Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

MEMORIA

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

MEMORIA

Índice

1. Marco general de la actuación 1
2. Antecedentes 6
3. Descripción de las alternativas 13
3.1 Alternativa 0 14
3.2 Alternativa 1 14
3.3 Alternativa 2 16
3.4 Alternativa 3 17
3.5 Alternativa 4 20
3.6 Alternativa 5.1 21
3.7 Alternativa 5.2 22
4. Definición del área de estudio 24
5. Modelos digitales del terreno 25
5.1 MDT de la Alternativa 0 25
5.2 MDT de la Alternativa 1 26
5.3 MDT de la Alternativa 2 26
5.4 MDT de la Alternativa 3 y 4 27
5.5 MDT de la Alternativa 5.1 y 5.2 27
6. Análisis hidrológico de cada alternativa 28
7. Modelo hidráulico 30
7.1 Características del modelo comunes a todas las alternativas 30
7.2 Modelo hidráulico para la situación actual. Alternativa 0 31
7.3 Modelo hidráulico para la Alternativa 1 37
7.4 Modelo hidráulico para la Alternativa 2 39
7.5 Modelo hidráulico para la Alternativa 3 41
7.6 Modelo hidráulico para la Alternativa 4 43
7.7 Modelo hidráulico para la Alternativa 5.1 44
7.8 Modelo hidráulico para la Alternativa 5.2 45
7.9 Zona de inundación peligrosa (ZIP) 46
7.10 Población afectada 50
8. Análisis coste-beneficio 52

8.1 Valoración económica de cada alternativa 52
8.2 Puntos de especial importancia 54
8.3 Análisis de daños y beneficio estimado 55
8.4 Coste beneficio de cada alternativa 56
8.5 Análisis de sensibilidad 57
8.6 Conclusiones análisis coste-beneficio 58
9. Caracterización de la peligrosidad y riesgo de las alternativas 60
10. Impacto del Cambio Climático 63
11. Fases y plazo de la actuación 67
12. Análisis hidromorfológico. Aplicación del Protocolo HMF 68
13. Análisis de los efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua 71
14. Análisis de la tramitación ambiental 73
15. Análisis social 76
15.1 Análisis de la viabilidad social 76
15.2 Disponibilidad de los terrenos 77
15.3 Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) 77
16. Conclusiones 78
16.1 Sobre la reducción de la peligrosidad y riesgo de la inundación 78
16.2 Sobre el coste beneficio 79
16.3 Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua 79
16.4 Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental 80
16.5 Sobre la viabilidad social y la disponibilidad de terrenos 80
16.6 Sobre el Cambio Climático 80
16.7 Sobre la solución 81
16.8 Conclusión general 81
17. Planos 83

Índice de Figuras

Figura 1. Ámbito de la actuación. Fuente: MTN25 IGN 1

Figura 2. Detalle de la zona ámbito de la actuación. 2

Figura 3. Tramo ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares. 2

Figura 4. Ficha ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares. 3

Figura 5. Imágenes del puente objeto de actuación. Fuente: MAPRI 1er ciclo. 4

Figura 6. Croquis del puente objeto de Barrio Alto de Hinojares. El puente tiene un ancho libre de 7,25 metros y una altura libre respecto al cauce de entre 2,47 y 2,02 metros. Fuente: MAPRI 1er ciclo. 5

Figura 7. Zonas inundables en el entorno del puente del Barrio Alto según el MAPRI de 1er ciclo. 7

Figura 8. Mapa de riesgo de actividades económicas (usos de suelo) para T500 en el entorno del puente del Barrio Alto según el MAPRI de 1er ciclo. 7

Figura 9. Mapa de peligrosidad (calados) para T010, T100 y T500 en el entorno del puente del Barrio Alto según el MAPRI de 1er ciclo. Valores de calados en metros. 8

