

CASO PILOTO

EXPLORACIÓN GANADERA EN SOVILLA (T.M. SAN FELICES DE BUELNA, CANTABRIA)



Marzo, 2022

ÍNDICE

1. JUSTIFICACIÓN.....	4
2. DESCRIPCIÓN GENERAL.....	4
2.1. EDIFICACIONES	5
2.2. GANADO	8
3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN.....	8
3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN	9
3.2. INSTALACIONES QUE SE VERÍAN AFECTADAS POR LAS INUNDACIONES	10
3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA DEL AGUA.....	10
4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES	11
4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES	11
4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS	11
4.3. PLAN DE EMERGENCIA.....	11
5. CARACTERIZACIÓN DE LA RESILIENCIA DE LA EXPLOTACIÓN	11
6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN	12
6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN	13
7. ANÁLISIS BENEFICIO-COSTE DE ALTERNATIVAS	14
7.1. ANÁLISIS DE DAÑOS POR ALTURA DE AGUA EN SITUACIÓN DE PARTIDA	14
7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS	15
7.3. ALTERNATIVA 1.- PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS.....	16
7.4. ALTERNATIVA 2.- PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS.....	17
7.5. ALTERNATIVA 3.- PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS.....	18
7.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS ALTERNATIVAS	19
8. CONCLUSIONES.....	19
9. ANEXOS.....	21
9.1. TABLAS Y CURVAS DE DAÑOS.....	21

RELACIÓN DE ABREVIATURAS

CEDEX	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
CHC	Confederación Hidrográfica del Cantábrico
DGA	Dirección General del Agua
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
ZFP	Zona de Flujo Preferente

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 Ganados La Pontona S.L., situada en la margen izquierda del río Besoya a su paso por el barrio de Sovilla, en el municipio de San Felices de Buelna.

En este informe se presenta el diagnóstico del riesgo de inundación realizado en esas instalaciones. 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 elección de la explotación como caso piloto ha sido realizada por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (CHC). La explotación se encuentra en la margen izquierda del río Besoya, estando parte de ella en la zona inundada para T10 y el resto en la zona inundada para T500. Las instalaciones de la explotación no han sufrido inundaciones relevantes en los últimos 20 años.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

Nombre: Ganados La Pontona S.L.

Ubicación: Margen izquierda del río Besoya a su paso por el barrio de Sovilla, en el municipio de San Felices de Buelna.

Actividad: Ganado bobino.

Referencia catastral: BO SOVILLA 56 39409 SAN FELICES DE BUELNA (CANTABRIA) 4827204VN1942N0001MU.

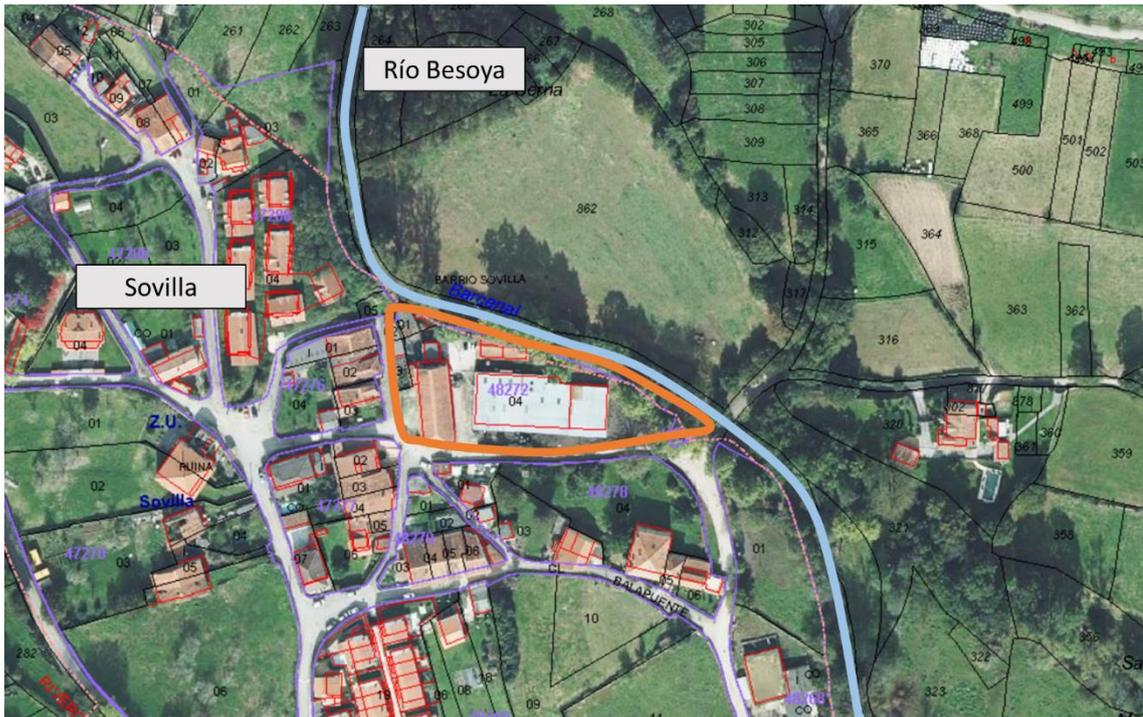


Figura 1. Ubicación de la explotación.

Los terrenos de la explotación se encuentran en la margen izquierda del río Besoya, lindando con el propio cauce del río.

2.1. EDIFICACIONES

La instalación cuenta con una edificación principal de planta baja con dos puertas de acceso, sin sótano ni garaje (Figura 2). En él se ubica una pequeña oficina y un almacén de herramientas. La fachada es de piedra y bloque. El cuadro eléctrico y contadores están a un metro de altura y la edificación cuenta con una elevación respecto al terreno natural de unos 20 centímetros.



Figura 2. Edificio principal en el que se ubica una oficina y un almacén de herramientas.

Además, existen las siguientes edificaciones auxiliares (Figura 3): una nave establo para el ganado vacuno (105 vacas), una nave en la que se encuentra la sala de ordeño, una pequeña cuadra para terneras (5) y un edificio en el que se ubica una pequeña fábrica de lácteos y un segundo establo (10 vacas).



Figura 3. Edificaciones de la instalación.

En la nave establo se ubica la mayor parte del ganado (Figura 4). Dos de los laterales (orientación este y oeste) se encuentran completamente abiertos, el tercero (orientación sur) dispone de un muro de bloque de aproximadamente 1,40 m de altura, y el cuarto (orientación norte), linda con la nave en la que se encuentra la sala de ordeño.

Existe un segundo establo de menores dimensiones ubicado en el mismo edificio en el que se encuentra la fábrica de lácteos. Dicho establo se encuentra cerrado por muros de piedra y se accede a él por una puerta de aproximadamente 2 metros de anchura que se cierra con un portón metálico (Figura 5).



