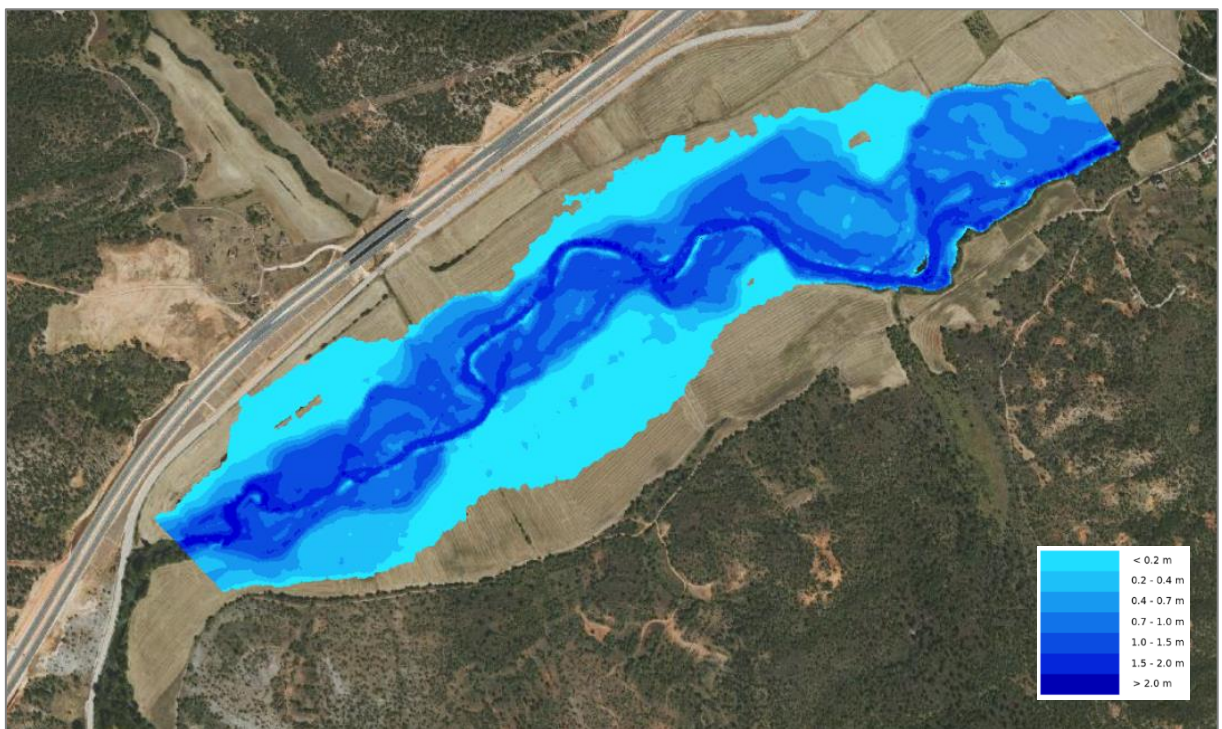


CASO PILOTO

EXPLOTACIÓN AGRARIA EN EL T.M. DE EL BURGO DE OSMA (SORIA)



Diciembre, 2021

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN	4
2. DESCRIPCIÓN GENERAL	6
2.1. EDIFICACIONES	8
2.2. MAQUINARIA	8
2.3. CULTIVOS	8
3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN	8
3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN	12
3.2. INSTALACIONES QUE SE VERÍAN AFECTADAS POR LAS INUNDACIONES	12
3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA DEL AGUA.....	12
4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES	13
4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES	13
4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS	13
4.3. PLANES DE EMERGENCIA	13
5. CARACTERIZACIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA EXPLOTACIÓN	13
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	18
7.3. ALTERNATIVA 1.- CAMBIO DE CULTIVO EN LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA T10	19
7.4. ALTERNATIVA 2.- MEJORA DEL DRENAJE DE LAS ESCORRENTÍAS DE LA A-11.....	20
7.5. ALTERNATIVA 3.- CAMBIO DE CULTIVO EN LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA T10 Y MEJORA DEL DRENAJE DE LAS ESCORRENTÍAS DE LA A-11	21
7.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS	21
8. CONCLUSIONES	21
9. ANEXOS	22
9.1. TABLAS Y CURVAS DE DAÑOS.....	23

RELACIÓN DE ABREVIATURAS	
ARPSI	Áreas con riesgo potencial significativo de inundación
CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
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 y 10 años
UE	Unión Europea

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 propondrán diferentes medidas para mejorar su resiliencia. Una de las explotaciones seleccionadas ha sido una explotación agrícola ubicada en el T.M. El Burgo de Osma, Soria.

En este informe se presenta el diagnóstico del riesgo de inundación realizado en esa explotación agrícola. Se lleva a cabo una evaluación del riesgo, una estimación de daños posibles por inundación, una caracterización de la resiliencia, una propuesta de medidas de adaptación y un análisis de su eficacia, mediante un análisis beneficio-coste.

La explotación ha sido propuesta por el ayuntamiento de El Burgo de Osma. Existen distintas zonas inundables en el curso del río Abián. La zona escogida se corresponde con un conjunto de fincas agrarias explotadas por D. Roberto de Gracia, propietario de la mayoría de los terrenos.

La explotación sufre inundaciones de modo recurrente, ampliamente documentadas con registros fotográficos. Se encuentra parcialmente en zona de flujo preferente y, de acuerdo con la información recogida en el SNCZI, se ve parcialmente cubierta por las inundaciones asociadas con los T10, T100 y T500. Esta información se detalla más adelante. El 100% de la explotación se encuentra en zona inundable. Algunas de las parcelas explotadas se encuentran dentro de la ARPSI ES020/0021_08-1800086-01.



