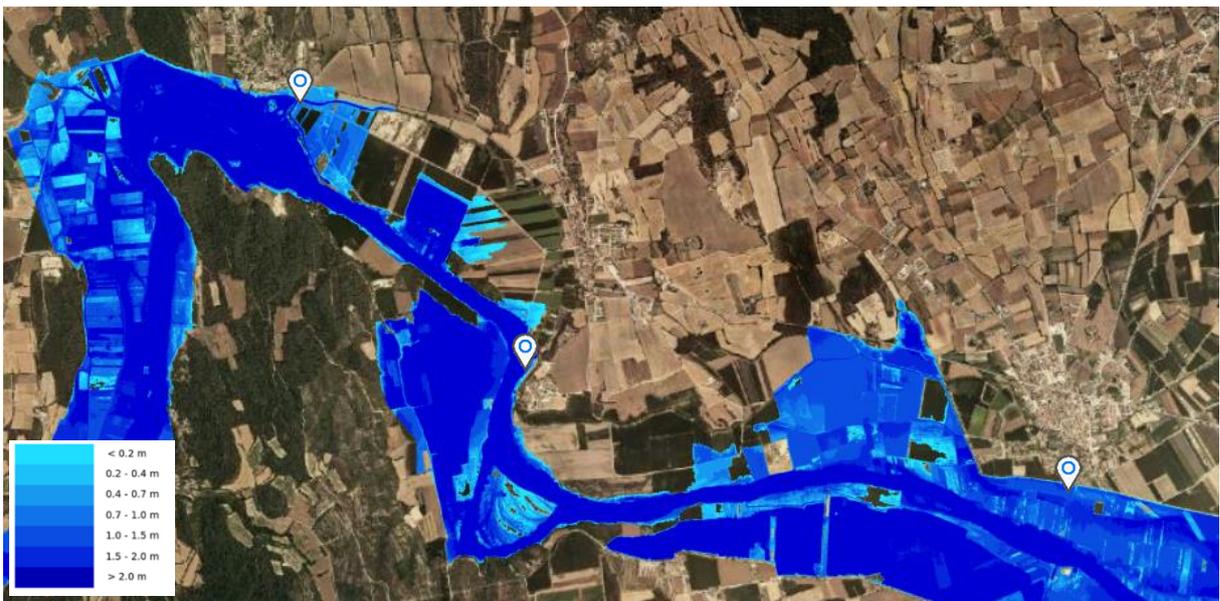


CASO PILOTO

COMUNIDAD DE REGANTES DE LA PRESA DE COLOMERS



Marzo, 2022

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN.....	4
2. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	4
2.1. ACTIVIDAD DE LA COMUNIDAD.....	7
2.2. EDIFICACIONES E INSTALACIONES VULNERABLES A LAS INUNDACIONES.....	9
3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN.....	9
3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN	10
3.2. INSTALACIONES Y ELEMENTOS QUE SE VERÍAN AFECTADOS POR LAS INUNDACIONES	11
3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA DEL AGUA.....	13
4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES	14
4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES	14
4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS	14
4.3. PLANES DE EMERGENCIA	14
5. CARACTERIZACIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA EXPLOTACIÓN	14
6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	15
6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN	15
7. ANÁLISIS BENEFICIO-COSTE DE ALTERNATIVAS	16
7.1. ANÁLISIS DE DAÑOS POR ALTURA DE AGUA EN SITUACIÓN DE PARTIDA	16
7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS	17
7.3. ALTERNATIVA 1.- PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS.....	18
7.4. ALTERNATIVA 2.- PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS.....	19
7.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS	20
8. CONCLUSIONES.....	20
9. ANEXOS.....	22
9.1. TABLAS Y CURVAS DE DAÑOS.....	22

RELACIÓN DE ABREVIATURAS

CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CR	Comunidad de regantes
DGA	Dirección General del Agua del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
Guía	Guía de Adaptación al Riesgo de Inundación en Explotaciones Agrícolas y Ganadera
SNCZI	Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables
Ti	Periodos de retorno de 500, 100, 50 y 10 años

1. JUSTIFICACIÓN

Las inundaciones son la catástrofe natural que más daños produce anualmente en el mundo, también en España. En el ámbito de la UE, la Directiva 2007/60/CE sobre la evaluación y gestión de las inundaciones (Directiva de Inundaciones) es el instrumento para gestionar este riesgo y reducir los impactos negativos que produce sobre la salud, la actividad económica, el patrimonio y el medio ambiente. Las inundaciones son también fenómenos naturales que, en gran parte de las ocasiones, no pueden evitarse y, por ello, es necesario gestionar su riesgo asociado mediante la adopción de diferentes tipos de medidas, entre ellas, medidas de autoprotección.

A este respecto, la DGA ha elaborado una colección de guías para la adaptación al riesgo de inundación de distintos sectores y usos; entre ellos, el sector agrícola y ganadero. Estas guías están disponibles en la web <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/planes-gestion-riesgos-inundacion/Adaptacion-al-riesgo-de-inundacion.aspx> y ya se han aplicado a varios ejemplos piloto.

Para impulsar la implantación de esas guías, la DGA ha puesto en marcha varios contratos en los que se seleccionarán varias explotaciones agropecuarias en el conjunto del país. A cada una de ellas se le realizará un diagnóstico del riesgo de inundación que presentan y se le propondrán diferentes medidas para mejorar su resiliencia. Una de las explotaciones seleccionadas ha sido la Comunidad de regantes de la presa de Colomers, con sede en Torroella de Montgrí.

En este informe se presenta el diagnóstico del riesgo de inundación de los elementos e infraestructuras de dicha CR. Se lleva a cabo una evaluación del riesgo, una estimación de los posibles daños por inundación, una caracterización de la resiliencia, una propuesta de medidas de adaptación y un análisis de su eficacia mediante un análisis beneficio-coste.

Su selección como caso piloto surgió tras la jornada divulgativa prevista en el apartado 5.4 del pliego de prescripciones técnicas de este contrato, de sensibilización del riesgo de inundación en el sector agrícola y ganadero a los actores de la demarcación hidrográfica “Cuencas Internas de Cataluña”, donde alguno de los técnicos presentes propusieron diferentes explotaciones.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

Nombre: Comunidad de regantes de la presa de Colomers.

Ubicación: Sede en Torroella de Montgrí (Girona). Instalaciones en riesgo en Verges, Jafre y Colomers.

Actividad: Aportación de agua para el riego de la zona baja del río Ter (Girona). Los cultivos son diversos, incluyendo frutales, arroz, alfalfa o productos de huerta.

Referencias catastrales:

- Polígono 6 Parcela 228 LA MOTA. VERGES (GIRONA) 17225A006002280000TB
- Polígono 5 Parcela 90 ILLA. JAFRE (GIRONA) 17091A005000900000MZ
- Polígono 3 Parcela 321 CADIRES. COLOMERS (GIRONA) 17060A003003210000RI

Pese a que la superficie a la que presta servicio la CR alcanza del orden de 4.200 ha, por indicación expresa del titular, este diagnóstico se centra en las oportunidades de mejora que presenta los activos expuestos en las parcelas anteriores, con una superficie 15,65 ha.