Figura 4. Nave establo tomadas desde el flanco oeste (izquierda) y este (derecha).



Figura 5. Interior del establo ubicado en el mismo edificio que la fábrica de lácteos (izquierda) y puerta de acceso indicada en amarillo (derecha).

La sala de ordeño se encuentra pegada a la nave establo y enfrente al edificio principal (Figura 6). El foso en el que se ubican las vacas se encuentra 0.5 m por debajo del terreno, por lo que se inundaría fácilmente en caso de que el agua alcance la entrada a la sala de ordeño.



Figura 6. Exterior (izquierda) e interior (derecha) de la sala de ordeño.

El edificio en el que se encuentra la fábrica de lácteos es el mayor de la explotación. Cuenta con fachadas de piedra y cuatro puertas de acceso de distintas dimensiones; una de ellas es un portón por el que pueden entrar vehículos (Figura 7).



Figura 7. Exterior (izquierda) e interior (derecha) de la fábrica de lácteos.

Por último, existe una pequeña cuadra para cinco terneras formada por unos cubículos de plástico, unas rejas y un pequeño galpón de ladrillo en mal estado (Figura 8). Esta pequeña instalación se encuentra pegada a la margen izquierda del cauce (Figura 3).



Figura 8. Cuadra de terneras.

La única inundación que recuerda el propietario en los últimos 20 años no afectó a las edificaciones ni al equipamiento de la explotación, ya que el agua alcanzó únicamente unos pocos centímetros. Los equipos de la sala de ordeño no llegaron a inundarse porque la subida y bajada del nivel de agua se produjo de forma muy rápida. El agua no alcanzó la instalación de la fábrica de lácteos.

2.2. GANADO

La principal actividad desarrollada en la explotación es la producción de leche de vaca. Además, produce, en menor proporción, productos lácteos (principalmente yogur) que se venden a distribuidores locales. La explotación cuenta con 115 vacas y cinco terneras.

Las vacas se encuentran en su mayoría en la nave establo (105 vacas) y en un número menor (10 vacas) en el establo que se ubica en el mismo edificio que la fábrica de lácteos. Las 5 terneras se encuentran en la pequeña cuadra de terneras situada al lado del cauce.

La única inundación que recuerda el propietario en los últimos 20 años no afectó al ganado. El agua alcanzó únicamente unos pocos centímetros (del orden de 10 cm) y la inundación duró pocas horas.

3. IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO DE INUNDACIÓN

La Figura 9 muestra los calados en la explotación y su entorno, estimados en el SNCZI para períodos de retorno de 10, 100 y 500 años. Se identifica asimismo un punto de referencia para cuantificar los calados en la explotación (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**)

Según las capas del SNCZI, para un período de retorno de 10 años el calado en la explotación es del orden de 0,10 m y el agua alcanzaría tanto al edificio principal como a la nave establo y a la sala de ordeño. Dado que el edificio principal se encuentra elevado unos 20 centímetros respecto al terreno natural, el agua no llegaría a entrar al edificio. También llegaría a la zona en la que se encuentra la

cuadra de terneras. Estos resultados concuerdan cualitativamente con las apreciaciones del propietario.

Para el período de retorno de 100 años los calados serían del orden de 0,3 m y las zonas afectadas serían las mismas que para el T10.

Para el período de retorno de 500 años los calados aumentan hasta los 0,55 m y el agua ya alcanzaría la fábrica de lácteos, si bien con calados relativamente bajos (del orden de los 0,2-0,3 m).

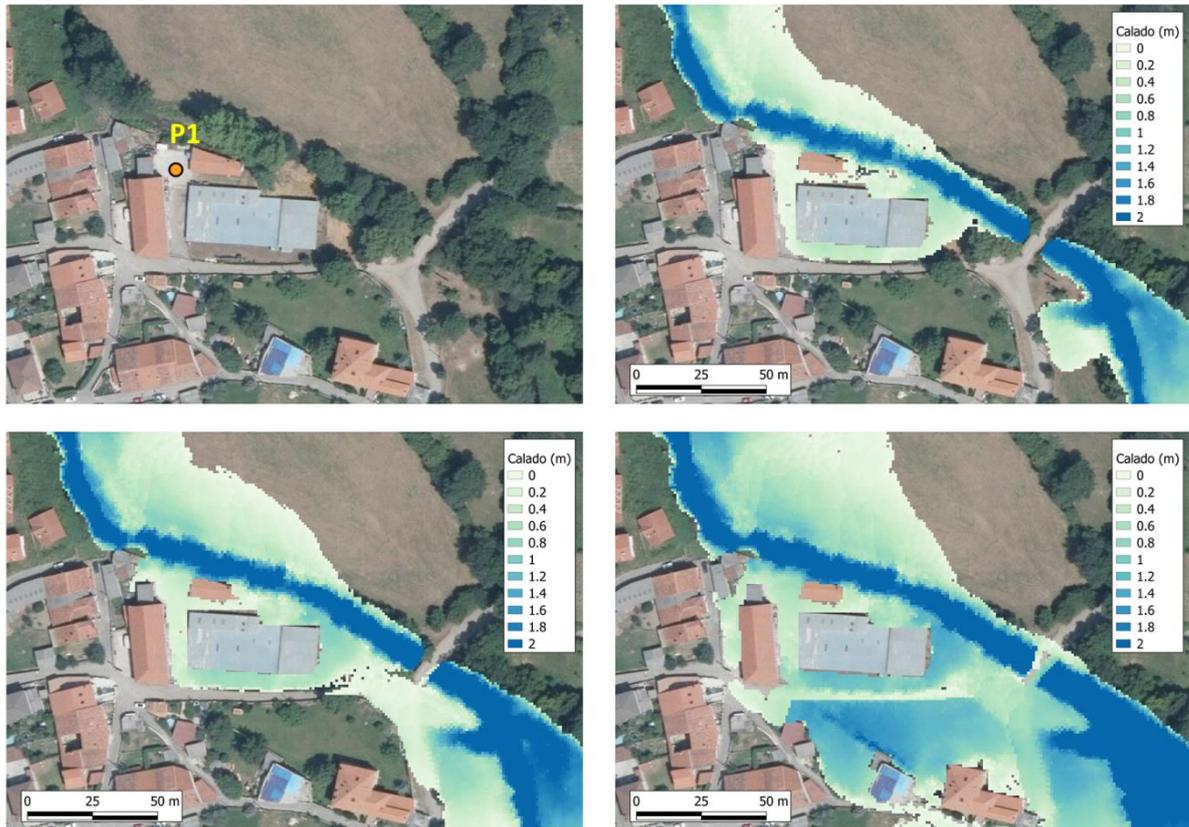


Figura 9. Punto de referencia en la explotación (arriba-izquierda) y calados para períodos de retorno de 10 (arriba-derecha), 100 (abajo-izquierda) y 500 (abajo-derecha) años.