Figura 1. Zona ARPSI (primer ciclo en violeta, segundo en magenta -coincidentes-)

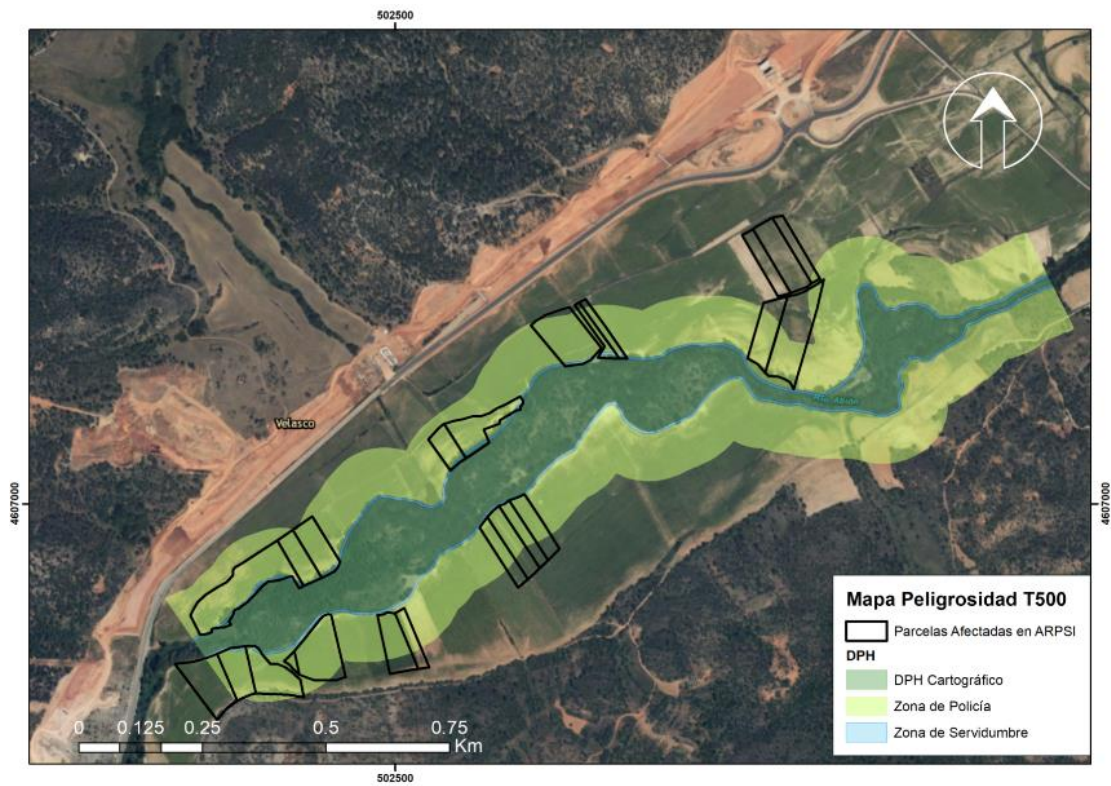


Figura 2. Zonificación el dominio público hidráulico en el tramo de la explotación

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

Nombre: Explotación agraria a nombre de Roberto de Gracia.

Ubicación: Área paralela a la autovía A-11, a la altura del núcleo de Santiuste (El Burgo de Osma).

Actividad: Cultivo en secano de cereales, girasol y plantas forrajeras.

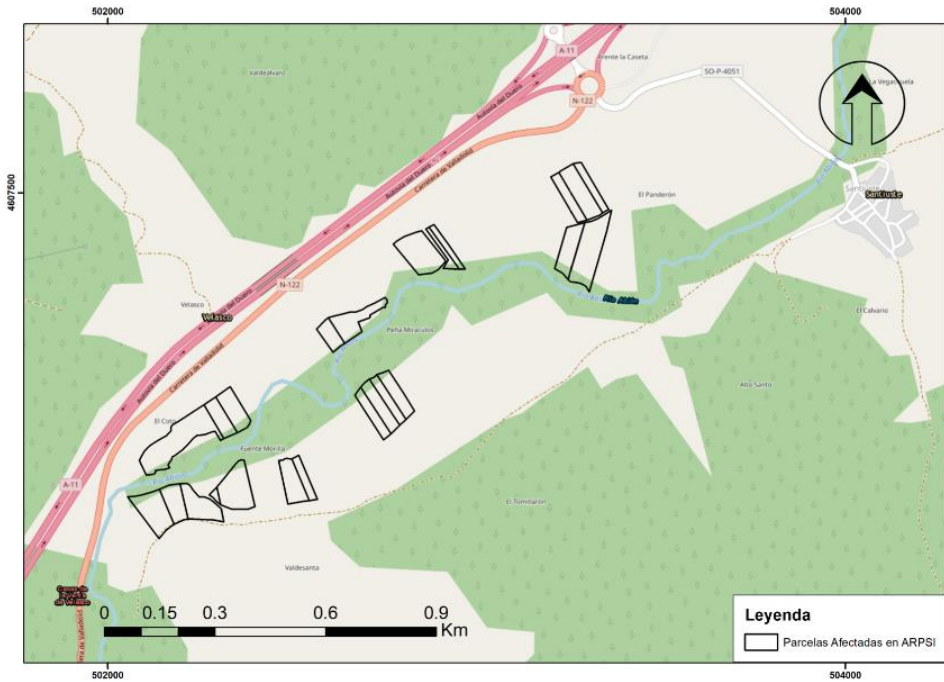


Figura 3. Ubicación general de la explotación agraria

La explotación cuenta con parcelas en propiedad y otras arrendadas. En total se explotan 220 ha de cereal (cebada o trigo). En ocasiones se destinan 70 a girasol y 30 a forrajes, aunque estas superficies van variando por la rotación de los cultivos o la evolución de las demandas.

Las parcelas agrarias diagnosticadas quedan dentro de la zona de policía de las dos márgenes del río Abión.

La época de la siembra de cereal corresponde a noviembre y la cosecha se realiza en junio. Los girasoles se siembran en mayo y se recogen en octubre. Los rendimientos por hectárea son del orden de 4.000 – 4.500 kg/ha de trigo y unos 2.000 kg/ha de girasol. Esto constituye el grueso de la producción en la explotación.



