiago en Palencia</td><td>0,53</td><td>2,76</td></tr></table>	id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)	23	Rio de la Cueva	Zona industrial de Ledigos	5,31	1,19	id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)	85	Rio Valdeginat	ZEPA La Nava-Campos Norte	2,32	4,29	id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)	25	Rio de la Cueva	Camino de Santiago en Palencia	6,29	1,24	74	Rio de la Cueva	Camino de Santiago en Palencia	3,35	1,22	75	Rio Valdeginat	Camino de Santiago en Palencia	1,94	1,27	81	Rio Valdeginat	Camino de Santiago en Palencia	0,53	2,76	
id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)																																											
23	Rio de la Cueva	Zona industrial de Ledigos	5,31	1,19																																											
id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)																																											
85	Rio Valdeginat	ZEPA La Nava-Campos Norte	2,32	4,29																																											
id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)																																											
25	Rio de la Cueva	Camino de Santiago en Palencia	6,29	1,24																																											
74	Rio de la Cueva	Camino de Santiago en Palencia	3,35	1,22																																											
75	Rio Valdeginat	Camino de Santiago en Palencia	1,94	1,27																																											
81	Rio Valdeginat	Camino de Santiago en Palencia	0,53	2,76																																											
<div>Generación de grandes avenidas causadas por su rotura o su funcionamiento incorrecto.</div> <div>Debido a la rotura de la ataguía del desvío del río durante la construcción de la presa de Cueva1</div> <div>Causas: sobrevertido, otras</div>	<div>El desvío del río no está dimensionado en el Anteproyecto. Los daños se estimarán en la Propuesta de Clasificación según riesgo potencial de la ataguía a incluir con el proyecto. Previsiblemente sólo se producirían daños materiales de moderada importancia.</div>	<div>En la fase de redacción de proyecto:</div> <div><ul style="list-style-type: none">Si es posible se definirá un nivel de máxima retención (para la avenida de construcción según NTSPE) para que pueda clasificarse como C</div> <div>Antes de la construcción</div> <div><ul style="list-style-type: none">Clasificación de la ataguía según riesgo potencial. Según contenido de la NTSP.ANEXO I</div> <div>Si la clasificación es C no es necesario Plan de Emergencia</div> <div>En la fase de construcción:</div> <div><ul style="list-style-type: none">Plan de Emergencia (sólo para clasificadas A y B)</div>																																													



ZONA DE RIESGO	ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE (SUCESO INICIADOR) Y CAUSAS	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EFECTOS PREVISIBLES SOBRE FACTORES AMBIENTALES A CAUSA DE ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE	MEDIDAS PARA PREVENIR Y MITIGAR EL EFECTO ADVERSO SIGNIFICATIVO DE TALES ACONTECIMIENTOS EN EL MEDIO AMBIENTE	DETALLES SOBRE LA PREPARACIÓN Y RESPUESTA A TALES EMERGENCIAS																																																												
<p>Situación:</p> <p>Desde el dique de Cueva 1 por las márgenes del Arroyo Templarios y continuación por el río Sequillo</p>	<p>generación de grandes avenidas causadas por su rotura o su funcionamiento incorrecto.