Periodo retorno	Nivel de agua característico (m)
T10	0.10
T100	0.27
T500	0.53

3.1. CAUSAS MÁS FRECUENTES DE INUNDACIÓN EN LA EXPLOTACIÓN

Según el SNCZI, la inundación se produce debido al desbordamiento del cauce principal adyacente a la explotación. En la última inundación que recuerda el propietario (y única en los últimos 20 años, equivalente a una T10), el desbordamiento se produjo debido a la obstrucción generada por el puente existente justo aguas arriba de la explotación (Figura 10). Tras desbordar, la escorrentía circuló por la

calzada siguiendo la pendiente para posteriormente realizar un giro de 90º, entrar a la explotación y volver al cauce aproximadamente al nivel de la zona en la que se encuentra la cuadra de terneras (Figura 10). Según el propietario, el tramo del cauce principal situado aguas abajo del puente no llegó a desbordar, permitiendo el regreso del agua de escorrentía al cauce al nivel del edificio principal y cuadra de terneras.



Figura 10. Recorrido del agua en la última inundación que recuerda el propietario.

3.2. INSTALACIONES QUE SE VERÍAN AFECTADAS POR LAS INUNDACIONES

Como se ha indicado en los apartados anteriores, las instalaciones fundamentales que podrían verse afectados por las inundaciones son las siguientes:

- T10: nave establo, sala de ordeño y cuadra de terneras.
- T100: nave establo, sala de ordeño, cuadra de terneras, edificio principal y almacén de herramientas.
- T500: nave establo, sala de ordeño, cuadra de terneras, edificio principal, almacén de herramientas, fábrica de lácteos y pequeño establo.

3.3. INVENTARIO DE LOS PUNTOS DE ENTRADA DEL AGUA

Tal y como se ha comentado en el apartado 3.1 y puede apreciarse en la figura 10, el primer lugar por el que entra el agua en la explotación es a través de la calzada que da acceso a las instalaciones. A partir de ahí el agua entraría en la nave establo a través de sus lados este y oeste, en la sala de ordeño a través de sus dos portones de entrada, y en el edificio principal/almacén a través de sus dos puertas de entrada. La cuadra de terneras son cubículos situados en el exterior que están totalmente expuestos al agua.

A medida que aumenta el caudal, el agua podría también entrar por desbordamiento directo del tramo de cauce principal adyacente a la explotación, produciendo la inundación generalizada por el flanco

norte. Los puntos de entrada a las instalaciones serían los mismos que los descritos en el párrafo anterior.

En cuanto a la fábrica de lácteos, el agua entraría por el portón y puerta situados en su fachada oeste (Figura 7).

Respecto al establo pequeño situado en el mismo edificio que la fábrica de lácteos, el agua entraría por su único portón de acceso (Figura 5).

4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN, PROTECCIÓN Y PREPARACIÓN EXISTENTES

4.1. MEDIDAS YA ADOPTADAS EN EPISODIOS ANTERIORES

Dado que la explotación solo se ha inundado una vez, con calados relativamente bajos (del orden de 10 cm), y sin producir ningún daño ni gasto relevante (salvo la limpieza posterior del terreno), el propietario no ha implantado ninguna medida de autoprotección contra inundaciones.

No obstante, el propietario indica que, en caso de inundación, desplazaría a las 5 terneras al pequeño establo o a zonas más elevadas de la instalación.

4.2. PÓLIZAS DE SEGUROS CONTRATADAS

El propietario dispone de una póliza de seguro agrario que cubre las dos edificaciones, el ganado y todos los piensos y forraje almacenados. El propietario conoce las coberturas del seguro en caso de inundación y sabe la documentación que debe presentar a las compañías aseguradoras en caso de siniestro (facturas de piensos y facturas de obras). Toda esta información la guarda en lugar seguro y a salvo de los efectos de la inundación.

4.3. PLAN DE EMERGENCIA

El propietario no cuenta con ningún plan de emergencia frente a inundación.

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 es consciente de su nivel de riesgo pero no conoce las fuentes de información oficiales sobre predicciones meteorológicas e hidrológicas ni la cartografía de zonas inundables.

El bloque 2 alude a la identificación de posibles daños por inundación. El propietario conoce las causas de las inundaciones que sufre y los mecanismos por los que el agua entra en sus instalaciones. No

dispone 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. Hasta el momento no se han desarrollado medidas de autoprotección.

El bloque 4 valora las coberturas de los seguros contratados. La explotación cuenta con un seguro. Toda esta información se guarda en lugar seguro y a salvo de los efectos de inundaciones.

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 propietario tiene medianamente identificado el riesgo y daños por inundación para períodos de retorno bajos, en base a su experiencia en los últimos años. Dado que los daños producidos en los últimos años por inundación han sido escasos, no se han analizado ni implementado medidas de protección que podrían evitar algunos daños en el caso de inundaciones poco frecuentes (T=100 y 500 años). Por la misma razón y por el pequeño tamaño y escaso personal de la propia explotación, no tiene planteado ningún plan de emergencia. Sin embargo, sí que tiene un seguro completo.

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

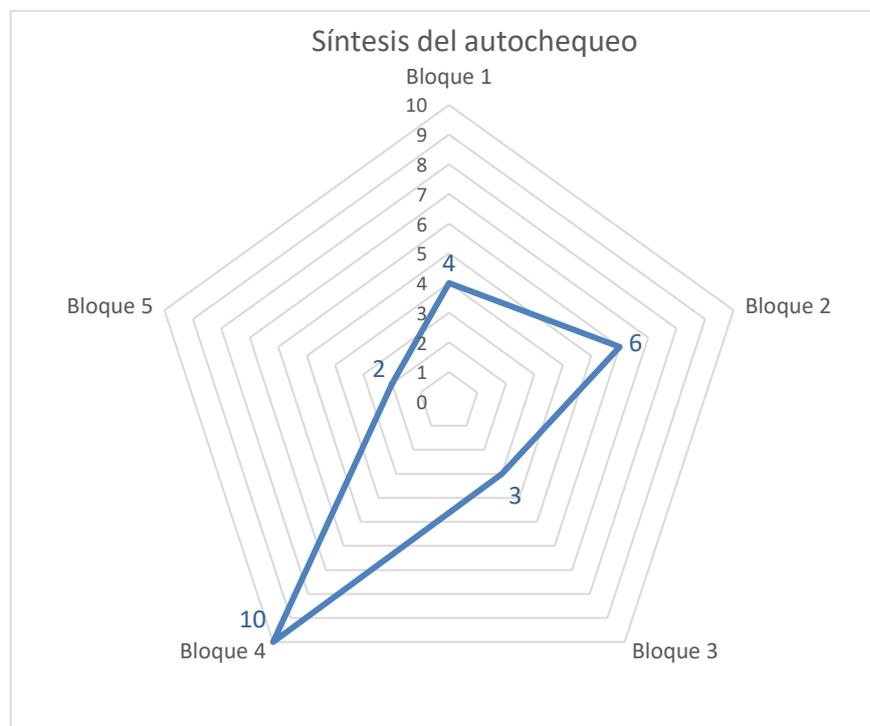


Figura 11. Gráfico de la resiliencia de la explotación.