Foto 1. Panorámica de los terrenos agrícolas

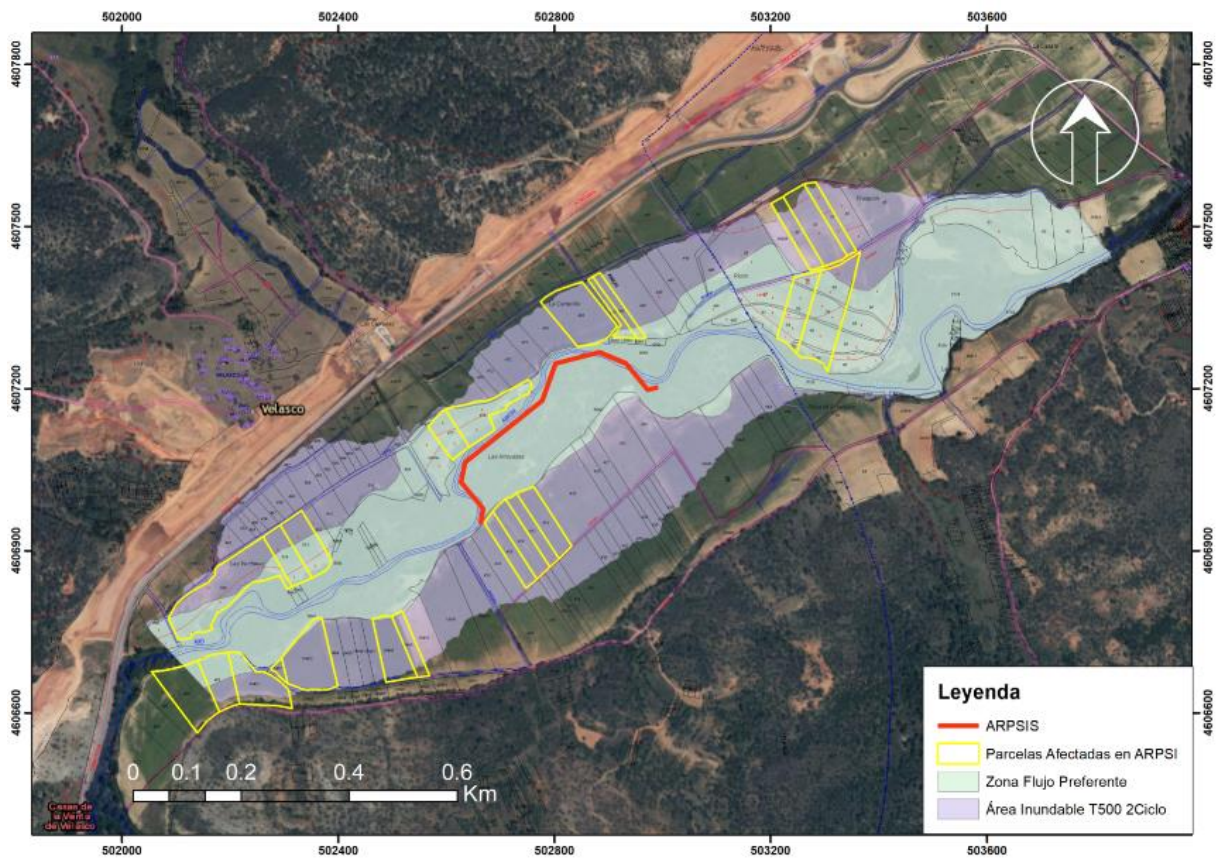


Figura 4. Localización, delimitación parcelaria, zonas inundables y ARPSI

2.1. EDIFICACIONES

Existen infraestructuras vinculadas con la explotación pero no se encuentran en zona inundable.

2.2. MAQUINARIA

No existe maquinaria afectada.

2.3. CULTIVOS

Una parte mayoritaria de los terrenos se cultiva en un único ciclo (de noviembre a junio). En ocasiones, según el criterio del propietario, se destinan 70 ha al cultivo de girasol (de mayo a octubre). Las inundaciones no suelen coincidir simultáneamente con el cereal y el girasol.



Foto 2. Terrenos de cultivo en la margen derecha



Foto 3. Terrenos de cultivo en la margen izquierda

3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

El riesgo principal de inundación viene derivado de los desbordamientos que provocan las crecidas del río Abián. La explotación se encuentra ubicada en sus márgenes. El propietario indica que las inundaciones de pequeña intensidad pueden cubrir parcialmente del orden de 25 ha con una recurrencia del orden de 2-3 años. Esto es más o menos concordante con la extensión de los mapas de inundación para T10, en los que se observa que se inunda del orden de un 10% de la zona agraria (extrapolando a toda la explotación, unas 25 ha).

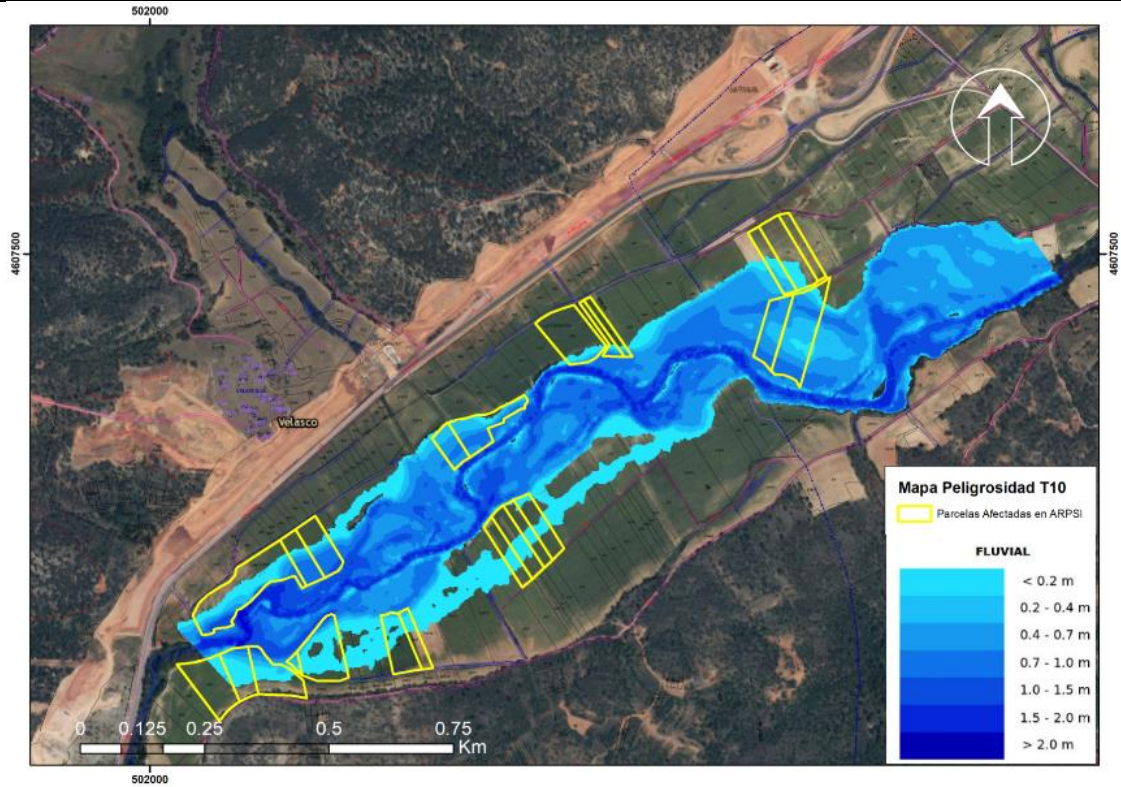


Figura 5. Mapa peligrosidad T10

Cuando las inundaciones son de mayor magnitud –las asociadas con los T100 y T500– se vería afectada la mayor parte de la superficie de la explotación. De acuerdo con los mapas del SNCZI, en episodios de T100 o T500 la pérdida de la producción sería total.