Figura 10. Extractos de la ficha de actuación propuesta por el Ayuntamiento de Hinojares para el PGRI de segundo ciclo del Guadalquivir. 9

Figura 11. Comparativa del puente antes de las obras de mejora del puente (imágenes arriba, tomadas en febrero 2011, fuente: Google Street View) y después de las obras de mejora (imágenes abajo, tomadas en 2014, fuente MAPRI 1er ciclo). 11

Figura 12. Evolución de la población en Hinojares según el INE. 11

Figura 13. Comparativa de ortofoto de Máxima actualidad (2019) y vuelo americano (1956). Fuente: Comparador PNOA histórico del IGN. 12

Figura 14. Comparativa de ortofoto de Máxima actualidad (2019) y vuelo interministerial (1980). Fuente: Comparador PNOA histórico del IGN. 12

Figura 15. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 1. 15

Figura 16. Zona de actuación aproximada (polígono rojo) de la ampliación de la sección libre del puente, visto desde aguas abajo. 15

Figura 17. Zona de actuación (polígono rojo) sobre el croquis del puente de la ampliación de la sección libre en unos 1,5 metros. 15

Figura 18. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 2. 16

Figura 19. Zona de actuación aproximada de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce sobre el terreno. Fuente: Google Street View. 17

Figura 20. Situación de la medida de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce respecto al DPH cartográfico. 17

Figura 21. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 3. 18

Figura 22. Curvas de nivel (cada 1 metro) y hillshade (obtenido del MDT del SNCZI de 1er ciclo) en el entorno de la zona en la que se instalaría la barrera permeable (polígono amarillo) en la Alternativa 3. Se muestra un perfil transversal del terreno trazado sobre la localización de la barrera. 19

Figura 23. Imagen de ejemplo y esquema de la malla de anillos de acero para retención de sólidos que contempla la actuación. Fuente: Geobrugg. 19

Figura 24. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 4. 20

Figura 25. Ejemplo de estructura de valla permeable para retención de sólidos que contempla la actuación. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Proyecto de restauración fluvial del rio Manzanares en El Pardo). 21

Figura 26. Croquis medidas propuestas de las Alternativa 5.1. 22

Figura 27. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 5.2 23

Figura 28. Croquis del área de actuación. 24

Figura 29. MDT de Alternativa 0 o situación actual. 25

Figura 30. MDT de Alternativa 1 y zona de ampliación de la sección del cauce bajo el puente de Barrio Alto. 26

Figura 31. MDT de Alternativa 2 y zona de ampliación de la sección del cauce bajo el puente de Barrio Alto y ampliación del cauce. 26

Figura 32. Cuenca de aportación del río Turrillas. Fuente: Elaboración propia. 28

Figura 33. Hidrograma para T010 empleado en la modelización hidráulica. 29

Figura 34. Croquis del modelo hidráulico empleado. 31

Figura 35. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la situación actual (Alternativa 0). 32

Figura 36. Comparativa de mapas de peligrosidad para T010 según el MAPRI de 1er ciclo (imagen superior) y calculado para la Alternativa 0 con el puente obstruido al 100% (imagen inferior). Valores de calado en metros. 33

Figura 37. Comparativa de mapas de peligrosidad para T100 según el MAPRI de 1er ciclo (imagen superior) y calculado para la Alternativa 0 con el puente obstruido al 100% (imagen inferior). Valores de calado en metros. 34

Figura 38. Comparativa de mapas de peligrosidad para T500 según el MAPRI de 1er ciclo (imagen superior) y calculado para la Alternativa 0 con el puente obstruido al 100% (imagen inferior). Valores de calado en metros. 35

Figura 39. Detalle de la ccomparativa en la zona del puente de los mapas de peligrosidad para T500 según el MAPRI de 1er ciclo (imagen superior) y calculado para la Alternativa 0 con el puente obstruido al 100% (imagen inferior). Valores de calado en metros. 36