6. PROPUESTA DE MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

Se puede mejorar la resiliencia de la instalación con medidas de autoprotección basadas en el refuerzo de infraestructuras existentes. Estas opciones se presentan en el siguiente apartado.

6.1. MEDIDAS DE AUTOPROTECCIÓN

Los elementos en riesgo son el edificio principal de la instalación (zona de oficinas y almacén de herramientas) y las naves auxiliares al mismo (establos, sala de ordeño, cuadra para terneras y fábrica de lácteos).

Las medidas que se proponen a continuación tienen como objetivo evitar la entrada de agua en las instalaciones vulnerables:

1. **Barreras móviles anti-inundación tipo *floodgate*** para proteger las puertas de entrada a los edificios y naves auxiliares.
2. **Barreras modulares anti-inundación de aluminio** para proteger los portones de entrada a los edificios y naves auxiliares.
3. **Válvula antirretorno** en los sumideros de la sala de ordeño.
4. **Proteger la cuadra de las terneras** mediante una superficie de protección elevada y una rampa de acceso a la misma.
5. **Proteger la nave establo** mediante la impermeabilización de los muros sur y norte y el cierre de los laterales de la nave que actualmente se encuentran completamente abiertos (este y oeste).

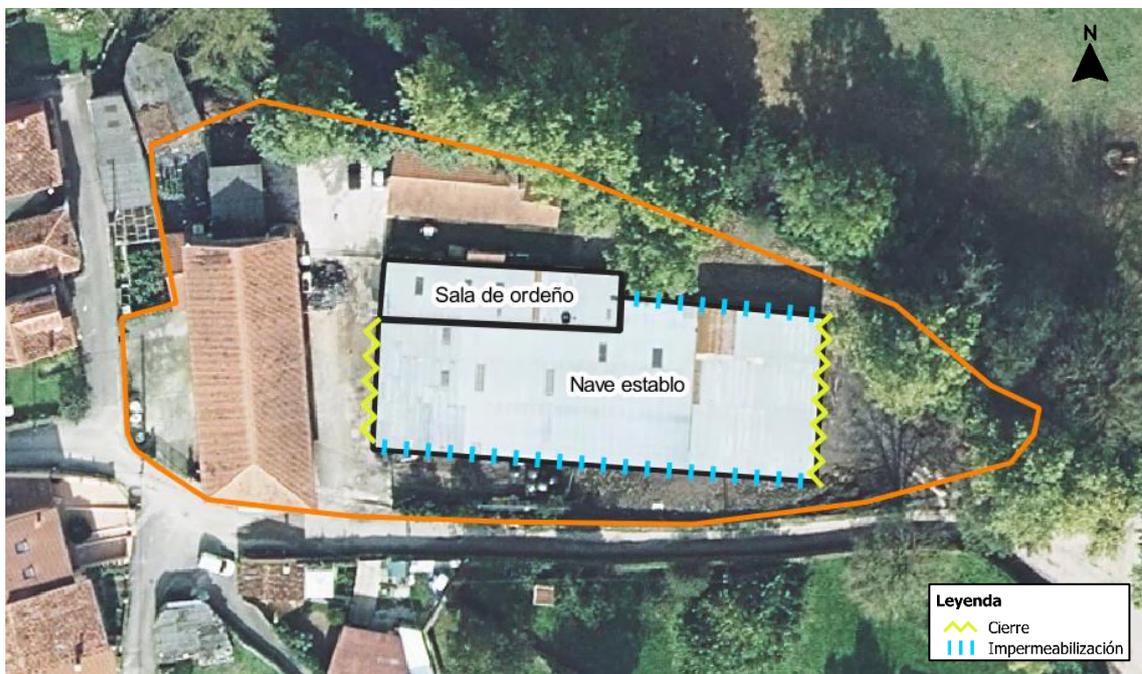


Figura 12. Medidas propuestas para proteger la nave establo (5) frente a inundaciones.



Figura 13. Muro lateral (sur) y frente abierto (este) de la nave establo.

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 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 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 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 daños son los animales (terneras y vacas de la nave establo), lo cual representa el coste más importante, el edificio principal, la sala de ordeño, la fábrica de lácteos y los establos.

Se consideran como unidades fundamentales:

- Limpieza/restauración de espacio interior de la edificación principal (limpieza, reparación, pintura): 200 €/m².
- Limpieza de establos y cuadras de los animales: 2 €/m².

De acuerdo con la metodología de la Guía del CEDEX se puede establecer una tabla de costes asociada a una inundación, incluyendo estas partidas. 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 según los mapas del SNCZI (recogidos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), medido en el punto de referencia P1 identificado en la Figura 9.

Periodo retorno	Nivel de agua característico (m)
T10	0.10
T100	0.27
T500	0.53

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 (€)
T5 - T100	7.876
T100 - T500	1.756
Más de T500	548
Daño medio anual	10.181
Pérdida 30 años	305.432

7.2. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

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

- 1) Instalar barreras temporales anti-inundación tipo *Floodgate* para proteger las puertas de entrada a las edificaciones de la instalación.
- 2) Instalar barreras modulares anti-inundación para proteger los portones de entrada a las edificaciones de la instalación.
- 3) Instalar una válvula antirretorno en los sumideros de la sala de ordeño.
- 4) Elevar la cuadra de las terneras.
- 5) Proteger la nave establo mediante la impermeabilización de muros y cierre de los laterales abiertos.

Y con el daño medio anual y acumulado en 30 años (10.170 y 305.094 €, respectivamente), se plantean 3 alternativas con diferente grado de protección:

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

Incluye las medidas de autoprotección 2, 3, 4 y 5. En esta alternativa se propone proteger la instalación hasta T10 implementando medidas que protejan las edificaciones afectadas por estas crecidas: cuadra de las terneras y nave en la que se ubican el establo principal y la sala de ordeño.

Se propone proteger los accesos a la nave mediante la colocación de barreras modulares anti-inundación de aluminio. Asimismo, a mayores, se propone para proteger esta nave la instalación de una válvula antirretorno en los sumideros de la sala de ordeño y la impermeabilización de los muros existentes y el cerramiento de los laterales abiertos del establo. Para la protección de la cuadra de las terneras se plantea la construcción de una superficie elevada y rampa de acceso a la misma.