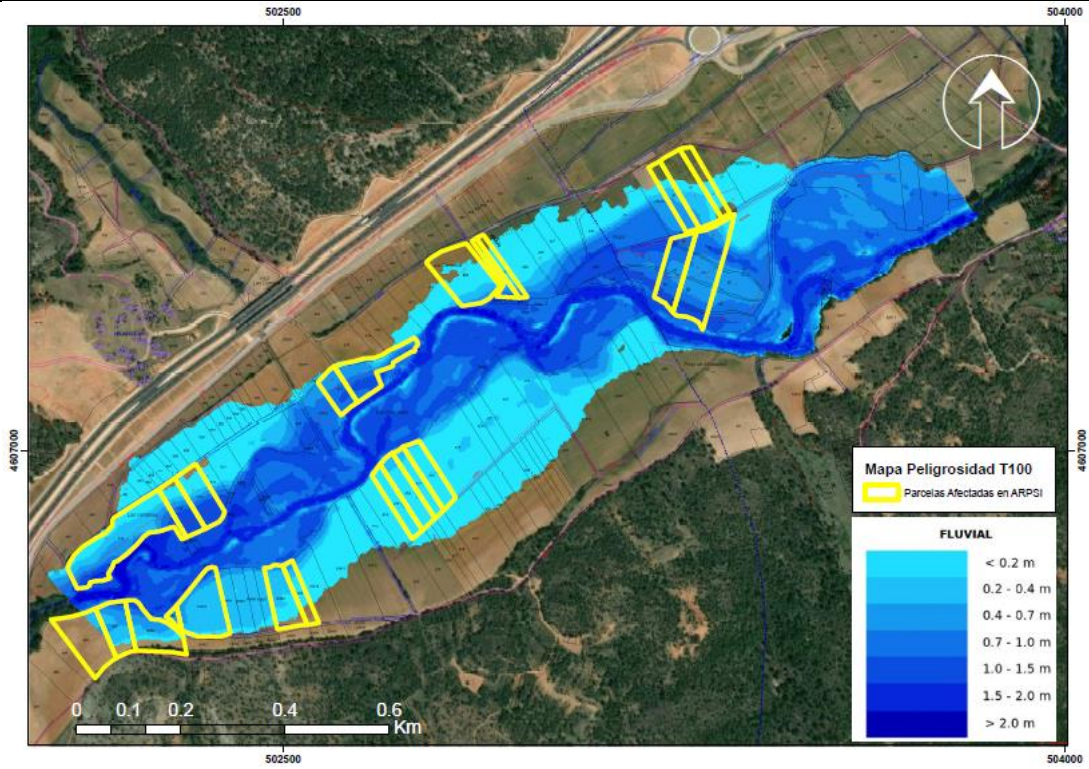


Figura 6. Mapa peligrosidad T100

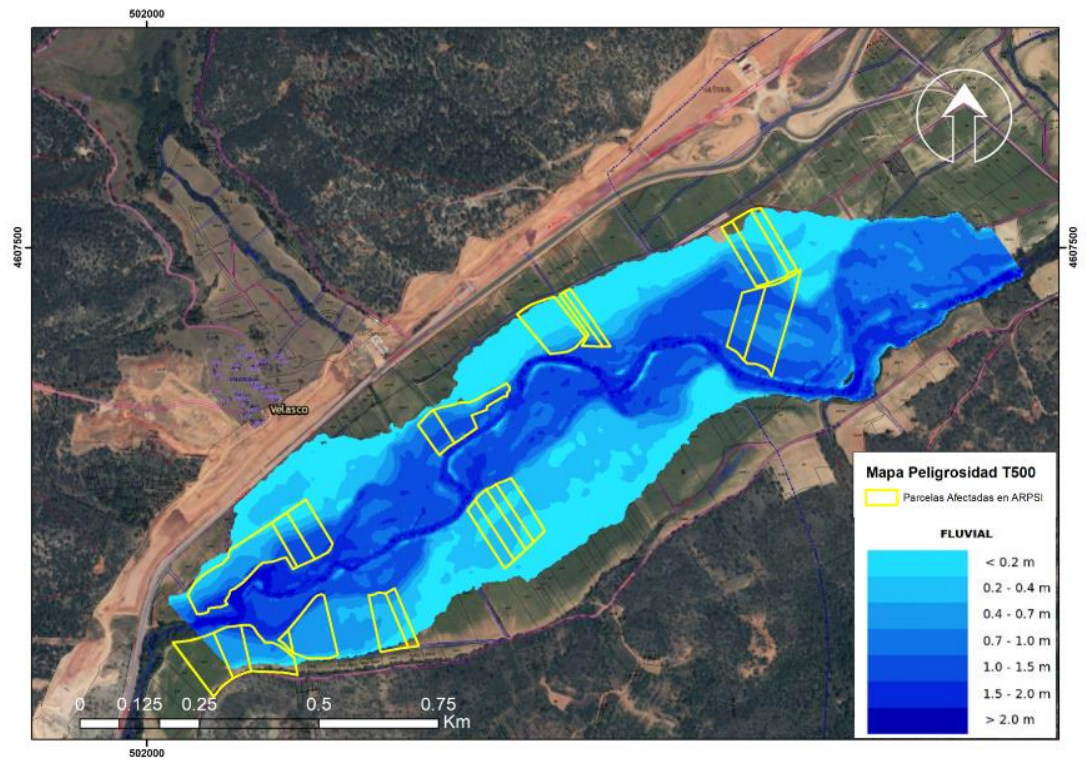


Figura 7. Mapa peligrosidad T500

Existe un riesgo adicional ocasionado por las obras de drenaje transversal de la autovía A-11. Aunque el drenaje de las vaguadas atravesadas por la autopista está razonablemente canalizado, el de la propia explanada de la autovía se deriva directamente a las fincas agrarias, en muchos casos sin ningún tipo de protección. La superficie inundada por el drenaje de la carretera es difícil de delimitar pero, según el propietario, cuando se encharca impide los trabajos agrarios en toda la franja cercana al talud de la A-11. Esta afección, al corresponderse con inundaciones pluviales, no está recogida en los mapas de peligrosidad.



Foto 4.1. Drenaje de la autovía A-11 directamente hacia las parcelas agrarias (Fuente: titular explotación)



Foto 4.2. Superficie de la explotación inundada por la autovía A-11 (Fuente: titular explotación)

Entre las parcelas de la explotación suelen disponerse canales de drenaje. Algunos de estos canales de drenaje están colonizados por vegetación de porte arbustivo.



Foto 5. Parcela y drenaje

Dado que la carretera se construyó con posterioridad a la parcelación de la explotación, en general, no existen drenajes para evacuar los flujos que se vierten desde la A-11. La falta de estos drenajes agrava los efectos de las inundaciones.

3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN

La inundación tiene como causa principal el desbordamiento de las crecidas del río Abián. También se sufren inundaciones provocadas por los drenajes de las A-11 en las parcelas colindantes a la carretera, a las que normalmente no les afectan las crecidas del río, a no ser que se dé una avenida extraordinaria de muy bajo periodo de retorno.