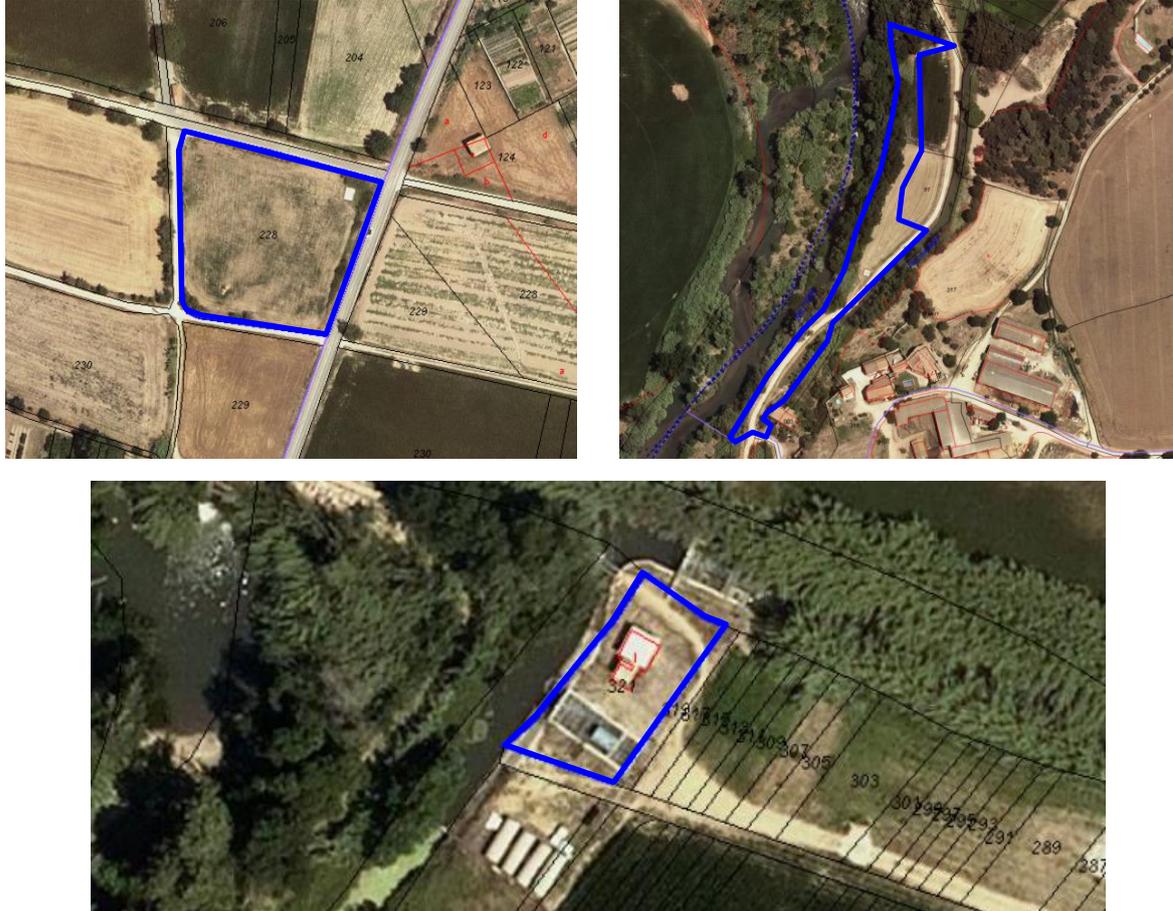


Figura 1. Parcelas catastrales

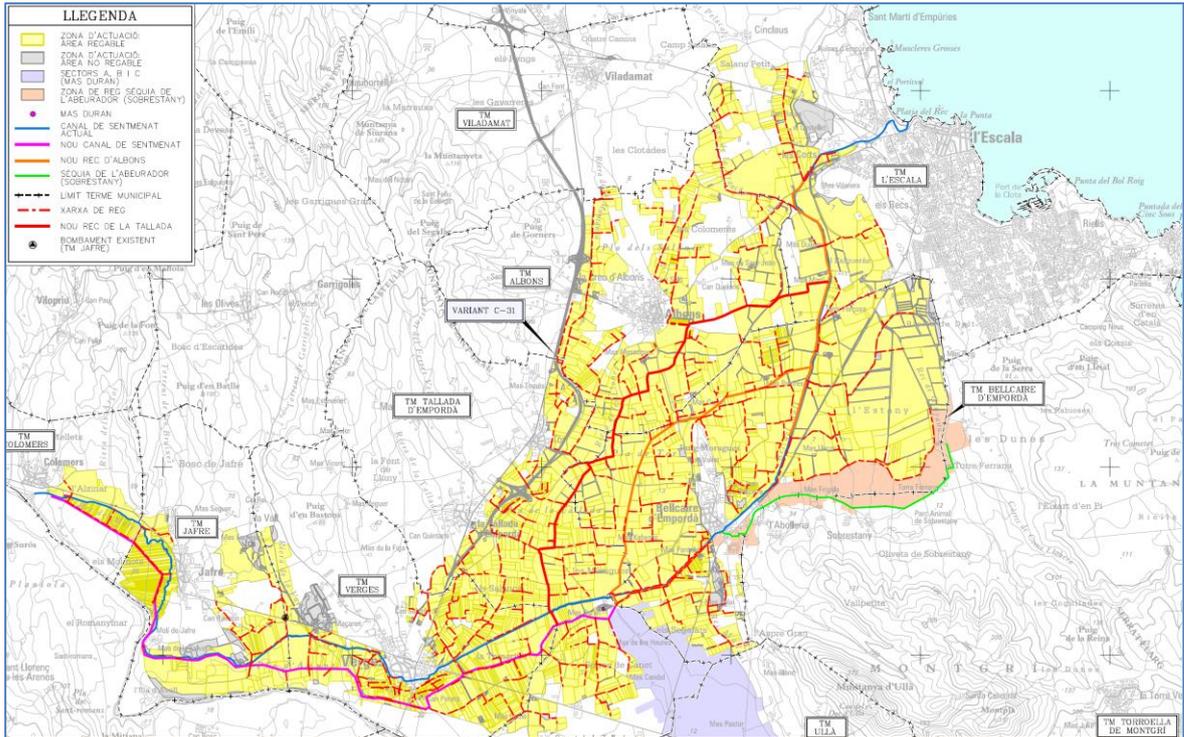


Figura 2. Zona regable en la CR de la presa de Colomers

Las parcelas donde se localizan los activos vulnerables a las inundaciones se ubican entre las localidades de Colomers y Verges, en la zona alta de la CR.