Alternativa 2.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 100 años

Incluye todas las medidas de autoprotección. En esta alternativa se propone proteger la instalación hasta T100 implementando medidas que protejan las edificaciones afectadas por estas crecidas: cuadra de las terneras, nave establo, sala de ordeño, edificio principal y almacén de herramientas.

Además de las instalaciones consideradas en la alternativa 1, se propone proteger el edificio principal de la instalación, en el que se ubica una pequeña oficina y un almacén de herramientas, mediante la colocación de barreras temporales anti-inundación tipo *Floodgate*.

Alternativa 3.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 500 años

Incluye todas las medidas de autoprotección propuestas, protegiéndose totalmente la instalación frente a crecidas de magnitud igual o menor a la T500.

Además de las instalaciones consideradas para la alternativa 2, se propone proteger el edificio en el que se ubica la fábrica de lácteos y el pequeño establo mediante la colocación de barreras anti-inundación en los accesos.

7.3. ALTERNATIVA 1.- PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DE 10 AÑOS

Se incluyen las siguientes medidas respecto a la nave que aloja el establo principal y la sala de ordeño:

- **Instalación de barreras modulares anti-inundación de aluminio en los portones de acceso.** La inversión asciende a 30.800 euros, siendo necesaria su colocación en 7 puntos de acceso: 2 en la sala de ordeño y 5 en la nave establo (2 en el muro oeste y 3 en el este).
- **Instalación de una válvula antirretorno en los sumideros** de la sala de ordeño, que desembocan en el río. La inversión asciende a 550 euros.
- **Impermeabilización de los muros del establo** (sur y norte), mediante tratamiento de humedades por capilaridad en muros deteriorados sistema Mape-Antique "MAPEI SPAIN" o similar. La inversión asciende a 6.200 euros.
- **Cerramiento de los laterales abiertos del establo** (este y oeste), dejando aperturas necesarias para el acceso de los animales a la estancia. La inversión asciende a 4.000 euros.

Se incluyen las siguientes medidas respecto a la cuadra de las terneras:

- **Elevación de 1 metro 10 m² de superficie de hormigón** para albergar a las terneras por encima del calado de la avenida T500. La inversión asciende a 2.000 €.
- **Instalación de rampa de acceso a la zona de protección.** La inversión asciende a 250 €.

Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T10 - T100	339
T100 - T500	488
Más de T500	229
Daño medio anual	1.056
Pérdida 30 años	31.672

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

Explotación Sovilla	Periodo de Retorno		
	T = 10	T = 100	T = 500
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1			
Compuertas temporales modulares de aluminio (30.800 €)	43.800		
Instalación válvula antirretorno (550 €)			
Impermeabilización muros nave establo (6.200 €)			
Cerramiento de los laterales abiertos de la nave establo (4.000 €)			
Superficie de protección (2.000 €)			
Instalación de rampa (250 €)			
DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1			
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	0	7.540	114.378
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	31.672		
Daño anual medio (€)	1.056		
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	89,63		
Relación Beneficio/Coste	6,25		

7.4. ALTERNATIVA 2.- PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS

Además de las medidas descritas para la alternativa 1, se incluyen las siguientes medidas llevadas a cabo en el edificio principal y almacén de herramientas:

- **Instalación de barreras temporales desmontables tipo *FloodGate* en las puertas de acceso.** La inversión asciende a 1.300 euros, siendo necesaria su colocación en 2 puertas de acceso.

Periodo Retorno	Daño Incremental (€)
T10 – T100	0
T100 - T500	400
Más de T500	200
Daño medio anual	600
Pérdida 30 años	18.014

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

Explotación Sevilla	Periodo de Retorno		
	T = 10	T = 100	T = 500
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1			
Compuertas temporales modulares de aluminio (30.800 €)	45.100		
Instalación válvula antirretorno (550 €)			
Impermeabilización muros nave establo (6.200 €)			
Cerramiento de los laterales abiertos de la nave establo (4.000 €)			
Superficie de protección (2.000 €)			
Instalación de rampa (250 €)			
Compuertas temporales desmontables tipo <i>FloodGate</i> (1.300 €)			
DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1			
Daño residual con las medidas de autoprotección (€)	0	0	100.078
Daño residual acumulado en 30 años con las medidas de autoprotección (€)	18.014		
Daño anual medio (€)	600		
Reducción del daño con las medidas de autoprotección (%)	94,10		
Relación Beneficio/Coste	6,37		

7.5. ALTERNATIVA 3.- PROTECCIÓN FRENTE A INUNDACIONES ASOCIADAS A UN PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS

Además de las medidas descritas para la alternativa 2, se incluyen las siguientes medidas a implementar en el pequeño establo y la fábrica de lácteos:

- **Instalación de barreras temporales desmontables tipo *FloodGate* en las puertas de acceso.** La inversión asciende a 650 euros, siendo necesaria su colocación en la puerta de acceso a la fábrica de lácteos.
- **Instalación de barreras modulares anti-inundación de aluminio en los portones de acceso.** La inversión asciende a 8.800 euros, siendo necesaria su colocación en 2 puntos de acceso: 1 en la fábrica de lácteos y 1 en el establo.

Con estas medidas se garantiza la protección total de la instalación para inundaciones de hasta T500.

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 3:

Explotación Sevilla	Periodo de Retorno		
	T = 10	T = 100	T = 500
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 3			
Compuertas temporales modulares de aluminio (39.600 €)	54.550		
Instalación válvula antirretorno (550 €)			
Impermeabilización muros nave establo (6.200 €)			
Cerramiento de los laterales abiertos de la nave establo (4.000 €)			
Superficie de protección (2.000 €)			
Instalación de rampa (250 €)			
Compuertas temporales desmontables tipo <i>FloodGate</i> (1.950 €)			
DAÑOS MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 3			
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	5,60		

7.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS 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 (%)	Ratio beneficio/coste
Alternativa 1	43.800	89,63	6,25
Alternativa 2	45.100	94,10	6,37
Alternativa 3	54.550	100	5,60

8. CONCLUSIONES

Identificación del riesgo: La explotación ganadera cuenta con 115 vacas y 5 terneras y, se encuentra en la margen izquierda del río Besoya. La inundación se produce debido al desbordamiento del cauce principal adyacente a la explotación.

Para las crecidas asociadas con la T10 se alcanzan calados de 0,1 m; para las de la T100, 0,27 m, y para las de la T500, 0,53 m. Para esas mismas crecidas se verían afectadas la nave establo, sala de ordeño y cuadra de terneras (T10); las anteriores y también el edificio principal y almacén de herramientas (T100); y todas las anteriores y además la fábrica de lácteos y el pequeño establo, para la T500.