3.2. INSTALACIONES QUE SE VERÍAN AFECTADAS POR LAS INUNDACIONES

El principal activo que se ve afectado por las inundaciones son los propios terrenos de cultivo (casi las 220 ha). En general las inundaciones se dan entre los meses de noviembre a marzo, en plena fase de desarrollo del cultivo. En función de la magnitud de la inundación se puede perder la cosecha parcial o totalmente.

No existen otros elementos que puedan verse dañados por las inundaciones.

3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA DEL AGUA

La explotación está distribuida longitudinalmente en ambas márgenes del río Abián a lo largo de todo su recorrido. No existen puntos de entrada concretos. Adicionalmente, los múltiples drenajes de la A-11 encharcan la parcela en la zona superior a la que, en general, no llegan las inundaciones fluviales. Según el propietario, el efecto conjunto y simultáneo es frecuente. No se disponen de evidencias que puedan permitir cuantificar la magnitud y frecuencia de esa simultaneidad.

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES

4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES

El propietario de la instalación adapta las labores al régimen de inundaciones del río. La elección del cereal (cebada o trigo) depende en general de los mercados y la demanda, pero el propietario tiende a potenciar el cultivo de trigo porque es más resistente a las inundaciones, siempre que el nivel de las aguas no se mantenga mucho tiempo. Según el propietario, cuando se producen las inundaciones, la cosecha en la zona afectada suele perderse. No se aportan datos cuantitativos de esas pérdidas.

4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS

Se dispone de un seguro agropecuario con una franquicia al 30% sobre los daños totales. Cubre la totalidad de la superficie de la explotación. El propietario estima que en las inundaciones más frecuentes se pierde la producción de unas 25 ha (algo más del 10% de la superficie total de la explotación). En términos aproximados, todas las parcelas tienen el mismo rendimiento productivo, por ello, para que el seguro cubra los daños tendría que inundarse más de un 30% de la superficie de la explotación.

4.3. PLANES DE EMERGENCIA

No existe un Plan de Emergencia. No obstante, de acuerdo con la información recabada, fruto de la experiencia en anteriores eventos, existe una sistemática de actuación basada en avisos mediante telefonía móvil una vez se detecta una situación de riesgo potencial. La explotación es gestionada por dos personas.

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. El propietario conoce su nivel de riesgo y sabe cómo acceder a algunas de las fuentes de información oficiales sobre predicciones meteorológicas e hidrológicas y, aunque no la consulta, también sabe analizar la cartografía de zonas inundables. No conoce a priori la documentación recogida en el SNCZI en lo que se refiere a mapas de peligrosidad o riesgo.

El bloque 2 alude a la identificación de posibles daños por inundación. El propietario conoce las causas de las inundaciones que sufre con gran frecuencia y los mecanismos por los que el agua entra en sus tierras, así como los activos que se ven afectados.

El bloque 3 analiza las medidas que se podrían aplicar y las que ya se están aplicando para paliar el efecto de las inundaciones. La explotación dispone de elementos de drenaje aunque no en la totalidad de la superficie necesaria (en particular, no dispone de red de drenaje la afectada por las aguas pluviales procedentes de la A-11). Existe una franja de arbolado a lo largo del cauce que protege de la erosión, aunque no tiene mucha anchura. Respecto a la elección de los cultivos, se potencia el trigo sobre la cebada por tener más resistencia a las inundaciones y se fomenta el girasol como cultivo complementario de verano para compensar pérdidas del cultivo de cereal.



Foto 6. Franja de vegetación de ribera

El bloque 4 valora las coberturas de los seguros contratados. La explotación cuenta con un seguro agrario. El propietario dispone de la información y manifiesta que la elevada franquicia del seguro limita su cobertura cuando las inundaciones son de pequeña magnitud.

El bloque 5 evalúa los procedimientos de actuación frente de emergencias. De manera informal, se han sistematizado algunos procedimientos de actuación en caso de emergencia. El personal de la explotación sabe cómo organizarse y actuar. Las comunicaciones son ágiles y existen rutas y accesos de evacuación. En todo caso, las inundaciones suelen ser lentas y progresivas, con lo que suele haber un tiempo suficiente de respuesta para poner en marcha las medidas de protección y prevención.

En base a estos cinco bloques se elabora el gráfico resumen que representa la resiliencia de la explotación. En resumen, el nivel de concienciación y preparación del titular de esta explotación es muy alto aunque no conoce algunos recursos disponibles para mejorar la gestión del riesgo.

En los siguientes apartados se incidirá en posibles soluciones complementarias o medidas de autoprotección.

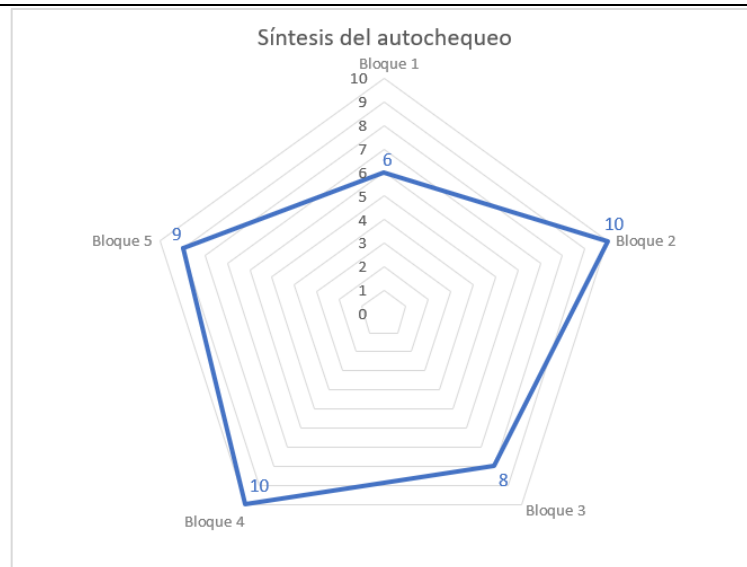


Figura 8. Gráfico de la resiliencia de la explotación

6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Se puede mejorar la resiliencia de la explotación con medidas de autoprotección basadas en la selección de cultivos más resistentes a las inundaciones y en la mejora del drenaje de las aguas pluviales procedentes de la A-11.