Figura 40. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 1. ... 37

Figura 41. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 1. 38

Figura 42. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 1..... 38

Figura 43. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 2.... 39

Figura 44. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 2..... 40

Figura 45. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 2..... 40

Figura 46. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 3.... 41

Figura 47. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 3..... 42

Figura 48. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 3..... 42

Figura 49. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 4.... 43

Figura 50. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 5.1. 44

Figura 51. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 5.2. 45

Figura 52. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 0..... 47

Figura 53 .Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 1..... 47

Figura 54. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 2..... 48

Figura 55. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 3..... 48

Figura 56. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 4..... 49

Figura 57. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 5.1..... 49

Figura 58. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 5.2..... 50

Figura 59. Población afectada en la zona de estudio para diferentes alternativas y periodo de retorno. 51

Figura 60. Localización de la Fuente del Barrio Alto respecto a las zonas inundables del SNCZI. 55

Figura 61. Gráficos de peligrosidad de la Alternativa 5.2 (seleccionada) respecto a la situación actual. 61

Figura 62. Gráficos del riesgo de la Alternativa 5.2 (seleccionada) respecto a la situación actual. 61

Figura 63. Gráfica de peligrosidad y riesgo para las alternativas. 62

Figura 64. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 4.5 para los periodos de avenida de 10,100 y 500 años. 65

Figura 65. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 8.5 para los periodos de avenida de 10,100 y 500 años. 66

Figura 66. Definición del estado de las masas de agua superficial. Fuente: MITECO..... 68

Figura 67. Tramos hidromorfológicos de la masa de agua ES050MSPF011009049..... 69

Figura 68. Hexágono del estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 en el tramo 3 – río Turrillas. 70

Figura 69. Localización de la ZEC-ZEPA "Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas" (en verde claro) y otros espacios Red Natura 2000 (en verde oscuro) en la zona. Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza del MITECO. 73

Figura 70. Ubicación de la barrera permeable prevista en la alternativa seleccionada respecto al DPH cartográfico y al Catastro (el DPH catastral se muestra con líneas azules). *77*

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos de caudales punta del río Turrillas según diferentes fuentes *29*

Tabla 2. Resumen de las superficies de zona de alta peligrosidad por alternativa y periodo. *46*

Tabla 3. Resumen costes de las alternativas. *52*

Tabla 4. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 1. ..... *53*

Tabla 5. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 2. ..... *53*

Tabla 6. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 3. ..... *53*

Tabla 7. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 4. ..... *54*

Tabla 8. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 5.1. ..... *54*

Tabla 9. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 5.2. ..... *54*

Tabla 10. Resumen de los resultados de los daños estimados para las alternativas estudiadas. *55*

Tabla 11. Resumen del beneficio generado en las diferentes actuaciones estudiadas. *56*

Tabla 12. Resumen de la rentabilidad de las alternativas estudiadas. *56*

Tabla 13. Alternativas más rentables según el indicador de rentabilidad. *57*

Tabla 14. Resumen de la sensibilidad de la rentabilidad de las alternativas a cambios en la tasa de descuento. *58*

Tabla 15. Índice global de peligrosidad y riesgo por alternativa. *61*

Tabla 16. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático *64*

Tabla 17. Tramos hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049. ..... *69*

Tabla 18. Evaluación del estado la masa de agua ES050MSPF011009049 en el tercer ciclo. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027. ..... *71*

Tabla 19. Objetivos ambientales para la masa de agua ES050MSPF011009049. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027. ..... *71*