Grado de resiliencia actual frente a las inundaciones: De un modo sintético, el propietario tiene medianamente identificado el riesgo y daños por inundación para períodos de retorno bajos, en base a su experiencia en los últimos años. Dado que los daños producidos en los últimos años por inundación han sido escasos, no se han analizado ni implementado medidas de protección que podrían evitar algunos daños en el caso de inundaciones poco frecuentes (T=100 y 500 años). Por la misma razón y por el pequeño tamaño y escaso personal de la propia explotación, no tiene planteado ningún plan de emergencia. Sin embargo, sí que tiene un seguro completo.

Medidas ya adoptadas: La única medida prevista en caso de inundación es desplazar a las terneras al pequeño establo o a zonas más elevadas de la instalación.

Medidas de autoprotección propuestas: se proponen cinco: 1) instalar barreras móviles anti-inundación tipo *floodgate*, 2) instalar barreras modulares anti-inundación, 3) instalar una válvula antirretorno en los sumideros que desembocan en el río, 4) proteger la cuadra de las terneras mediante una superficie elevada y una rampa de acceso, y 5) proteger la nave establo mediante la impermeabilización de muros y cierre de los laterales abiertos.

Alternativas consideradas para reducir el riesgo: Se han propuesto y valorado tres alternativas de medidas de autoprotección según el grado de protección: 1) Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 10 años, 2) Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 100 años, y 3) 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 43.800 €, reduce en un 89,63% los daños provocados y tiene una relación beneficio/coste de 6,25 puntos. La alternativa 2 exigiría de una inversión de 45.100 €, reduce un 94,10% los daños provocados y tiene un ratio de beneficio/coste de 6,37 puntos. Por último, con la alternativa 3 se reducirían los daños en su totalidad, su realización supondría una inversión de 54.550 € y tiene un ratio de beneficio/coste de 5,60 puntos.

9. ANEXOS

9.1. TABLAS Y CURVAS DE DAÑOS

Tabla 11. 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 (€)
Edificaciones													
Principal	m ²	130	200	26.000	0,00	0	0	0,10	10	2.600	0,45	45	11.700
Sala de ordeño	ud	1	5.000	5.000	0,10	5	250	0,30	100	5.000	0,35	100	5.000
Fábrica de lácteos	ud	1	100.000	100.000	0,00	0	0	0,00	0	0	0,50	100	100.000
Nave establo	m ²	900	2	1.800	0,30	50	900	0,70	70	1.260	1,10	80	1.440
Establo pequeño	m ²	100	2	200	0,00	0	0	0,00	0	0	0,40	39	78
Cuadra terneras	m ²	20	2	40	0,10	10	4	0,30	29	12	0,60	50	20
Ganado													
Vacas	ud	105	1.400	147.000	0,30	0	0	0,70	100	147.000	1,10	100	147.000
Terneras	ud	5	1.800	9.000	0,10	100	9.000	0,30	100	9.000	0,60	100	9.000
Total							10.154			164.872			274.238

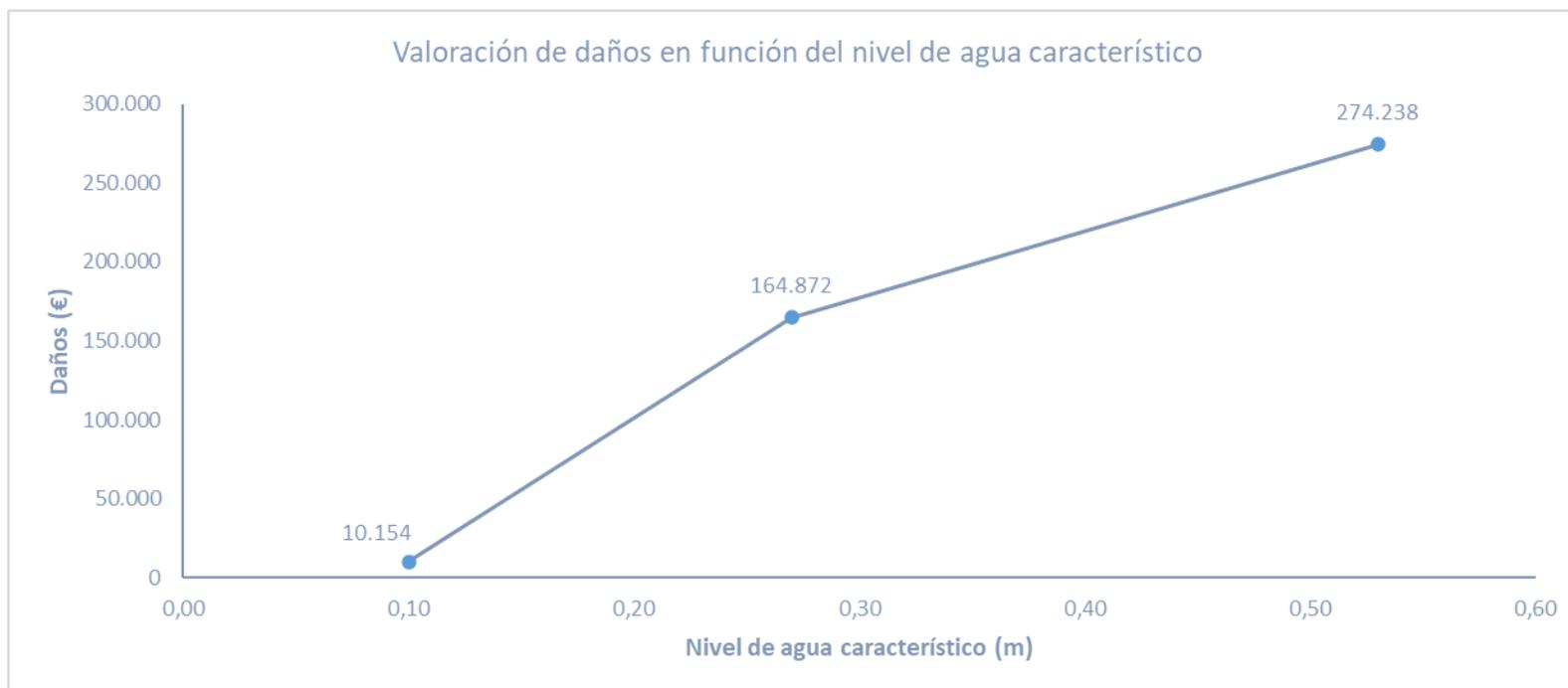


Gráfico 1. Curva de daños. Situación actual

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 12. Tabla de daños. Alternativa 1.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 10 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 (€)
Edificaciones													
Principal	m2	130	200	26.000	0,00	0	0	0,10	29	7.540	0,45	55	14.300
Sala de ordeño	ud	1	5.000	5.000	0,10	0	0	0,30	0	0	0,35	0	0
Fábrica de lácteos	ud	1	100.000	100.000	0,00	0	0	0,00	0	0	0,50	100	100.000
Nave establo	m2	900	2	1.800	0,30	0	0	0,70	0	0	1,10	0	0
Establo pequeño	m2	100	2	200	0,00	0	0	0,00	0	0	0,40	39	78
Cuadra terneras	m2	20	2	40	0,10	0	0	0,30	0	0	0,60	0	0
Ganado													
Vacas	ud	105	1.400	147.000	0,30	0	0	0,70	0	0	1,10	0	0
Terneras	ud	5	1.800	9.000	0,10	0	0	0,30	0	0	0,60	0	0
Total							0			7.540			114.378