6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN

Las afecciones por las crecidas del río y por los drenajes de la A-11 afectan a áreas distintas, por lo que pueden considerarse disjuntos. También las medidas de autoprotección podrían adoptarse de forma separada e independiente para las superficies afectadas por las inundaciones fluviales y por las pluviales. Se proponen las siguientes medidas de autoprotección:

1. **Cultivo de especies resistentes a las inundaciones** en la superficie con mayor frecuencia que se ve expuesta a las crecidas del río. En esas 25 ha que se inundan de modo recurrente se podría realizar una plantación de tipo agroforestal (chopos, por ejemplo) que pueda dar un cierto rendimiento a largo plazo y que además de potenciar la función de franja de protección natural evite la pérdida de suelo y la contaminación del río por fertilizantes y plaguicidas.
2. **Mejora del drenaje de la superficie afectada por las aguas pluviales procedentes de la A-11.** Las soluciones pasan por la habilitación de zonas de inundación controlada o por la construcción de canales de drenaje hacia el río.
3. **Adaptación y mejora del Plan de Autoprotección.** Se debería modificar el Plan de emergencia de la explotación y formar a todos los trabajadores para su conocimiento y ejecución en caso de riada.

-
4. **Actualización de la póliza de seguro agrario.** Sólo en el caso de que tras implementar las nuevas medidas puede mejorar la cobertura o disminuir la prima actual.

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 cuáles 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 beneficio-coste 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 frecuencia” 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 la situación actual para un horizonte temporal de 30 años, sin considerar ninguna de las medidas de autoprotección propuestas.

Los activos que se consideran susceptibles de seguir sufriendo daños son los terrenos cultivados. Se considera que el riesgo de inundación para los cultivos de verano (girasol) es muy bajo. En consecuencia, la valoración de daños sólo se realizará para el cultivo de cereal.

Se consideran como unidades fundamentales:

- Limpieza/restauración de parcela agraria destinada al cultivo herbáceo: 1.100 €/ha
- Producción anual de parcela de cultivo herbáceo: 1.203 €/ha

Se ha considerado el valor de la limpieza y restauración de la parcela a precio de mercado. Es posible que el propietario, por sus propios medios, pueda lograr una restauración con menores costes.

De acuerdo con la metodología de la Guía del CEDEX se puede establecer una tabla de costes asociada a una inundación, incluyendo estas partidas. Estos valores, vendrán dados por los daños provocados

por las inundaciones procedentes tanto del río (daños fluviales) como por las escorrentías de la A-11 (daños pluviales).

En cuanto a los daños fluviales, se consideran los escenarios de periodo de retorno de 10, 100 y 500 años. Para estos periodos de retorno se extraen los calados y superficie inundada a partir de los mapas de peligrosidad del SNCZI. También se considera el escenario de 2 años, pero basándose en la experiencia del propietario de la parcela. En base a estos periodos de retorno se estimarán los porcentajes de afección para cada bien de la explotación agrícola:

- En el **escenario de 2 años** se producen esencialmente niveles de inundación bajos que cubren parcialmente las 25 ha que se ven afectadas de modo recurrente. Se estima un 50% de pérdida en estas 25 ha (una afección del 6% sobre el total de la explotación), tanto en lo que respecta a la producción como en lo que respecta a la necesidad de restauración tras la crecida. Favorece como factor atenuante el hecho de que el propietario haya potenciado especies herbáceas resistentes que pueden aguantar una crecida de bajo nivel (siempre que no se prolongue en exceso).
- En el **escenario de 10 años**, de acuerdo con la información aportada por el propietario, que, a su vez, concuerda con los mapas de peligrosidad del SNCZI, se ven afectadas 25 ha de la explotación. Se considera que la pérdida en estas 25 ha será total (afección del 11% sobre las hectáreas totales de la explotación).
- Para las **crecidas de 100 y 500 años**, de acuerdo con el SNCZI, se pierde la totalidad de la cosecha y los trabajos de acondicionamiento afectan a la práctica totalidad de la parcela.

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:

Periodo Retorno	Nivel de agua característico (m)
T2	0,7
T10	1,34
T100	1,7
T500	1,82

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.

En lo que respecta a los daños pluviales, no se cuenta con una información suficiente de respaldo ni con datos precisos que permitan determinar una curva de daños con fiabilidad. Esto lo originan las siguientes circunstancias:

- a) No existen datos sobre periodos de recurrencia y no hay un periodo histórico que permita deducirlos. Se considera como estimación que las inundaciones debidas a la incapacidad de drenar la A-11 tienen un periodo de recurrencia bajo (ya que en los últimos años esto ha sucedido varias

veces, según el propietario). Se asume una **recurrencia de 5 años**, de acuerdo con la experiencia del propietario.

- b) La percepción del propietario es que se produce una inundación del orden de **25 ha** como máximo, distribuidas a lo largo de la zona de contacto entre la parcela y la A-11.

Assumiendo estas estimaciones, los daños pluviales serían de 25 ha x (1.100 + 1.203) €/ha = 57.575 €, lo que supone un daño medio anual y acumulado en 30 años de 11.515 € y 345.450 €, respectivamente.

De acuerdo con lo anterior, integrando tanto las afecciones derivadas por las inundaciones fluviales como por las inundaciones pluviales, 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 (€)
T2 - T10	17.271
T10 - T100	25.388
T100 - T500	4.053
Más de T500	1.013
Daño anual medio (incluye daños pluviales)	59.240
Pérdida 30 años (incluye daños pluviales)	1.777.191

7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

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

- 1) Cultivo de especies resistentes a las inundaciones en la superficie con mayor frecuencia de inundación
- 2) Mejora del drenaje de la superficie afectada por las escorrentías de la A-11
- 3) Adaptación y mejora del Plan de Autoprotección
- 4) Actualización de la póliza de seguro agrario

Y con el daño medio anual y acumulado en 30 años para la explotación agrícola (59.240 y 1.777.191 €, respectivamente), se plantean estas 3 diferentes alternativas:

Alternativa 1.- Cambio de cultivo en la superficie afectada por la T10

Se propone la sustitución del cultivo herbáceo por un cultivo forestal en las 25 ha más afectadas por las inundaciones del río. En aquellas zonas en las que está definida, esta superficie se corresponde aproximadamente con la franja limítrofe con el río y marcada como área inundable por la crecida T10 en el SNCZI. Con esta alternativa se eliminan los daños fluviales provocados por la T10.

Alternativa 2.- Mejora del drenaje de las escorrentías de la A-11

Para paliar las inundaciones generadas desde la A-11 se propone la construcción de un canal perimetral a lo largo de la zona de contacto entre la parcela y la A-11. Este canal tendrá la misión múltiple de acumular y filtrar el agua y de derivarla hacia los drenajes transversales existentes aguas abajo. Con esta alternativa se eliminan los daños pluviales por completo.

Esta medida se considera de autoprotección sólo si se actúa sobre terrenos del titular/arrendador y no produce afecciones en el régimen de corrientes a terceros. Si fuera necesario intervenir sobre parcelas de terceros y se afectara al régimen de corrientes en otras parcelas vecinas, sería necesario contar con la autorización de los titulares de las parcelas colindantes y de la Confederación Hidrográfica del Duero.