Tabla 20. Resumen de análisis del medio. *73*

Tabla 21. Resumen del análisis de la tramitación ambiental. *75*

Tabla 22. Índice descriptivo de los planos del Estudio *85*

1. Marco general de la actuación

El ámbito de estudio se sitúa en el municipio de Hinojares, en el sureste de la provincia de Jaén y dentro del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas, siendo su municipio más meridional. Es un municipio de pequeño tamaño (335 habitantes en 2022 según el INE) y la mayor parte de la población se localiza en el pueblo de Hinojares, que consta de tres barrios, el Barrio Bajo (el núcleo principal y con mayor población), el Barrio Alto y Cuevas Nuevas. El río Turrillas atraviesa la población por el sur y, en el caso del Barrio Alto, se sitúa en el inicio de la zona de vegas en la parte este de la población de Hinojares, con la mayor parte de edificaciones en su margen derecha. Esta actuación tiene lugar en el puente del Barrio Alto sobre el río Turrillas, que une el Barrio Alto con una pista forestal que discurre al este de la población hasta la carretera A-315.

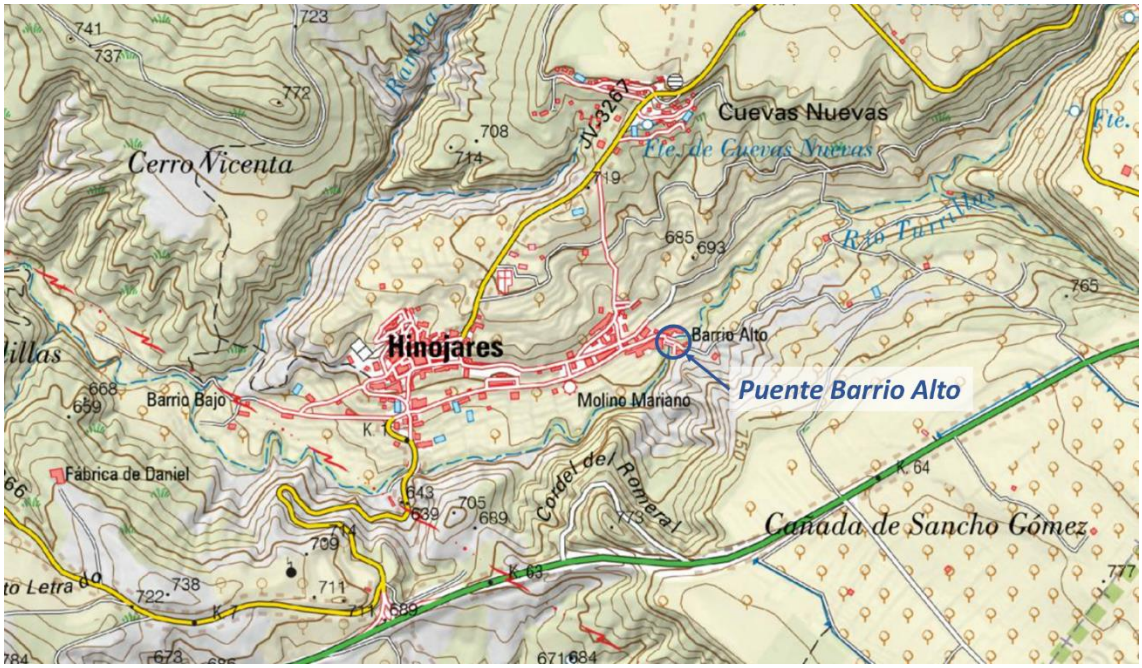


Figura 1. Ámbito de la actuación. Fuente: MTN25 IGN.



Figura 2. Detalle de la zona ámbito de la actuación.

El río Turrillas es un cauce permanente con aportaciones de carácter pluvial. En su unión con el río Tíscar forma el río Ceal que desemboca en el río Guadiana Menor. Su gestión se incluye dentro de la cuenca gestionada por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG). Forma un valle con llanura de inundación estrecha y discontinua, ocupada parcialmente con cultivos agrícolas (en su mayoría olivar) y con una ribera estrecha y discontinua.