</p> <p>Debido a la rotura dique del collado de Cueva1</p> <p>Causado por: Erosión interna Sobrevvertido por coronación Otras de menor consideración</p>	<p>AFECCIONES SOBRE LA POBLACIÓN</p> <p>Riesgo sobre la población:</p> <table><tr><th>id</th><th>Cauce</th><th>Afección</th><th>Calado máximo (m)</th><th>Tiempo de llegada de la onda (h)</th></tr><tr><td>5</td><td>Rio de los Templarios</td><td>Villemar</td><td>0,58</td><td>2,20</td></tr><tr><td>8</td><td>Rio de los Templarios</td><td>Villelga</td><td>1,08</td><td>2,36</td></tr><tr><td>12</td><td>Río Sequillo</td><td>Villada</td><td>1,53</td><td>3,31</td></tr><tr><td>17</td><td>Río Sequillo</td><td>Boadilla de Rioseco</td><td>1,16</td><td>4,79</td></tr></table>	id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)	5	Rio de los Templarios	Villemar	0,58	2,20	8	Rio de los Templarios	Villelga	1,08	2,36	12	Río Sequillo	Villada	1,53	3,31	17	Río Sequillo	Boadilla de Rioseco	1,16	4,79	<p>En la fase de redacción del proyecto</p> <ul style="list-style-type: none">Clasificación de presas según riesgo potencial. Según contenido de la NTSPE.ANEXO IRedacción del Plan de Emergencia. Según contenido de la NTSPE.ANEXO IProyecto según directrices de las Normas Técnicas de Seguridad Presas. Según contenido de la NTSPE.ANEXO II <p>En la fase de construcción:</p> <ul style="list-style-type: none">Construcción según Normas Técnicas de Seguridad Presas. Según contenido de la NTSPE. ANEXO II <p>En la fase de explotación:</p> <p>Aprobación e Implantación del Plan de Emergencia. Según contenido de la ANEXO III</p> <p>Sistemas de auscultación. Según contenido de la NTSPE: ANEXO III</p> <p>Sistemas automáticos de información hidrológica (SAIH). Incorporación de datos hidrológicos en tiempo real de las presas al SAIH de la CHD</p> <p>Normas de Explotación,</p> <p>En relación con la seguridad de la presa debe contener:</p> <ul style="list-style-type: none">– Plan de inspección de la presa, embalse y obra civil.– Plan de inspecciones periódicas y pruebas de funcionamiento de los equipos y sistemas eléctricos, hidromecánicos y de comunicaciones.– Plan de auscultación de presa y embalse.– Plan de mantenimiento de presa y embalse, obra civil, órganos de desagüe y de equipos y sistemas.– Procedimiento de redacción de Informes de comportamiento.– Normas de actuación en situaciones ordinarias y extraordinarias.– Protocolo para activación del Plan de Emergencia.– Sistemas de aviso aguas abajo en situaciones de desembalse. Según contenido de la NTSPE: ANEXO III <p>Revisiones de Seguridad,</p> <ul style="list-style-type: none">- Revisión de seguridad periódica, para categoría A periodicidad <5 año- Revisión extraordinaria. Después de situaciones consideradas como extraordinarias, tales como grandes avenidas, seísmos o cuando concurren otras circunstancias que pudieran comprometer la seguridad de la presa o el embalse, se realizará una revisión extraordinaria. Según contenido de la NTSPE: ANEXO III <p>Medidas de reducción del riesgo en la explotación</p> <ul style="list-style-type: none">- Incorporación de las nuevas presas al Análisis de Riesgos de las presas estatales de la cuenca del Duero.- (Análisis de Riesgo de las presas de explotación). De las conclusiones particulares de estos estudios de Análisis de Riesgos (durante la fase de explotación) podría extraerse la conveniencia de adopción de medidas específicas para la reducción del riesgo.	<p>Organización General.</p> <ul style="list-style-type: none">Medios y recursos: Personal. En el PE se detallará el directorio de personal adscrito al PE.Medios materiales: Sistemas de Comunicaciones, Sala de emergencia, Sistema de sirenas, otros (Vehículos, Grupo electrógeno móvil, combustible, iluminación portátil, transmisor/receptor portátil, etc.).Comunicaciones de la Emergencia <p>Aviso a la población según el Procedimiento correspondiente del Plan Emergencia. En general se realiza al inicio del Escenario 3 (del Plan de emergencia) mediante alerta acústica (sirenas) para la población afectada en la primera media hora.