Alternativa 3.- Cambio de cultivo en la superficie afectada por la T10 y mejora del drenaje de las escorrentías de la A-11

Las Alternativas 1 y 2 son complementarias al solucionar problemas de causa diferente en áreas distintas que sólo raramente, coinciden simultáneamente (a efectos de este informe no se considerará que se produce ningún solape entre ambas superficies potencialmente inundables). Por ello, como tercera alternativa se podría plantear la implantación conjunta de las alternativas anteriores. Esto es, la eliminación de daños fluviales (hasta T10) y de los daños pluviales.

7.3. ALTERNATIVA 1.- CAMBIO DE CULTIVO EN LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA T10

Con la implementación de esta medida se eliminarían los daños provocados por inundaciones de procedencia fluvial para eventos frecuentes. Se propone para esta superficie un cambio de cultivo hacia un cultivo maderero con chopos o especies forestales de ribera análogas.

La plantación de chopos se suele realizar en marcos de unos 6 x 6 m (278 chopos por hectárea), con un precio de venta del orden de 30 € por unidad (los costes de plantación y mantenimiento se estiman en 10 €). Tras unos 15 años de crecimiento se podrían obtener 208.500 € por las 25 ha de chopos (13.900 €/año).

Hay que considerar igualmente el diferencial de beneficio entre el cultivo actual de cereal y el cultivo maderero. El beneficio bruto de las 25 ha en cereal es mayor (30.069 €/año) pero los costes anuales también son mayores. Para este análisis se considerará que los costes anuales de ambos cultivos son similares. Según esto, con el cambio hacia un cultivo maderero se obtendrían menos ingresos anuales (del orden de unos 16.169 €/año).

Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T2 - T10	6.468
T10 - T100	21.662
T100 - T500	3.722
Más de T500	930
Daño anual medio (incluye daños pluviales)	44.297

Tabla 3. Daño anual medio y acumulado en 30 años. Alternativa 1	
Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
Pérdida 30 años (incluye daños pluviales)	1.328.898

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

Tabla 4. Relación Beneficio/Coste. Alternativa 1				
Explotación agraria El Burgo de Osma	Periodo de Retorno			
	T = 2	T = 10	T = 100	T = 500
Probabilidad anual	0,5	0,1	0,01	0,002
COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1				
Plantación y mantenimiento de arbolado - Chopos en 30 años (€)	139.000			
DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1				
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	16.169	16.169	465.207	465.207
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección -incluye daños pluviales- (€)	1.328.898			
Daño anual medio -incluye daños pluviales- (€)	44.297			
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	25,22			
Relación Beneficio/Coste	3,23			

7.4. ALTERNATIVA 2.- MEJORA DEL DRENAJE DE LAS ESCORRENTÍAS DE LA A-11

Con esta alternativa se contempla la apertura de un canal paralelo al talud de la autovía en la zona definida como ARPSI. Las dimensiones del canal serían de 1,5 x 1 x 2.000 m (anchura x profundidad x longitud). Este canal permitiría contener para su infiltración posterior unos 3.000 m³. Asimismo, aumentaría la capacidad de drenaje del orden de 1 m³/s. La inversión asciende a 12.510 €.

Los datos utilizados para valorar esta alternativa proceden de estimaciones a partir de la información facilitada por el propietario.

Tabla 5. Daño anual medio y acumulado en 30 años. Alternativa 2	
Daño anual medio (incluye daños fluviales)	47.725
Pérdida 30 años (incluye daños fluviales)	1.431.741

Tabla 6. Relación Beneficio/Coste. Alternativa 2	
COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 2	
Excavación mecánica en zanja, terreno tránsito (€)	12.510
DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 2	
Daño residual acumulado (30 años) con las medidas (€) (incluye daños fluviales)	1.431.741
Daño anual medio (€) (incluye daños fluviales)	47.725
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	19,44
Relación Beneficio/Coste	27,61

7.5. ALTERNATIVA 3.- CAMBIO DE CULTIVO EN LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA T10 Y MEJORA DEL DRENAJE DE LAS ESCORRENTÍAS DE LA A-11

Las alternativas 1 y 2 no son excluyentes sino complementarias, es por ello por lo que se plantea esta actuación conjunta. Como se ha indicado anteriormente, dado lo excepcional de que coincidan en el tiempo las superficies afectadas por ambos tipos de inundaciones, a efectos de este informe, no se considerará que se produce ningún solape entre ambas superficies potencialmente inundables.

Daño anual medio	32.782
Pérdida 30 años	983.448

COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 3	
Plantación y mantenimiento de arbolado - Chopos en 30 años (139.000 €)	151.510
Excavación mecánica en zanja, terreno tránsito (12.510 €)	
DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 3	
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	983.448
Daño anual medio (€)	32.782
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	44,66
Relación Beneficio/Coste	5,24

7.6. 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	139.000	25,22	3,23
Alternativa 2	12.510	19,44	27,61
Alternativa 3	151.510	44,66	5,24

8. CONCLUSIONES

Identificación del riesgo: la explotación agraria analizada sufre inundaciones de modo periódico, debido fundamentalmente a su cercanía al río Abión. También recibe afecciones frecuentes de las obras de drenaje de la A-11. Para inundaciones frecuente, la afección desde el río es limitada. Según el SNCZI, las inundaciones poco frecuentes (T100 y T500) provocarían la pérdida total de la cosecha.

Grado de resiliencia actual frente a las inundaciones: la concienciación y preparación del propietario es muy alto, si bien no conoce algunos recursos disponibles para evaluar el riesgo.

Medidas ya adoptadas: debido a que las inundaciones se producen de un modo recurrente, el propietario potencia el cultivo de trigo en su parcela por su mayor resistencia ante este tipo de eventos.

Medidas de autoprotección propuestas: para las crecidas fluviales, se propone cambiar los cultivos herbáceos en las 25 ha más afectadas por las inundaciones fluviales más frecuentes y su sustitución por cultivos arbóreos madereros de ribera. Para las inundaciones pluviales provocadas por las escorrentías de la A-11, se propone la construcción de un canal perimetral que permita derivar el agua hacia los drenajes transversales aguas abajo ya existentes.

Alternativas consideradas para reducir el riesgo: se han propuesto y valorado tres alternativas de medidas de autoprotección: 1) Cambio de cultivo en la superficie afectada por las inundaciones fluviales asociadas con la T10, 2) Mejora del drenaje de las escorrentías de la A-11 y 3) Implementar las medidas contempladas en las dos alternativas anteriores.