El tramo del río Turrillas a su paso por Hinojares fue declarado ARPSI (Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación), denominado ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares, declarada durante el primer ciclo de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) de la CH Guadalquivir (año 2013) y con una longitud de 2,05 km. Todo su cauce se encuentra dentro de la misma masa de agua con código ES050MSPF011009049, nombre “Río Turrillas y afluentes”.

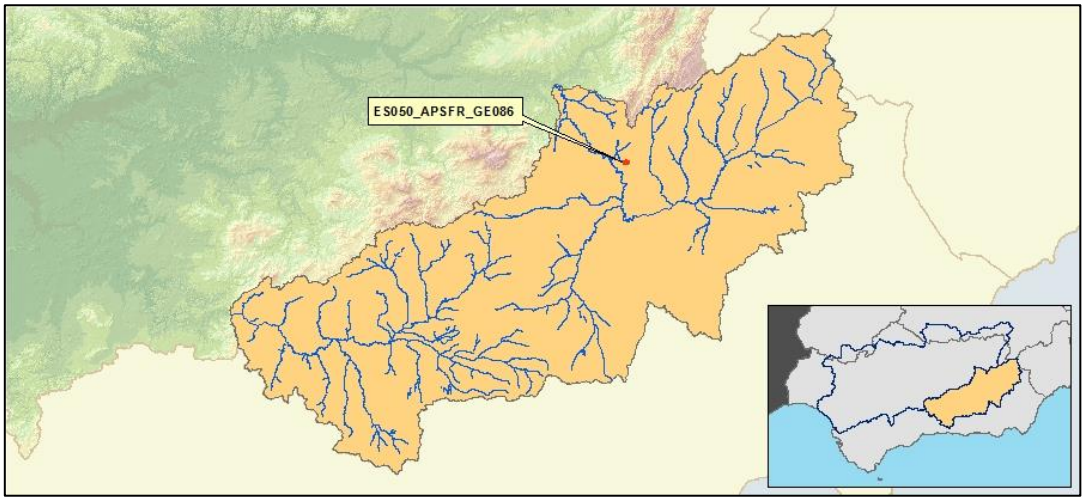


Figura 3. Tramo ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares.