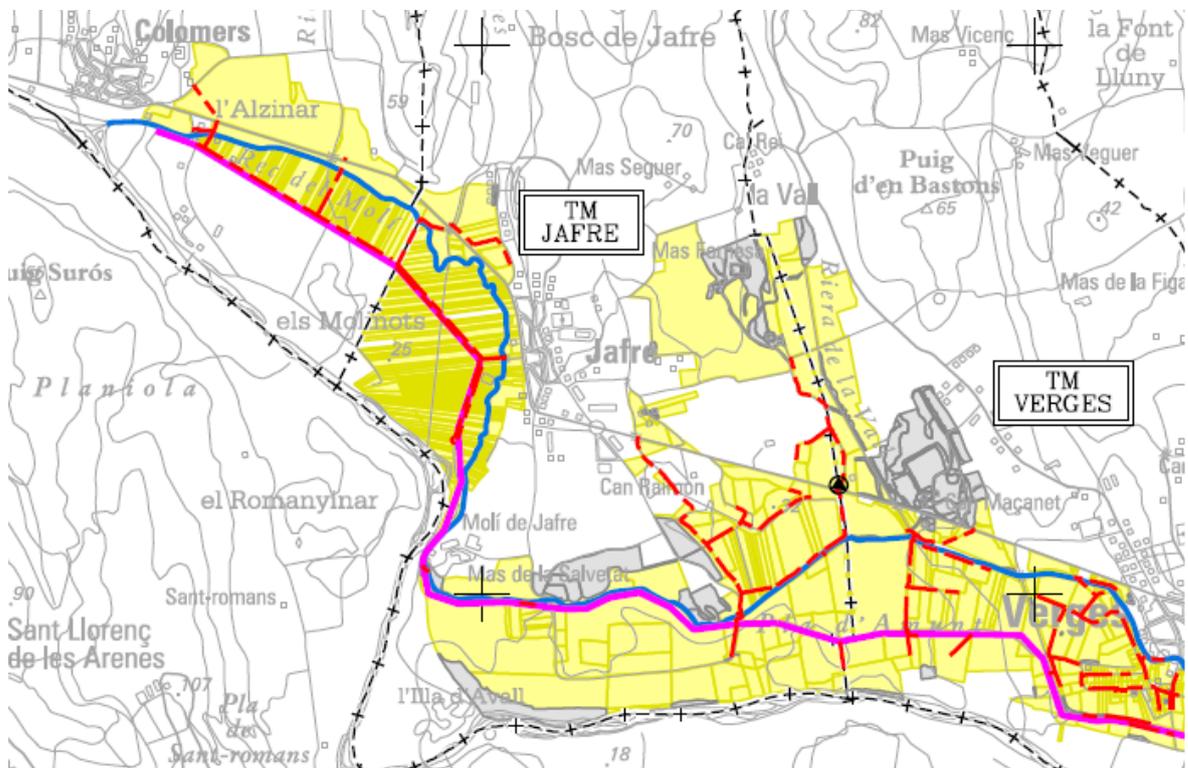


Figura 3. Localización de la zona de análisis

2.1. ACTIVIDAD DE LA COMUNIDAD

La CR de la presa de Colomers toma agua del río Ter en un azud ubicado en la localidad de Colomers. El río Ter está altamente regulado con los embalses de Sau y Susqueda (unos 400 hm³ de capacidad conjunta). Adicionalmente, cuenta con azudes o pequeñas presas que generan pequeños embalses, como el de Colomers, cuya capacidad es del orden de 1 hm³. La regulación del río Ter tiene como usuario preferente el abastecimiento urbano, entre las que se incluye a Barcelona y su área metropolitana. No obstante, suele quedar una reserva razonable de agua para el riego de la zona baja de la cuenca.

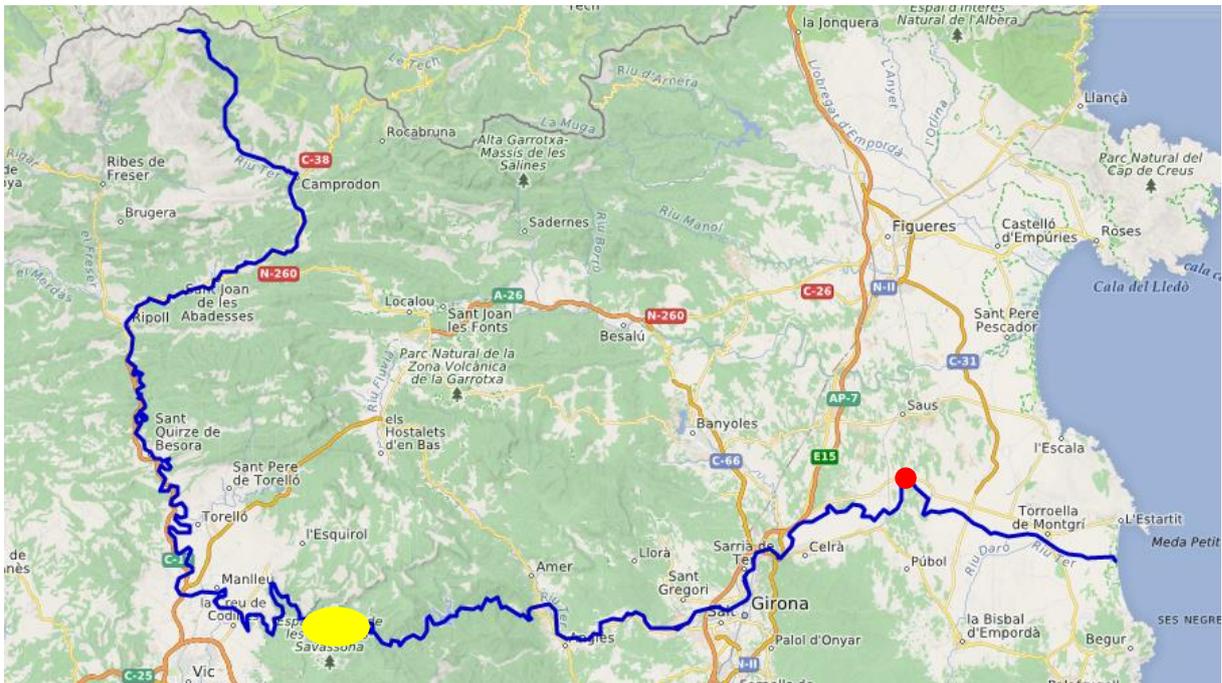


Figura 4. Río Ter, presas de Sau y Susqueda (amarillo) y presa de Colomers (rojo)

El entorno de la presa de Colomers cuenta con un azud (reclusa del Molino), y un segundo azud (Colomers), aguas abajo. La toma de la actual canalización para riego se ubica en la reclusa del Molino, junto a la localidad de Colomers.



Figura 5. Entorno de la presa de Colomers. Reclusa del Molino.



Figura 6. Toma para riego de la CR de la presa de Colomers



Figura 7. Toma de la tubería principal de riego. Embocadura y casetas de servicios.

La aportación al área regable se realiza mediante una tubería enterrada. Existe un canal a cielo abierto que se utilizaba con anterioridad y que ha sido sustituido por esta nueva infraestructura que es menos vulnerable a las inundaciones. Pese a todo, en la zona de la toma y en dos puntos de la tubería existen problemas derivados de las crecidas del río Ter.

2.2. EDIFICACIONES E INSTALACIONES VULNERABLES A LAS INUNDACIONES

El activo más relevante de las instalaciones gestionadas por la CR de la presa de Colomers es la conducción enterrada y todos sus elementos auxiliares, desde la toma en Colomers hasta las derivaciones, cámaras de llaves, etc.

Tras conversaciones con los responsables de la CR, se constata que existen tres elementos que han sufrido daños en las crecidas del Ter, y en particular durante la tormenta Gloria, en enero de 2020. Esta tormenta, de gran entidad, puso de manifiesto algunas deficiencias del nuevo sistema de aportación, que no se han corregido. Otros elementos que también fueron cubiertos por el agua -como las tomas- no sufrieron daños, ni es previsible que lo sufran, ya que se trata de elementos preparados para estar a la intemperie.

En concreto, en el entorno de las localidades de Jafre y Verges, la tormenta Gloria produjo daños en dos arquetas que alojan grandes válvulas para la regulación y cierre. Aunque en menor medida, también sufrió la toma, que se hubiera visto más afectada si se hubieran incrementando los calados.

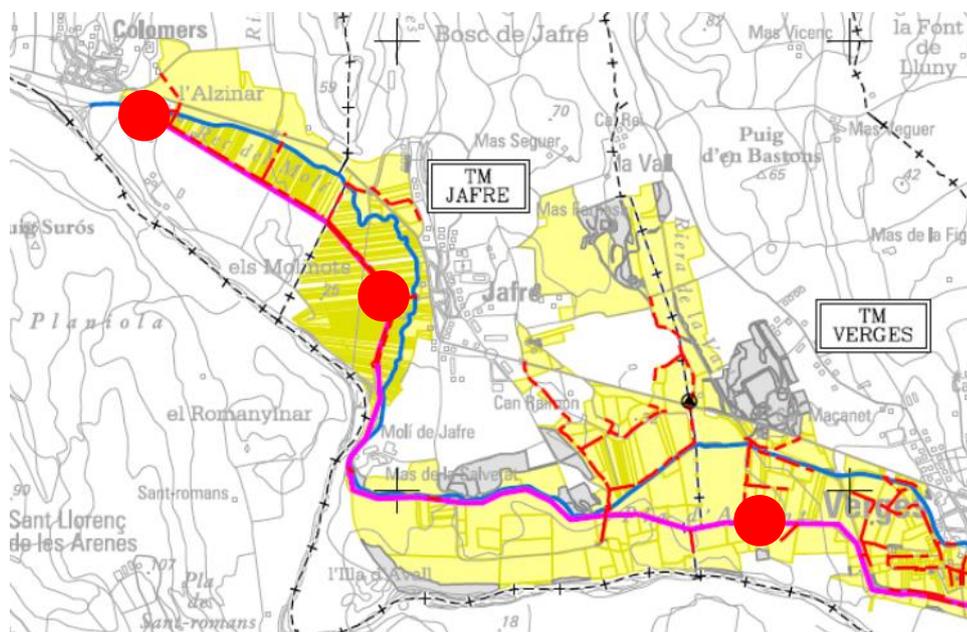


Figura 8. Zonas donde existen elementos en riesgo: toma de la tubería y cámaras en Jafre y Verges

3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

El riesgo de inundación de la zona deriva directamente de las crecidas del río Ter. La conducción de aportación de agua para riego se ubica en la llanura de inundación de forma paralela al río, en gran parte de su trazado. Cuando las crecidas cubren la llanura aluvial la conducción queda sumergida.