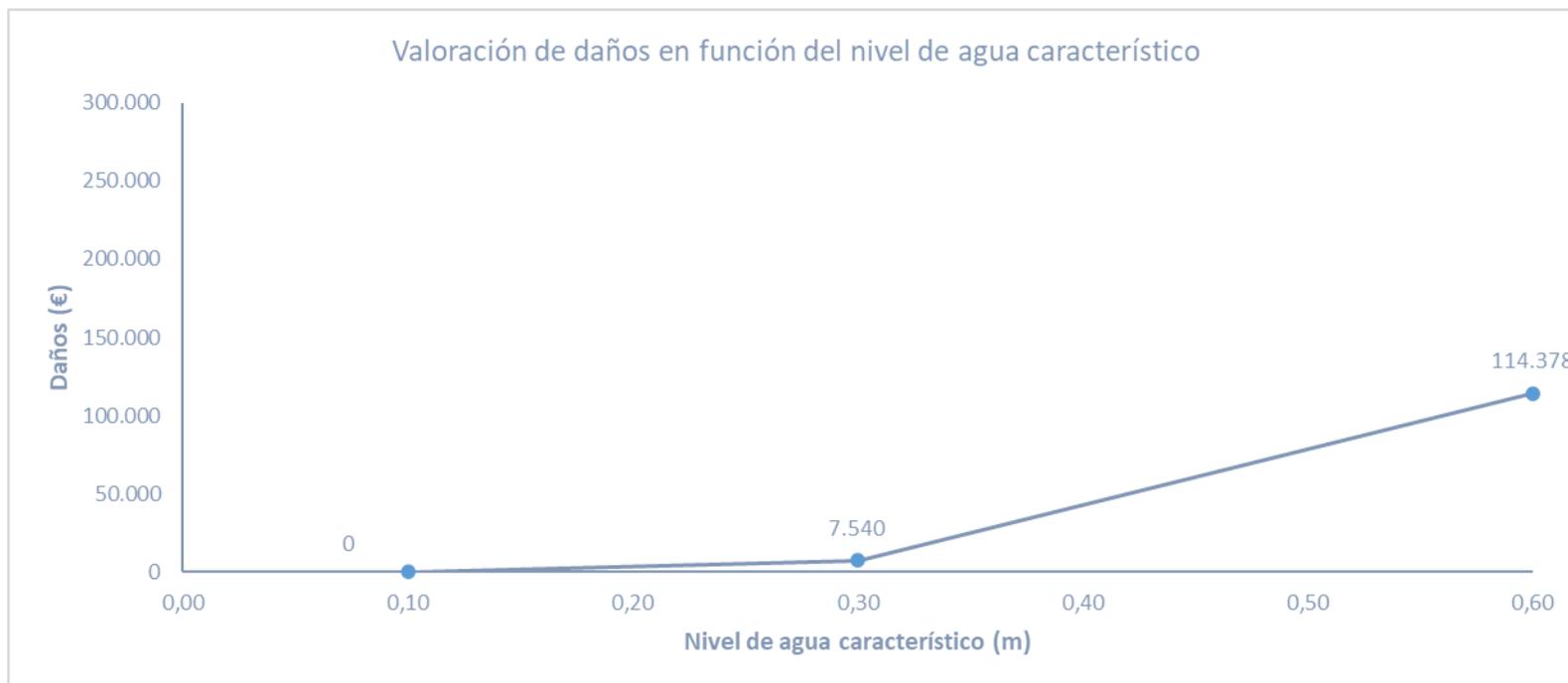


Gráfico 2. Curva de daños. Alternativa 1.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 10 años
Nota. El eje X del gráfico hace referencia a una altura de agua característica de la explotación según el periodo de retorno de la inundación

Tabla 13. Tabla de daños. Alternativa 2.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 100 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 (€)
Edificaciones													
Principal	m2	130	200	26.000	0,00	0	0	0,10	0	0	0,45	0	0
Sala de ordeño	ud	1	5.000	5.000	0,10	0	0	0,30	0	0	0,35	0	0
Fábrica de lácteos	ud	1	100.000	100.000	0,00	0	0	0,00	0	0	0,50	100	100.000
Nave establo	m2	900	2	1.800	0,30	0	0	0,70	0	0	1,10	0	0
Establo pequeño	m2	100	2	200	0,00	0	0	0,00	0	0	0,40	39	78
Cuadra terneras	m2	20	2	40	0,10	0	0	0,30	0	0	0,60	0	0
Ganado													
Vacas	ud	105	1.400	147.000	0,30	0	0	0,70	0	0	1,10	0	0
Terneras	ud	5	1.800	9.000	0,10	0	0	0,30	0	0	0,60	0	0
Total							0			0			100.078