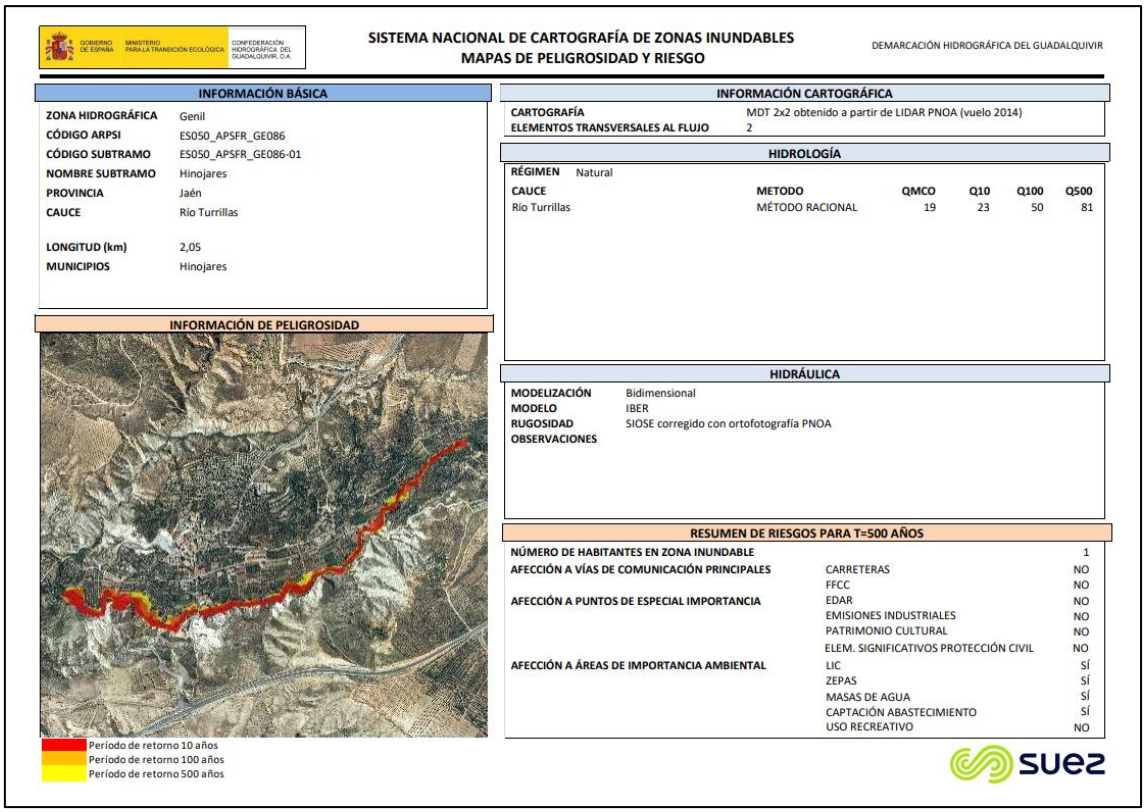


Figura 4. Ficha ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares.

El objetivo de las actuaciones es la reducción de los daños por inundación causados por la reducida sección libre del puente existente, de 7,25 metros de ancho y de 2,02 a 2,47 metros de alto, que supone una disminución de la capacidad hidráulica del cauce en ese punto. Históricamente, se han producido inundaciones y embalsamientos de agua en la zona, pues el puente actual supone un obstáculo al paso del agua en situación de avenida, que puede agravarse cuando se acumula vegetación u otros restos en el puente, reduciendo aún más su sección. También se debe tener en cuenta que se ha detectado la presencia en el cauce de caña (*Arundo donax*), que posiblemente aumente el riesgo de inundación en la zona.

Esta actuación está contemplada en el programa de medidas tanto en el PGRI de 2º ciclo, como en el Plan Hidrológico de 3er ciclo del Guadalquivir con el nombre de "Estudio coste-beneficio de mejora del drenaje del Puente del Barrio Alto (Hinojares)" con el código ES050_3_Guadalquivir5772 para ambos Planes (también se ha usado este código en el reporting a la Comisión Europea). Tiene asignado un presupuesto de 50.000 euros y un plazo de ejecución previsto entre 2022 y 2027.

FOTO AGUAS ARRIBA



FOTO AGUAS ABAJO



Figura 5. Imágenes del puente objeto de actuación. Fuente: MAPRI 1er ciclo.