</p> <table><tr><th></th><th colspan="4">Escenarios de la emergencia</th></tr><tr><th>COMUNICACIONES (externas) A INCLUIR EN EL Plan de Emergencia</th><th>E0</th><th>E1</th><th>E2</th><th>E3</th></tr><tr><td>Dirección General del Agua (MITECO) a través del centro de Control de la CHD</td><td>si</td><td>si</td><td>si</td><td>si</td></tr><tr><td>Centro de emergencias Castilla y León 112</td><td>no</td><td>si</td><td>si</td><td>si</td></tr><tr><td>Subdelegación del Gobierno (Palencia y León)</td><td>no</td><td>si</td><td>si</td><td>si</td></tr><tr><td>Centro de Coordinación Operativo (CECOPI) de Castilla y León</td><td>no</td><td>no</td><td>si</td><td>si</td></tr><tr><td>Población potencialmente afectada (primera 1/2 hora)</td><td>no</td><td>no</td><td>no</td><td>si</td></tr></table> <p>a) Escenario de control de la seguridad o «Escenario 0»: Las condiciones existentes y las previsiones aconsejan una intensificación de la vigilancia y el control de la presa, no requiriéndose la puesta en práctica de medidas de intervención para la reducción del riesgo.</p> <p>b) Escenario de aplicación de medidas correctoras o «Escenario 1»: Se han producido acontecimientos que de no aplicarse medidas de corrección (técnicas, de explotación, desembalse, etc.), podrían ocasionar peligro de avería grave o de rotura, si bien la situación puede solventarse con seguridad mediante la aplicación de las medidas previstas y con los medios disponibles.</p> <p>c) Escenario excepcional o «Escenario 2»: Existe peligro de rotura o avería grave de la presa y no puede asegurarse con certeza que la situación pueda ser controlada mediante la aplicación de las medidas y medios disponibles.</p> <p>d) Escenario límite o «Escenario 3»: La probabilidad de rotura es elevada, o ya ha comenzado, resultando prácticamente inevitable que se produzca la onda de avenida generada por la avería o rotura.</p>		Escenarios de la emergencia				COMUNICACIONES (externas) A INCLUIR EN EL Plan de Emergencia	E0	E1	E2	E3	Dirección General del Agua (MITECO) a través del centro de Control de la CHD	si	si	si	si	Centro de emergencias Castilla y León 112	no	si	si	si	Subdelegación del Gobierno (Palencia y León)	no	si	si	si	Centro de Coordinación Operativo (CECOPI) de Castilla y León	no	no	si	si	Población potencialmente afectada (primera 1/2 hora)	no	no	no	si
		id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)																																																										
		5	Rio de los Templarios	Villemar	0,58	2,20																																																										
		8	Rio de los Templarios	Villelga	1,08	2,36																																																										
		12	Río Sequillo	Villada	1,53	3,31																																																										
		17	Río Sequillo	Boadilla de Rioseco	1,16	4,79																																																										
			Escenarios de la emergencia																																																													
		COMUNICACIONES (externas) A INCLUIR EN EL Plan de Emergencia	E0	E1	E2	E3																																																										
		Dirección General del Agua (MITECO) a través del centro de Control de la CHD	si	si	si	si																																																										
		Centro de emergencias Castilla y León 112	no	si	si	si																																																										
Subdelegación del Gobierno (Palencia y León)	no	si	si	si																																																												
Centro de Coordinación Operativo (CECOPI) de Castilla y León	no	no	si	si																																																												
Población potencialmente afectada (primera 1/2 hora)	no	no	no	si																																																												



		Elementos de patrimonio en riesgo de inundación						
		id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)		
		2	Arroyo San Juan	Camino de Santiago en Palencia	2,96	1,82		



ZONA DE RIESGO	ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE (SUCESO INICIADOR) Y CAUSAS	DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS EFECTOS PREVISIBLES SOBRE FACTORES AMBIENTALES A CAUSA DE ACCIDENTE GRAVE O CATÁSTROFE	MEDIDAS PARA PREVENIR Y MITIGAR EL EFECTO ADVERSO SIGNIFICATIVO DE TALES ACONTECIMIENTOS EN EL MEDIO AMBIENTE	DETALLES SOBRE LA PREPARACIÓN Y RESPUESTA A TALES EMERGENCIAS	