Comparación de las alternativas propuestas: la alternativa 1 requiere una inversión de 139.000 €, reduce un 25,22% los daños provocados por inundaciones debidas al río y a las escorrentías de la A-11 y tiene una relación beneficio/coste de 3,23 puntos. Adicionalmente, hay unos beneficios colaterales en términos de mantenimiento de una franja de protección arbórea en la margen fluvial que limita la velocidad del agua al entrar en la finca agraria y protege el suelo. Por su parte, la alternativa 2 requiere una inversión más modesta (sólo de 12.510 €) pero tendría un porcentaje mejor de reducción del riesgo (en torno a un 19,44%) y tiene un ratio de beneficio/coste de 27,61 puntos. Cabe considerar una alternativa 3 como combinación de estas dos últimas, ya que son complementarias. Esta actuación, requiere de una inversión de 151.510€ y tiene una relación beneficio/coste de 5,24 puntos. Además se reducen los daños fluviales en un 44,66% y los pluviales, provocados por la A-11, se eliminan por completo.

9. ANEXOS

9.1. TABLAS Y CURVAS DE DAÑOS

Tabla 10. Tabla de daños por inundación desde el río. Situación actual

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo de retorno												
					T2			T10			T100			T500			
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	Nivel máximo (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel máximo (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel máximo (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel máximo (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	
General																	
Limpieza Parcela	ha	220	1.100	242.000	0,7	6	13.750	1,34	11	27.500	1,7	100	242.000	1,82	100	242.000	
Cultivos																	
Cereal	ha	220	1.203	264.607	0,7	6	15.035	1,34	11	30.069	1,7	100	264.607	1,82	100	264.607	
Total							28.785			57.569			506.607			506.607	

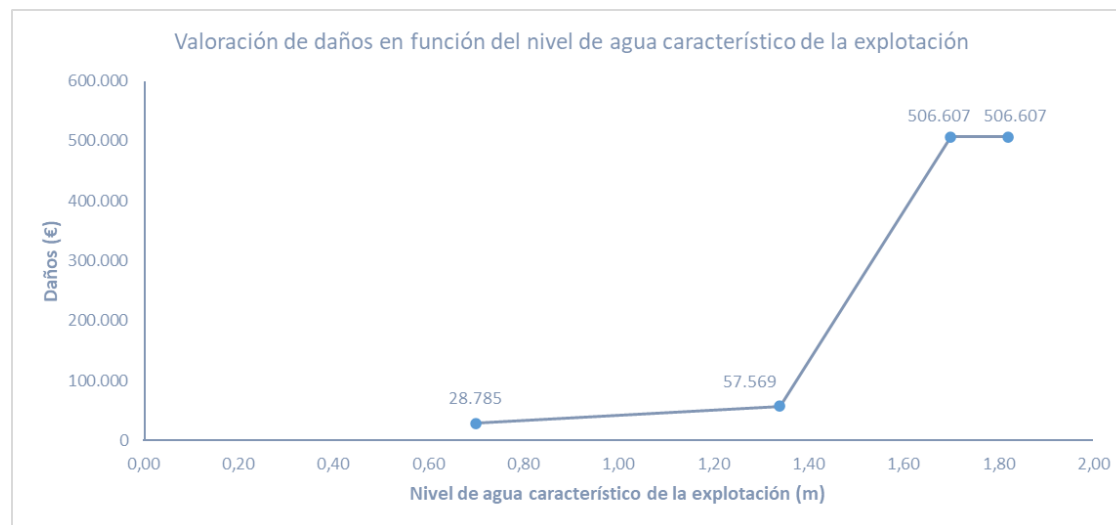


Gráfico 1. Curva de daños de la explotación agraria por inundación desde el río. Situación actual

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 11. Tabla de daños por inundación desde el río. Cambio de cultivo en las áreas más afectadas

Elementos de la Explotación	Medición		Valor Explotación		Periodo de retorno												
	Unidad (ud)	Valor	Precio/ud (€/ud)	Precio Total (€)	T2			T10			T100			T500			
					Nivel máximo (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel máximo (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel máximo (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	Nivel máximo (m)	Afección (%)	Pérdidas (€)	
General																	
Limpieza Parcela	ha	195	1.100	214.500	0,7	0	0	1,34	0	0	1,7	100	214.500	1,82	100	214.500	
Cultivos																	
Cereal	ha	195	1.203	234.538	0,7	0	0	1,34	0	0	1,7	100	234.538	1,82	100	234.538	
Diferencial	ha	25	647	16.169	0,7	100	16.169	1,34	100	16.169	1,7	100	16.169	1,82	100	16.169	
Total							16.169			16.169			465.207			465.207	

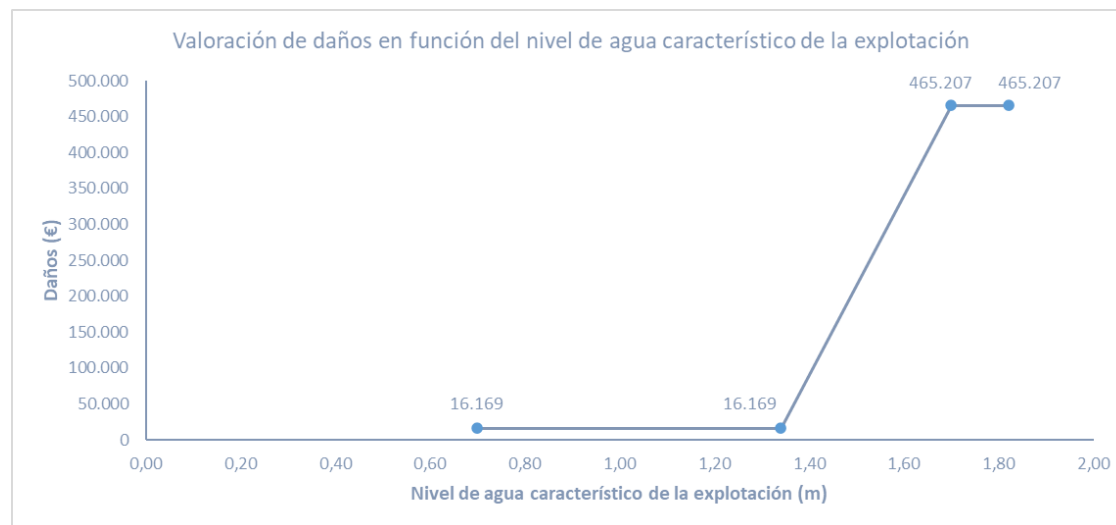


Gráfico 2. Curva de daños de la explotación agraria por inundación desde el río. Cambio de cultivo en las áreas más afectadas
Nota. El eje X del gráfico hace referencia a una altura de agua característica de la explotación según el periodo de retorno de la inundación