Esto no supone un problema para la operación, aunque sí para los elementos singulares a los que se debe tener acceso, como la toma, o las cámaras de llaves que se accionan con motores eléctricos, que no deben inundarse. Es en estos elementos donde la vulnerabilidad al riesgo de inundación es mayor.

3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN

La zona baja del río Ter es altamente inundable. Estas inundaciones afectan a los cultivos. En lo que respecta a las instalaciones propias de la Comunidad, sólo algunos elementos - como la toma y las dos cámaras que alojan llaves - sufren los efectos de la inundación. Esto se pudo constatar durante la inundación que se produjo en enero de 2020. Los mapas del SNCZI también señalan esta zona como inundable.

Las tres zonas que sufrieron daños durante la tormenta Gloria están fuera de la superficie afectada por las inundaciones asociadas con el periodo de retorno de 10 años. Esto es así porque la tormenta Gloria fue un evento extremo en muchas zonas del país - Girona, entre ellas - con un periodo de retorno asociado superior a 10 años.



Figura 9. Toma y cámaras afectadas por la tormenta Gloria sobre el mapa de inundaciones T10

Si se consideran los mapas de 100 y 500 años de periodo de retorno, las tres zonas indicadas sí están dentro de las previstas en los mapas. Esto concuerda entre la realidad percibida y la zonificación de áreas inundables recogida en el SNCZI.

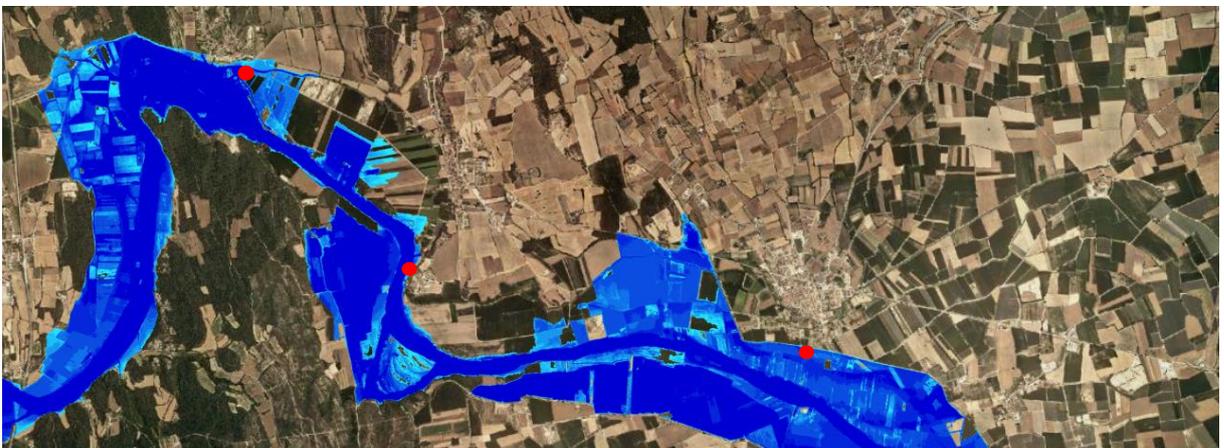


Figura 10. Toma y cámaras afectadas por la tormenta Gloria sobre el mapa de inundaciones T100

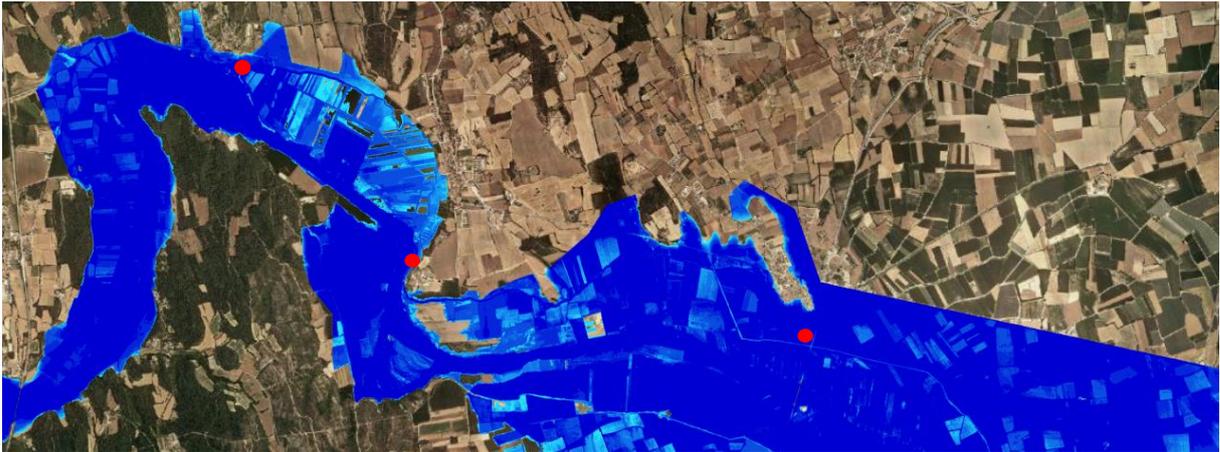


Figura 11. Toma y cámaras afectadas por la tormenta Gloria sobre el mapa de inundaciones T500

3.2. INSTALACIONES Y ELEMENTOS QUE SE VERÍAN AFECTADOS POR LAS INUNDACIONES

Existen tres áreas con elementos afectados por las inundaciones: la toma y las dos cámaras, ubicadas en Jofra y Verges.

En el caso de la toma, los elementos afectados son las dos casetas que alojan equipos eléctricos o mecánicos y que no están diseñadas para soportar inundaciones. La toma en sí es un elemento expuesto a la intemperie, en contacto permanente con el agua, y que no sufre daños por soportar un cierto nivel.

Los niveles asociados a 100 y 500 años para estas casetas son de 0,54 m y 2,01 m, respectivamente. El nivel alcanzado durante la borrasca Gloria, que no llegó a general daños reales dado que los equipos están algo elevados, se puede apreciar en las marcas sobre las paredes de las casetas o en su interior.



Figura 12. Caseta en zona potencialmente inundable. Grupo electrógeno.



Figura 13. Caseta en zona potencialmente inundable. Rejilla en zona baja. Cuadros eléctricos, a cota 0.6 m desde el suelo (el más bajo).

En el caso de una inundación correspondiente a T100, el grupo electrógeno sufriría daños, mientras que sólo se alcanzaría el nivel de los cuadros para inundaciones de mayores periodos de retorno.

Las cámaras ubicadas en Jofra y Verges son iguales. Se trata de grandes alojamientos con forma ortoédrica, de hormigón y con cierre cenital de chapa cuadrada, de 5 metros de lado, accesibles a través de una tapa recortada en la chapa y una escalera de pates.

Las cámaras alojan válvulas para la regulación o el cierre, de gran diámetro (DN 1600 en el caso de Jofra, DN 1400 en el caso de Verges), con un bypass y una ventosa, además de los motores y los cuadros eléctricos. Dado que las dos cámaras se inundaron en 2020 y no han sido reparadas, los cuadros se retiraron. En la actualidad, las válvulas están completamente abiertas.



Figura 14. Cámara en Verges. Válvula DN 1400, PN 10, con bypass.



Figura 15. Ventosa y by-pass. Zona donde se ubicaba el cuadro eléctrico.

Los niveles en el terreno para cada una de las ubicaciones y periodos de retorno se indica a continuación.