Situación: Márgenes del río Cuezas desde la presa de Cueva 2 hasta la desembocadura en el Carrión y continuación por el río Carrión	generación de grandes avenidas causadas por su rotura o su funcionamiento incorrecto. Debido a la rotura presa Cueva 2 Causado por Rotura de Cueva 1 (Rotura encadenada) Sobrevvertido por coronación Erosión interna Otras de menor consideración	AFECCIONES SOBRE LA POBLACIÓN Riesgo sobre la población:	En la fase de redacción del proyecto <ul style="list-style-type: none">Clasificación de presas según riesgo potencial. Según contenido de la NTSPE.ANEXO IRedacción del Plan de Emergencia. Según contenido de la NTSPE.ANEXO IProyecto según directrices de las Normas Técnicas de Seguridad Presas. Según contenido de la NTSPE.ANEXO II En la fase de construcción: <ul style="list-style-type: none">Construcción según Normas Técnicas de Seguridad Presas. Según contenido de la NTSPE. ANEXO II En la fase de explotación: Aprobación e Implantación del Plan de Emergencia. Según contenido de la ANEXO III Sistemas de auscultación. Según contenido de la NTSPE: ANEXO III Sistemas automáticos de información hidrológica (SAIH). Incorporación de datos hidrológicos en tiempo real de las presas al SAIH de la CHD Normas de Explotación, En relación con la seguridad de la presa debe contener: – Plan de inspección de la presa, embalse y obra civil. – Plan de inspecciones periódicas y pruebas de funcionamiento de los equipos y sistemas eléctricos, hidromecánicos y de comunicaciones. – Plan de auscultación de presa y embalse. – Plan de mantenimiento de presa y embalse, obra civil, órganos de desagüe y de equipos y sistemas. – Procedimiento de redacción de Informes de comportamiento. – Normas de actuación en situaciones ordinarias y extraordinarias. – Protocolo para activación del Plan de Emergencia. – Sistemas de aviso aguas abajo en situaciones de desembalse. Según contenido de la NTSPE: ANEXO III Revisiones de Seguridad, - Revisión de seguridad periódica, para categoría A periodicidad <5 año - Revisión extraordinaria. Después de situaciones consideradas como extraordinarias, tales como grandes avenidas, sismos o cuando concurren otras circunstancias que pudieran comprometer la seguridad de la presa o el embalse, se realizará una revisión extraordinaria. Según contenido de la NTSPE: ANEXO III Medidas de reducción del riesgo en la explotación - Incorporación de las nuevas presas al Análisis de Riesgos de las presas estatales de la cuenca del Duero. - Análisis de Riesgo de las presas de explotación). De las conclusiones particulares de estos estudios de Análisis de Riesgos (durante la fase de explotación) podría extraerse la conveniencia de adopción de medidas específicas para la reducción del riesgo.	Organización General. <ul style="list-style-type: none">Medios y recursos: Personal. En el PE se detallará el directorio de personal adscrito al PE. Medios materiales: Sistemas de Comunicaciones, Sala de emergencia, Sistema de sirenas, otros (Vehículos, Grupo electrógeno móvil, combustible, Iluminación portátil, transmisor/receptor portátil, etc.).Comunicaciones de la Emergencia Aviso a la población según el Procedimiento correspondiente del Plan Emergencia. En general se realiza al inicio del Escenario 3 (del Plan de emergencia) mediante alerta acústica (sirenas) para la población afectada en la primera media hora.	



<div></div>	<div></div>	40	Rio de la Cueva	Carretera P-963	3,31	3,73
		41	Rio de la Cueva	Carretera P-961	2,16	3,74
		42	Rio Carrión	Carretera PP-9832	2,32	4,02
		44	Rio Carrión	Carretera PP-9832 (pk 3+000)	4,35	4,50
		47	Rio Carrión	Canal de Palencia	2,53	5,34
		48	Rio Carrión	Canal de la Retención	1,26	5,34
		52	Rio Carrión	Carretera P-984 (pk 1+000)	2,01	6,80
		53	Rio Carrión	Línea férrea Palencia Santander	0,46	6,85
		55	Rio Carrión	Carretera PP-990	2,58	7,05
		56	Rio Carrión	Carretera P-991	1,50	7,26