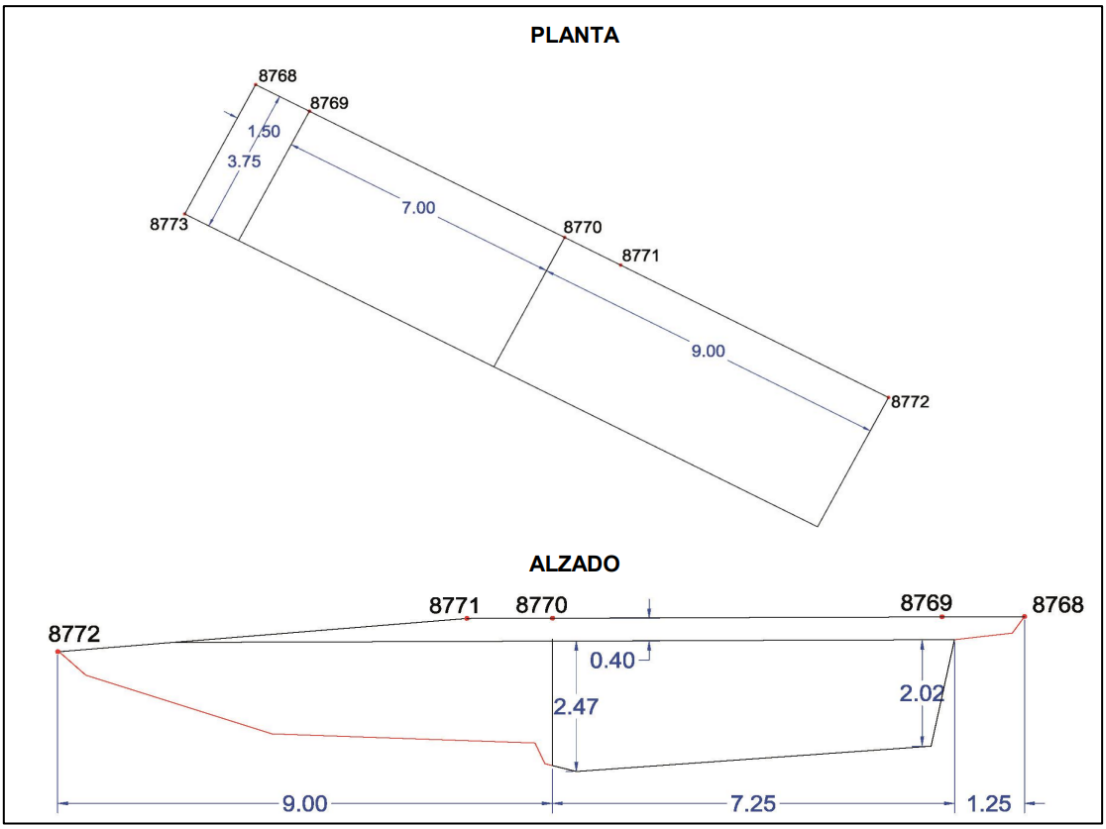


Figura 6. Croquis del puente objeto de Barrio Alto de Hinojares. El puente tiene un ancho libre de 7,25 metros y una altura libre respecto al cauce de entre 2,47 y 2,02 metros. Fuente: MAPRI 1er ciclo.

2. Antecedentes

Como se ha indicado, el tramo del río Turrillas tiene categoría de tramo ARPSI (ES050_APSFR_GE086-01), es decir, es un tramo catalogado como de riesgo potencial significativo de inundación, de acuerdo con lo preestablecido en el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que transpone la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación (Directiva de Inundaciones).

El tramo fue declarado ARPSI (ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares) en los trabajos de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (DHG) 1er ciclo (año 2013) y dicha declaración fue revisada y ratificada en el contexto de los trabajos de la EPRI 2º ciclo, los cuales fueron debidamente sometidos a consulta pública, informados favorablemente por el Comité de Autoridades Competentes con fecha 26 de febrero de 2019 y finalmente aprobados por Resolución del Secretario de Estado de Medio Ambiente, de fecha 12 de abril de 2019.

Por su parte, los artículos 8 y 9 del RD 903/2010 establecen la obligación de desarrollar los Mapas de Peligrosidad y los Mapas de Riesgo de Inundación (MAPRI) para cada Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI), identificada en la EPRI, para los escenarios de alta (cuando proceda), media y baja probabilidad, correspondientes a las avenidas con periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

En cumplimiento con lo anteriormente indicado, se elaboraron los correspondientes Mapas de Peligrosidad y Riesgo para el tramo ARPSI del río Turrillas en Hinojares en el contexto de los trabajos del MAPRI 1er ciclo, aprobados en mayo de 2015. Estos mapas fueron revisados y actualizados en el marco de los trabajos del MAPRI 2º ciclo. Los resultados de estos trabajos fueron sometidos a consulta pública e informados favorablemente por el Comité de Autoridades Competentes con fecha 21 de mayo de 2021.