Tabla 1. Niveles de agua para cada periodo de retorno en las cámaras de Jofra y Verges		
Ubicación	T100	T500
Verges	1,27 m	2,33 m
Jofra	1,66 m	2,81 m

Como se puede apreciar, estas cámaras pueden llegar a sufrir importantes calados de inundación.

3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA DEL AGUA

En el caso de las casetas en el área de la toma, el acceso del agua se produce por las puertas, que no son estancas, y por las rejillas de ventilación, que están ubicadas en una zona baja, en el caso de la caseta que aloja los cuadros.

En el caso de las cámaras, la inundación se produce por la rejilla de ventilación que separa el bloque de hormigón de la cubierta de chapa. La altura respecto del terreno de esta rejilla es variable ya que el terreno no es plano. El orden de magnitud es de unos 60 centímetros en el caso de la cámara de Verges. En el caso de la cámara de Jofra, prácticamente no hay ningún resguardo. En este caso, además, la cámara está prácticamente junto al río.



Figura 16. Cámara de Verges (izquierda). Cámara de Jofra (derecha).

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES

4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES

A pesar de haber sufrido el episodio de 2020, hasta la fecha no se han tomado medidas de autoprotección. De hecho, las cámaras no se han reparado y las válvulas permanecen abiertas y no pueden ser accionadas.

4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS

La explotación tiene contratadas pólizas de seguros con coberturas para inundaciones. Pese a esto, no se han reparado los daños provocados por la tormenta Gloria. Este punto no ha sido aclarado por la CR. Se desconoce si los daños que sufrieron están por debajo de la franquicia.

4.3. PLANES DE EMERGENCIA

No se dispone de planes de emergencia. Cada agricultor tomará sus propias decisiones, pero no hay directrices generales desde la CR. Respecto a la protección de los activos propios o del personal vinculado a la propia Comunidad, tampoco hay un Plan de Emergencia formal.

5. CARACTERIZACIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA EXPLOTACIÓN

La resiliencia de la explotación se ha evaluado a partir del formulario de autochequeo contenido en la Guía (https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/guia-adaptacion-al-riesgo-inundacion-explotaciones-agricolas-ganaderas_tcm30-503727.pdf), rellenado por la empresa y contrastado in situ por la UTE Everis - UdC.

La resiliencia se evalúa en cinco bloques o apartados:

El bloque 1 evalúa el grado de identificación del riesgo de inundación. Los propietarios no conocen de un modo cuantitativo su nivel de riesgo aunque son conscientes del mismo. Acceden a las fuentes de información oficiales sobre predicciones meteorológicas e hidrológicas pero no a la cartografía de zonas inundables.

El bloque 2 alude a la identificación de posibles daños por inundación. Los propietarios conocen las causas de las inundaciones que sufren y los mecanismos por los que el agua entra en sus instalaciones. No disponen de un inventario detallado de los bienes expuestos, aunque dado que se trata de zonas puntuales es algo fácilmente cuantificable.

El bloque 3 analiza las medidas que se podrían aplicar y las que ya se están aplicando para paliar el efecto de las inundaciones. No se han desarrollado medidas de autoprotección.

El bloque 4 valora las coberturas de los seguros contratados. La explotación cuenta con un seguro. No se han facilitado los datos sobre la cobertura del mismo. En todo caso, el bien expuesto forma parte de un conjunto (la red de elementos de riego), por lo que diferenciar el coste del seguro de esta instalación en concreto no es posible.

El bloque 5 evalúa los procedimientos de actuación frente de emergencias. Actualmente, no existe un plan de emergencia. En consecuencia, no existe ninguna sistemática de actuación y respuesta ante inundaciones.

En base a estos cinco bloques se elabora el gráfico resumen que representa la resiliencia de la explotación. De un modo sintético, el nivel de concienciación y preparación de los titulares de esta explotación es medio/bajo. No existe un plan de emergencias específico para la inundación que proteja a la explotación y sus trabajadores.

En los siguientes apartados se incidirá en estas soluciones, o medidas de autoprotección.

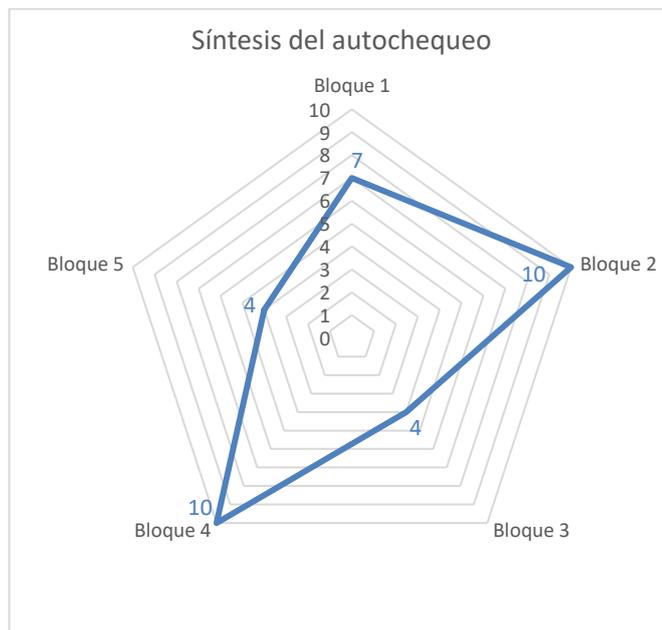


Figura 17. Gráfico de la resiliencia de la explotación

6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

De acuerdo con el riesgo de inundación identificado en el apartado 3, se puede mejorar la resiliencia de la instalación con medidas de autoprotección orientadas a evitar la entrada de agua en las tres zonas con mayor vulnerabilidad.

La vulnerabilidad de la explotación es elevada para las crecidas de T100 y T500 en las tres áreas indicadas en el apartado 3. Es posible proponer medidas que permitan reducir el riesgo de inundación en todas las zonas afectadas.

6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN

Las medidas que se proponen a continuación persiguen evitar la entrada de agua en el interior de las áreas expuestas en la explotación:

1. **Compuertas anti-inundación tipo Floodgate** en las puertas de acceso a las casetas del área de toma, que permitan protegerlas de T100 (0,6 metros).
2. **Impermeabilización de las paredes exteriores de las casetas** hasta una altura de 1 metro, para protegerlas de la T100.
3. **Sustitución de la rejilla en zona baja de la caseta del área de toma por ladrillo respiradero anti-inundación.**
4. **Construcción de un muro perimetral que proteja las casetas frente a una inundación T500**, lo que supone una altura de 2,10 metros alrededor del conjunto de las dos casetas y la colocación de una puerta estanca para acceder a la zona.
5. **Elevación del muro de hormigón de las cámaras de Jofra y Verges**, mediante la misma tipología estructural que los muros actuales. Esta opción puede aplicarse para la protección frente a T100 (elevación de 1,70 m en Jofra y de 70 cm en Verges –ya elevado 60 cm-), o frente a la T500 (elevación de 2,90 cm en Jofra y de 1,80 cm en Verges). Acceso mediante puerta estanca en una de las cuatro paredes. Sellado de la trampilla superior.
6. **Mejora de la respuesta frente a inundaciones.** Debería contemplarse en el plan de autoprotección los procedimientos de actuación y la formación y organización del personal para responder ante emergencias derivadas de inundaciones.

7. ANÁLISIS BENEFICIO-COSTE DE ALTERNATIVAS

En base a las circunstancias de la explotación y al grado de autoprotección que se podría alcanzar, a continuación se determina cuales de las medidas de autoprotección propuestas en el apartado 6.1 son más adecuadas y cómo se podrían agrupar para conseguir diferentes niveles de disminución de riesgo de inundación.

Las medidas de autoprotección pueden agruparse de diferente forma. A cada uno de esos agrupamientos se le considerará una alternativa diferente. Todas las alternativas planteadas serán objeto de un análisis de coste-beneficio para evaluar su rentabilidad y eficacia.