		58	Rio Carrión	Carretera P-991	4,52	7,77
		59	Rio Carrión	Vía Palencia - Santander	1,20	7,81
		63	Rio Carrión	Carretera CL-615	1,16	8,74
		DAÑOS MATERIALES				
		Instalaciones industriales y otros				
		32	Rio de la Cueva	Nave agrícola	2,70	2,79
		33	Rio de la Cueva	Nave agrícola	4,85	2,79
		38	Rio de la Cueva	Nave industrial	1,73	3,70
		64	Rio Carrión	Central Hidroeléctrica de Husillos (C-0527/2000)	6,37	8,29
		65	Rio Carrión	Nave industrial	3,03	8,26
		66	Rio Carrión	Nave Industrial	0,46	7,49
		67	Rio Carrión	Antigua azucarera de Monzón de Campos	2,34	7,19
		68	Rio Carrión	Nave Industrial	2,39	6,93
		70	Rio de la Cueva	Naves Industriales	1,46	5,92
		71	Rio de la Cueva	Central Hidroeléctrica de Calahorra de Rivas	1,12	5,22



		<div>DAÑOS MEDIOAMBIENTALES; HISTÓRICOS, CULTURALES.</div> <div>Zonas protegidas en riesgo de inundación</div> <table><tr><th>id</th><th>Cauce</th><th>Afección</th><th>Calado máximo (m)</th><th>Tiempo de llegada de la onda (h)</th></tr><tr><td>26</td><td>Rio de la Cueva</td><td>ZEC Riberas del Río Carrión y afluentes</td><td>4,34</td><td>2,30</td></tr><tr><td>31</td><td>Rio de la Cueva</td><td>Laguna de Lobera</td><td>5,07</td><td>2,77</td></tr><tr><td>51</td><td>Rio Carrión</td><td>Lagunas del Canal de Castilla</td><td>1,53</td><td>6,63</td></tr></table> <div>Elementos de patrimonio en riesgo de inundación.</div> <table><tr><th>id</th><th>Cauce</th><th>Afección</th><th>Calado máximo (m)</th><th>Tiempo de llegada de la onda (h)</th></tr><tr><td>27</td><td>Rio de la Cueva</td><td>Villa romana de "Tejada"</td><td>1,72</td><td>2,37</td></tr><tr><td>46</td><td>Rio Carrión</td><td>Canal de Castilla - Ramal de Campos</td><td>2,48</td><td>5,27</td></tr></table>	id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)	26	Rio de la Cueva	ZEC Riberas del Río Carrión y afluentes	4,34	2,30	31	Rio de la Cueva	Laguna de Lobera	5,07	2,77	51	Rio Carrión	Lagunas del Canal de Castilla	1,53	6,63	id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)	27	Rio de la Cueva	Villa romana de "Tejada"	1,72	2,37	46	Rio Carrión	Canal de Castilla - Ramal de Campos	2,48	5,27		
id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)																																			
26	Rio de la Cueva	ZEC Riberas del Río Carrión y afluentes	4,34	2,30																																			
31	Rio de la Cueva	Laguna de Lobera	5,07	2,77																																			
51	Rio Carrión	Lagunas del Canal de Castilla	1,53	6,63																																			
id	Cauce	Afección	Calado máximo (m)	Tiempo de llegada de la onda (h)																																			
27	Rio de la Cueva	Villa romana de "Tejada"	1,72	2,37																																			
46	Rio Carrión	Canal de Castilla - Ramal de Campos	2,48	5,27																																			
	<div>Generación de grandes avenidas causadas por su rotura o su funcionamiento incorrecto.</div> <div>Debido a la rotura de la ataguía del desvío del río durante la construcción de la presa de Cueva2</div> <div>Causas: sobrevertido, otras</div>	<div>El desvío del río no está dimensionado en el Anteproyecto. Los daños se estimarán en la Propuesta de Clasificación según riesgo potencial de la ataguía a incluir con el proyecto.</div> <div>Previsiblemente sólo se producirían daños materiales de moderada importancia.</div>	<div>En la fase de redacción de proyecto:</div> <ul style="list-style-type: none">Si es posible se definirá un nivel de máxima retención (para la avenida de construcción según NTSPE) para que pueda clasificarse como C <div>Antes de la construcción</div> <ul style="list-style-type: none">Clasificación de la ataguía según riesgo potencial. Según contenido de la NTSPE.ANEXO I. Si la clasificación es C no será necesario Plan de Emergencia. <div>En la fase de construcción:</div> <ul style="list-style-type: none">Plan de Emergencia (sólo para clasificadas A y B)																																				