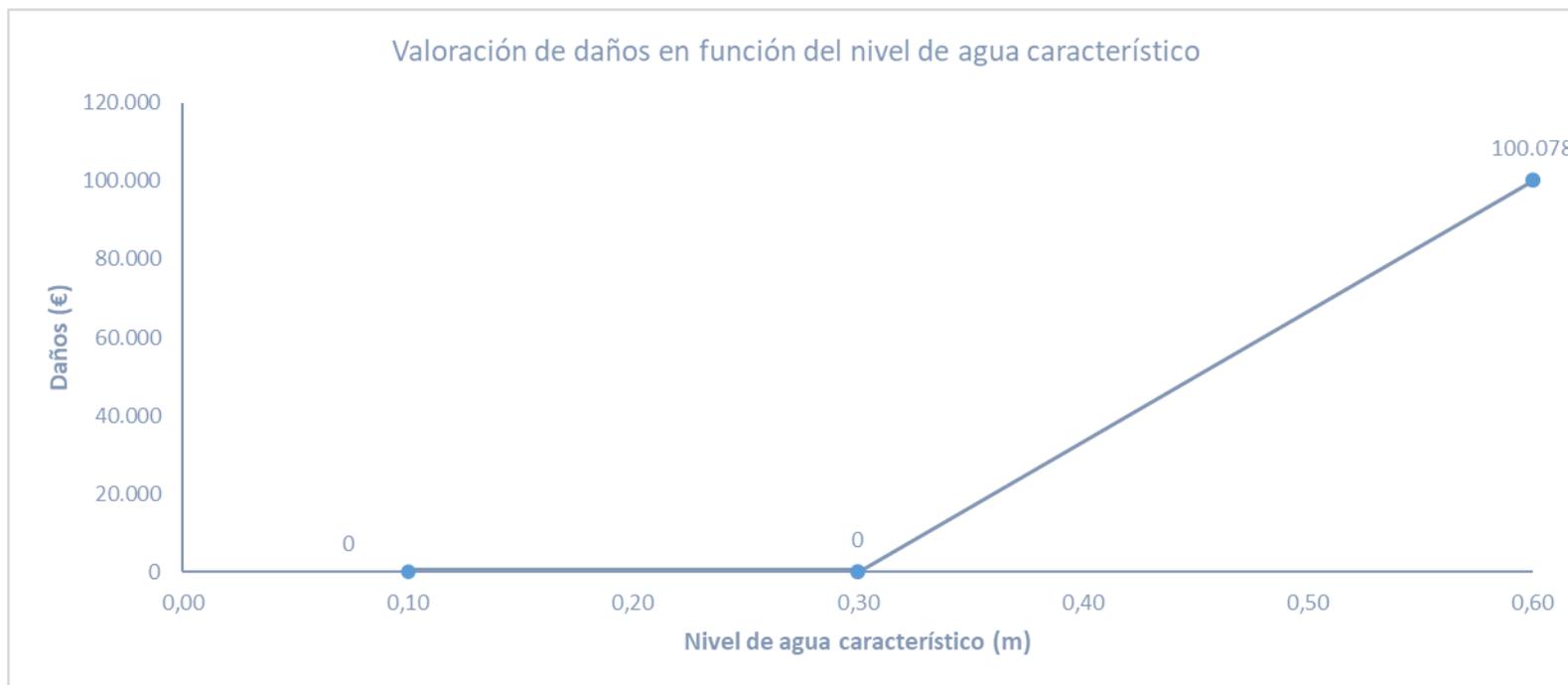


Gráfico 3. Curva de daños. Alternativa 2.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 100 años
Nota. El eje X del gráfico hace referencia a una altura de agua característica de la explotación según el periodo de retorno de la inundación

Tabla 14. Tabla de daños. Alternativa 3.- 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 (€)
Edificaciones													
Principal	m2	130	200	26.000	0,00	0	0	0,10	0	0	0,45	0	0
Sala de ordeño	ud	1	5.000	5.000	0,10	0	0	0,30	0	0	0,35	0	0
Fábrica de lácteos	ud	1	100.000	100.000	0,00	0	0	0,00	0	0	0,50	0	0
Nave establo	m2	900	2	1.800	0,30	0	0	0,70	0	0	1,10	0	0
Establo pequeño	m2	100	2	200	0,00	0	0	0,00	0	0	0,40	0	0
Cuadra terneras	m2	20	2	40	0,10	0	0	0,30	0	0	0,60	0	0
Ganado													
Vacas	ud	105	1.400	147.000	0,30	0	0	0,70	0	0	1,10	0	0
Terneras	ud	5	1.800	9.000	0,10	0	0	0,30	0	0	0,60	0	0
Total							0			0			0

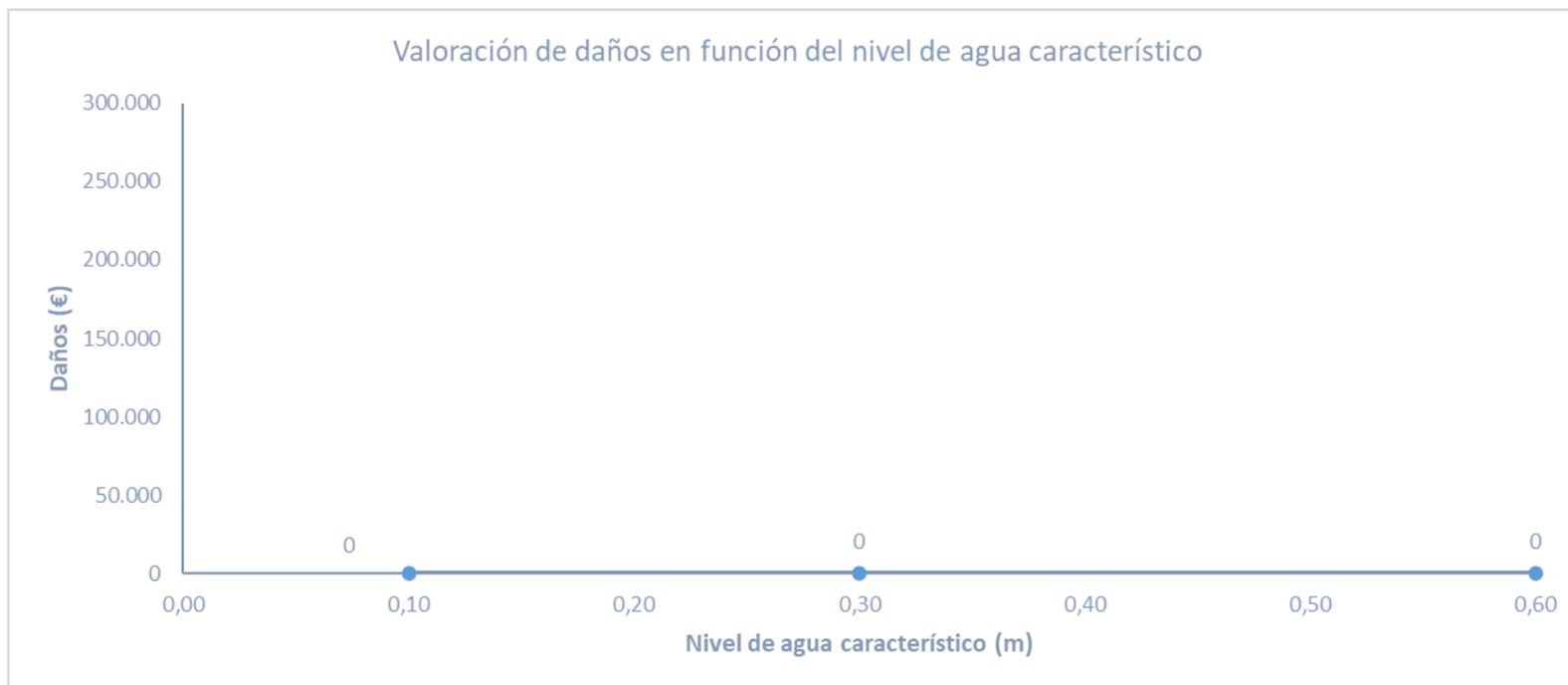


Gráfico 4. Curva de daños. Alternativa 3.- Protección frente a inundaciones asociadas a un periodo de retorno de 500 años
Nota. El eje X del gráfico hace referencia a una altura de agua característica de la explotación según el periodo de retorno de la inundación