Para evaluar la eficacia de las alternativas propuestas se deben contraponer los daños esperados en la actualidad con los que cabría esperar una vez las alternativas hayan sido implementadas.

La estimación del daño se cuantifica mediante el producto de “riesgo x recurrencia” donde se integran los daños frecuentes (los asociados a inundaciones con periodos de retorno de 10 años) con los más infrecuentes (los provocados por inundaciones con periodos de retorno de 100 y 500 años). Esto es importante porque, aunque las inundaciones sean un fenómeno de carácter imprevisible, se basan en la probabilidad. Por ello, en un periodo largo de tiempo es altamente probable que se produzcan inundaciones con la frecuencia e intensidad calculadas.

7.1. ANÁLISIS DE DAÑOS POR ALTURA DE AGUA EN SITUACIÓN DE PARTIDA

De acuerdo con la metodología propuesta en la Guía, en primer lugar se estiman los costes asociados con las inundaciones en un horizonte temporal de 30 años, en la situación actual, sin considerar ninguna de las medidas de autoprotección propuestas.

Los activos que se consideran susceptibles de sufrir daño son las casetas del área de la toma y las cámaras de Jofra y Verges.

De acuerdo con la metodología de la Guía del CEDEX se puede establecer una tabla de costes asociada a una inundación. Se consideran los escenarios de periodo de retorno de 10, 100 y 500 años. En base a estos periodos de retorno se estimarán los porcentajes de afección para cada bien de la explotación.

A cada uno de estos escenarios se les asocia un calado o nivel de agua característico medido en el punto más castigado por las inundaciones según los mapas del SNCZI, esto es, la cámara situada en Jofra:

Periodo Retorno	Nivel de agua característico (m)
T10	0
T100	1,66
T500	2,81

Combinando estos escenarios con su probabilidad de ocurrencia, mediante la fórmula de cálculo de daño incremental recogida en la Guía se puede calcular el daño medio anual y el daño acumulado en 30 años.

Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T10 – T100	1.076
T100 - T500	255
Más de T500	80
Daño medio anual	1.411
Pérdida 30 años	42.315

7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

A partir de las medidas de autoprotección propuestas en el apartado 6.1:

- 1) Instalación de compuertas anti-inundación tipo *Floodgate* en los accesos a las casetas del área de toma.
- 2) Impermeabilización de las paredes exteriores de las casetas del área de toma.
- 3) Colocación de un ladrillo respiradero anti-inundación en lugar de la rejilla en zona baja de una de las casetas del área de toma.
- 4) Construcción de un muro perimetral que proteja las casetas con puerta estanca de acceso.
- 5) Elevación del muro de hormigón actual de las cámaras de Jofra y Verges, con una altura suficiente como para evitar la entrada de agua en las mismas (según se protejan frente a la T100 o a la T500). Colocación de puerta estanca en una de las paredes para acceder al interior y sellado de la trampilla superior (entrada actual).
- 6) Mejora de la respuesta frente a inundaciones.

Y con el daño medio anual y acumulado en 30 años para la instalación (1.411 y 42.315 €, respectivamente), se contemplan dos alternativas con diferente grado de protección.

Alternativa 1.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 100 años

Incluye las medidas 1, 2, 3, 5 (con elevaciones adecuadas a T100) y 6. De esta manera, se protege la instalación para inundaciones asociadas a la T100.

Para las casetas del área de toma se propone la instalación de compuertas anti-inundación en las puertas de acceso, la impermeabilización de las paredes exteriores y la sustitución de la rejilla situada en la zona baja de una de las casetas por un ladrillo respiradero anti-inundación. Para la protección de las cámaras de Jofra y Verges, se propone la elevación del muro actual hasta una altura suficiente como para impedir el paso del agua durante una avenida de T500, la instalación de puertas estancas para el acceso a las mismas cámaras y el sellado del acceso ubicado en la actualidad en la parte superior.

Alternativa 2.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 500 años

Incluye las medidas de autoprotección 4, 5 (con elevaciones adecuadas a T500) y 6. En esta alternativa se propone proteger la instalación hasta T500.

Se protegen las casetas del área de la toma mediante la construcción de un muro que rodee todo el perímetro e instalación de una puerta estanca para el acceso. Asimismo, se proponen como medidas de protección para las cámaras de Jofra y Verges el recrecimiento del muro de hormigón actual hasta una altura que impida pasar el agua, en caso de producirse una inundación derivada de una avenida de la T500, la instalación de puertas estancas que permitan acceder a ambas cámaras y sellado de los accesos superiores actuales.

7.3. ALTERNATIVA 1.- PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

En esta alternativa se contempla la protección total de los elementos para inundaciones ocasionales (T100). En el área de la toma, se incluyen las siguientes medidas para proteger las casetas:

- **Instalación de compuertas anti-inundación tipo *Floodgate*** en las puertas de acceso. La inversión asciende a 1.100 euros.
- **Impermeabilización de las paredes exteriores**, hasta una altura de 1 metro mediante tratamiento de humedades por capilaridad en muros deteriorados, sistema Mape-Antique "MAPEI SPAIN" o similar. La inversión asciende a 1.800 euros.
- **Colocación de ladrillo respiradero anti-inundación** en lugar de las rejillas actuales ubicadas en la zona baja. La inversión asciende a 120 euros.

Para la protección de las cámaras de Jofra y Verges, se incluyen las siguientes medidas:

- **Elevación del muro de la cámara de Jofra 1,70 metros, mediante la misma tipología estructural que los muros actuales, y sellado del acceso superior existente en la actualidad.** La inversión asciende a 5.230 €.
- **Elevación del muro de la cámara de Verges 70 centímetros** (actualmente ya elevado 60 centímetros), **mediante la misma tipología estructural que los muros actuales y sellado del acceso superior existente en la actualidad.** La inversión asciende a 2.230 €.
- **Instalación de puertas anti-inundación** de 1 x 1 o 1,5 metros (ancho x alto), con señalizaciones de altura, para permitir el acceso a las cámaras de Verges y Jofra, respectivamente. La inversión asciende a 5.682 €

Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T10 - T100	0
T100 - T500	160
Más de T500	80
Daño medio anual	239
Pérdida 30 años	7.182

La tabla siguiente recoge la relación beneficio/coste de la alternativa 1:

Explotación Colomers	Periodo de Retorno		
	T = 10	T = 100	T = 500
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1			
Compuertas anti-inundación tipo <i>FloodGate</i> (1.100 €)	16.162		
Impermeabilización paredes exteriores (1.800 €)			
Ladrillo respiradero anti-inundación (120 €)			
Elevación muro y sellado acceso superior actual - Cámara de Jofra (5.230 €)			
Elevación muro y sellado acceso superior actual - Cámara de Verges (2.230 €)			
Puertas anti-inundación (5.682 €)			
DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1			
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	0	0	139.100
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	7.182		
Daño anual medio (€)	239		
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	83,03%		
Relación Beneficio/Coste	2,17		

7.4. ALTERNATIVA 2.- PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS

En esta alternativa se contempla la protección total de los elementos para inundaciones de probabilidad baja o excepcional (T500). Esta alternativa incluye las siguientes medidas:

- **Construcción de un muro de hormigón perimetral** alrededor del conjunto de las dos casetas del área de la toma, hasta una altura de 2,1 metros. La inversión asciende a 8.000 €.
- **Elevación del muro de la cámara de Jofra 2,90 metros, mediante la misma tipología estructural que los muros actuales, y sellado del acceso superior existente en la actualidad.** La inversión asciende a 8.830 €.
- **Elevación del muro de la cámara de Verges 1,80 centímetros** (actualmente ya elevado 60 centímetros), **mediante la misma tipología estructural que los muros actuales y sellado del acceso superior existente en la actualidad.** La inversión asciende a 5.430 €.
- **Instalación de puertas anti-inundación** de 1,00 x 2,00 metros, en los muros de las cámaras de Jofra y Verges y muro perimetral de la zona de la toma. La inversión asciende a 11.046 €.

Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T10 - T100	0
T100 - T500	0
Más de T500	0
Daño medio anual	0
Pérdida 30 años	0

La tabla siguiente recoge la relación beneficio/coste de la alternativa 2:

Explotación Colomers	Periodo de Retorno		
	T = 10	T = 100	T = 500
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 2			
Muro perimetral de hormigón (8.000 €)	33.306		
Elevación muro y sellado acceso superior actual - Cámara de Jofra (8.830 €)			
Elevación muro y sellado acceso superior actual - Cámara de Verges (5.430 €)			
Puertas anti-inundación (11.046 €)			
DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 2			
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	0	0	0
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	0		
Daño anual medio (€)	0		
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	100		
Relación Beneficio/Coste	1,27		

7.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS

La elección de la alternativa más adecuada vendrá de comparar el esfuerzo inversor, la relación de beneficio/coste y el porcentaje de reducción del daño conseguido en cada una de ellas. La tabla siguiente recoge esta comparación con los indicadores más significativos.

Escenario	Coste de la alternativa (€)	Reducción daño (%)	Relación beneficio/coste
Alternativa 1	16.162	83,03	2,17
Alternativa 2	33.306	100	1,27

8. CONCLUSIONES

Identificación del riesgo: Los problemas de inundación en las instalaciones gestionadas por la CR de la presa de Colomers derivan directamente de las crecidas del río Ter. Existen varios elementos en riesgo, que han sufrido daños durante la tormenta Gloria (año 2020). Estos son dos arquetas en el entorno de las localidades de Jafre y Verges y dos casetas, junto a la localidad de Colomers, ubicadas en la zona de la toma de la actual canalización para riego.

El elemento más vulnerable de la explotación (cámara de Jofra) sufriría calados de 1,66 m para T100 y 2,81 m para T500.

Grado de resiliencia actual frente a las inundaciones: El nivel de concienciación y preparación de los titulares de esta explotación es medio/bajo. La explotación tiene suscrito un seguro aunque se desconoce el alcance de su cobertura. No existe un plan de emergencias específico para la inundación que proteja a la explotación y sus trabajadores.

Medidas ya adoptadas: A pesar de haber sufrido una crecida importante en 2020, no se han adoptado medidas de autoprotección. De hecho, tras ese episodio, las cámaras no se han reparado y las válvulas permanecen abiertas y no pueden ser accionadas.

Medidas de autoprotección propuestas: Para mejorar la resiliencia de la instalación a las inundaciones se han propuesto diferentes medidas de autoprotección. En concreto: 1) instalación de compuertas anti-inundación en los accesos de las casetas del área de la toma, 2) impermeabilización de las paredes exteriores de las mismas, 3) colocación de un ladrillo respiradero anti-inundación en lugar de las rejillas actuales en la zona baja de una de las casetas, 4) construcción de un muro que rodee el perímetro de las casetas con puerta anti-inundación de acceso, 5) elevación del muro actual de las cámaras de Jofra y Verges, con una altura suficiente como para evitar la entrada de agua en las mismas (según se protejan frente a la T100 o a la T500), con colocación de puerta estanca en una de las paredes para acceder al interior y sellado de la trampilla superior (entrada actual) y 6) mejorar la respuesta frente a inundaciones.

Alternativas consideradas para reducir el riesgo: Se han propuesto y valorado dos alternativas de medidas de autoprotección: 1) Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 100 años y 2) Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 500 años.

Comparación de las alternativas propuestas: La alternativa 1 requiere una inversión de 16.162 €, reduce los daños en un 83,03% y tiene una relación beneficio/coste de 2,17 puntos. Por su parte, la alternativa 2 exigiría de una inversión mayor (33.306 €), reduciría el 100% de los daños provocados por las inundaciones y tiene un ratio de beneficio/coste de 1,27 puntos.

9. ANEXOS

9.1. TABLAS Y CURVAS DE DAÑOS

Tabla 9. Tabla de daños. Situación actual													
Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo retorno								
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T10			T100			T500		
					Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
Zona de la toma - Caseta 1													
Grupo electrógeno	ud	1	20.000	20.000	0	0	0	0,54	20	4.000	2,01	80	16.000
Zona de la toma - Caseta 2													
Cuadros eléctricos	ud	2	2.000	4.000	0	0	0	0,54	0	0	2,01	100	4.000
Cámara Verges													
Válvula DN 1400	ud	1	40.500	40.500	0	0	0	1,27	20	8.100	2,33	20	8.100
Cámara Jofra													
Válvula DN 1600	ud	1	59.000	59.000	0	0	0	1,66	20	11.800	2,81	20	11.800
Total							0			23.900			39.900

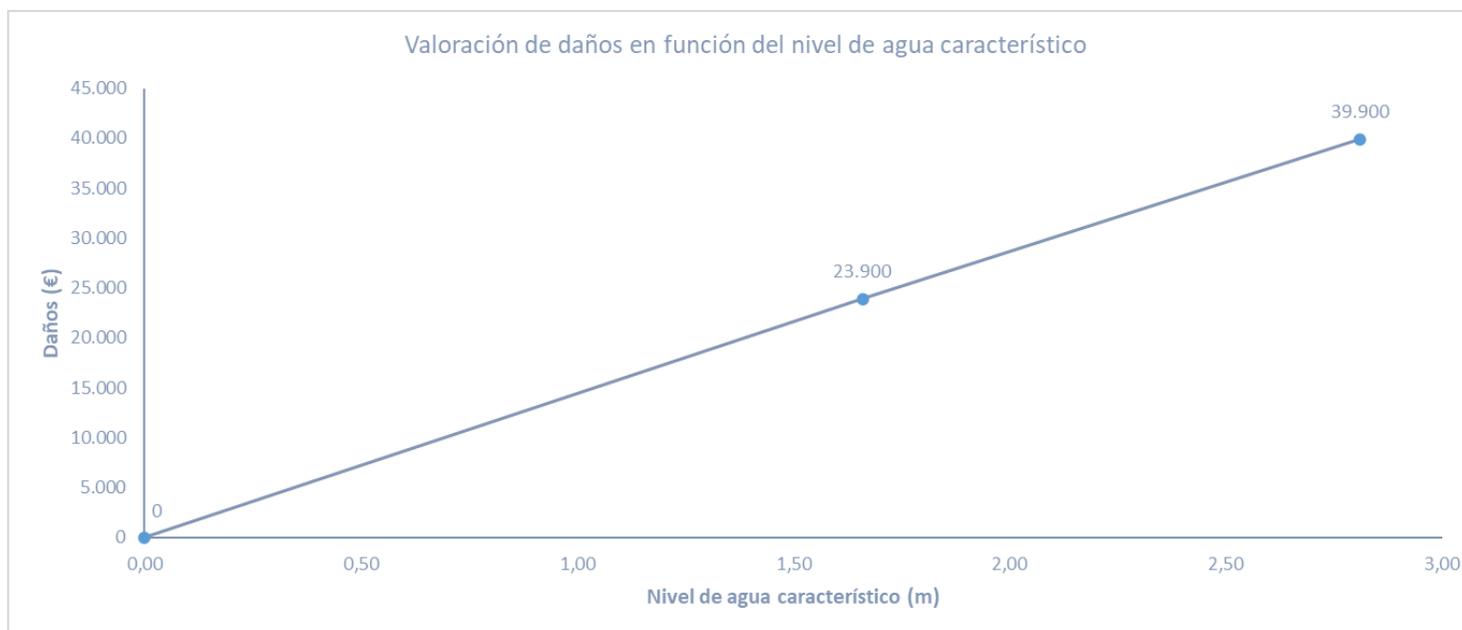


Gráfico 1. Curva de daños de la explotación. Situación actual

Nota. El eje X del gráfico hace referencia a una altura de agua característica de la explotación según el periodo de retorno de la inundación

Tabla 10. Tabla de daños. Alternativa 1.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 100 años

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo retorno								
					T10			T100			T500		
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
Zona de la toma - Caseta 1													
Grupo electrógeno	ud	1	20.000	20.000	0	0	0	0,54	0	0	2,01	80	16.000
Zona de la toma - Caseta 2													
Cuadros eléctricos	ud	2	2.000	4.000	0	0	0	0,54	0	0	2,01	100	4.000
Cámara Verges													
Válvula DN 1400	ud	1	40.500	40.500	0	0	0	1,27	0	0	2,33	20	8.100
Cámara Jofra													
Válvula DN 1600	ud	1	59.000	59.000	0	0	0	1,66	0	0	2,81	20	11.800
Total							0			0			39.900

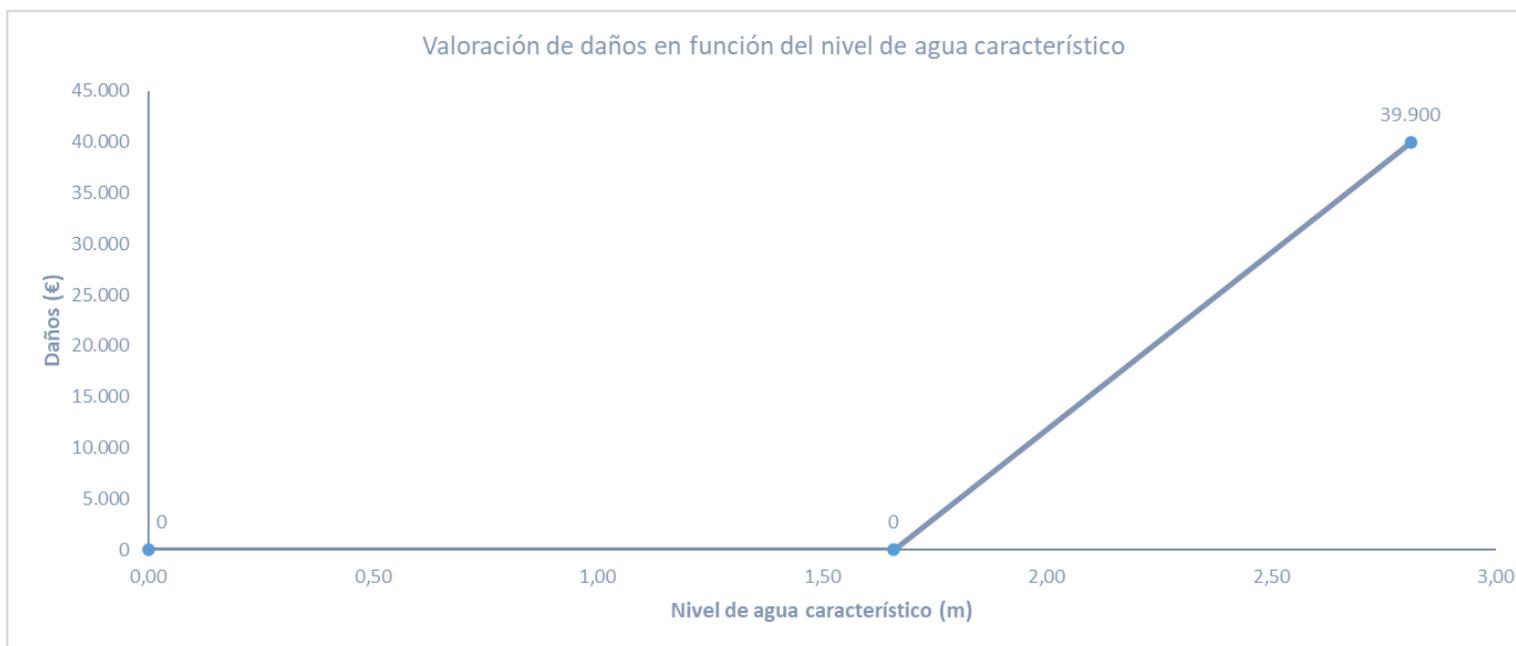


Gráfico 2. Curva de daños de la explotación. Alternativa 1.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 100 años
Nota. El eje X del gráfico hace referencia a una altura de agua característica de la explotación según el periodo de retorno de la inundación

Tabla 11. Tabla de daños. Alternativa 2.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 500 años

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo retorno								
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T10			T100			T500		
					Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)
Zona de la toma - Caseta 1													
Grupo electrógeno	ud	1	20.000	20.000	0	0	0	0,54	0	0	2,01	0	0
Zona de la toma - Caseta 2													
Cuadros eléctricos	ud	2	2.000	4.000	0	0	0	0,54	0	0	2,01	0	0
Cámara Verges													
Válvula DN 1400	ud	1	40.500	40.500	0	0	0	1,27	0	0	2,33	0	0
Cámara Jofra													
Válvula DN 1600	ud	1	59.000	59.000	0	0	0	1,66	0	0	2,81	0	0
Total							0			0			0

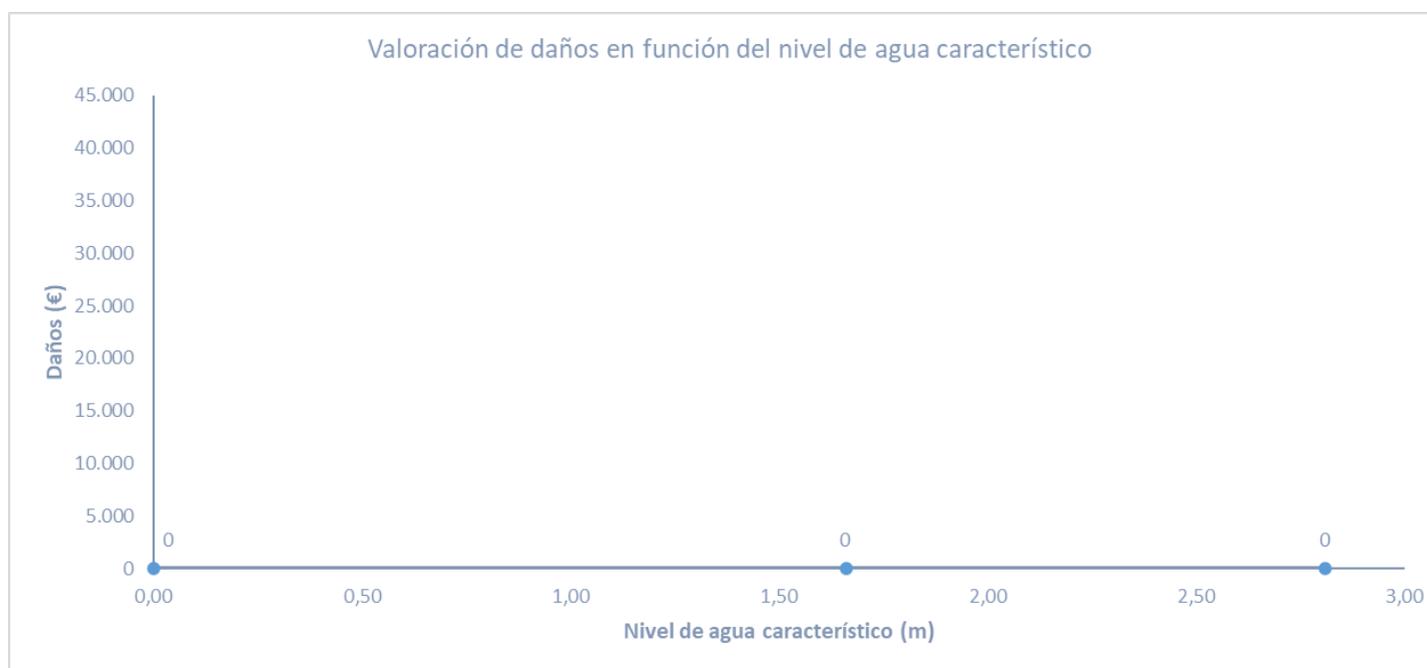


Gráfico 3. Curva de daños de la explotación. Alternativa 2.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 500 años

Nota. El eje X del gráfico hace referencia a una altura de agua característica de la explotación según el periodo de retorno de la inundación