En el caso del ARPSI del río Turrillas en Hinojares, la cartografía de inundaciones fue elaborada en el 1er ciclo, en el año 2014, y no se han modificado en el 2º ciclo, salvo para los mapas de riesgo (por actualización en su metodología). La cartografía disponible comprende: mapas de peligrosidad (calados), riesgo y zonas inundables para los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, así como mapas de DPH cartográfico y zona de flujo preferente (ZFP). Esta cartografía se puede consultar tanto en el visor de zonas inundables de la CHG, como en el visor del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

Como se puede apreciar en las siguientes imágenes, la zona inundable que muestra esta cartografía es relativamente estrecha y no se producen grandes desbordamientos en la zona urbana. Sin embargo, se debe tener en cuenta que se ha modelizado la inundación con la sección libre del puente, sin considerar obstrucciones o arrastre de vegetación u otros elementos que se producen en la zona cuando hay una crecida del río, por lo que la zona inundable real puede ser mayor a la mostrada por esta cartografía.

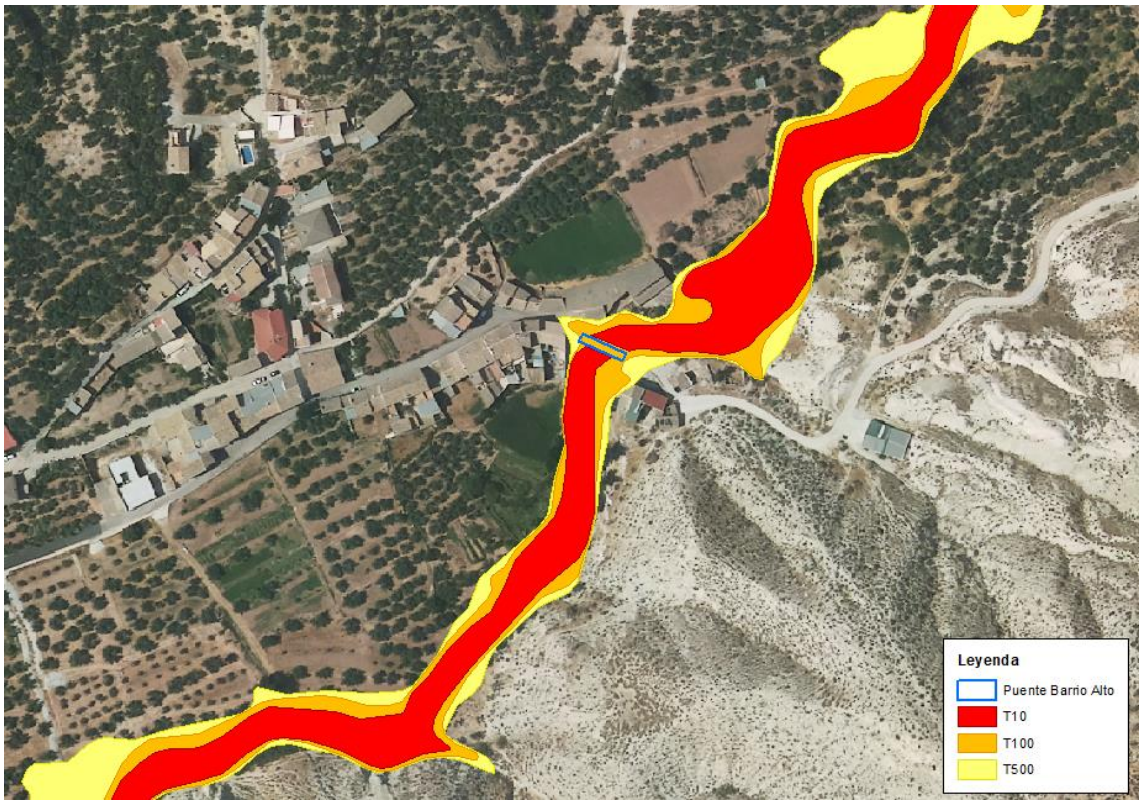


Figura 7. Zonas inundables en el entorno del puente del Barrio Alto según el MAPRI de 1er ciclo.

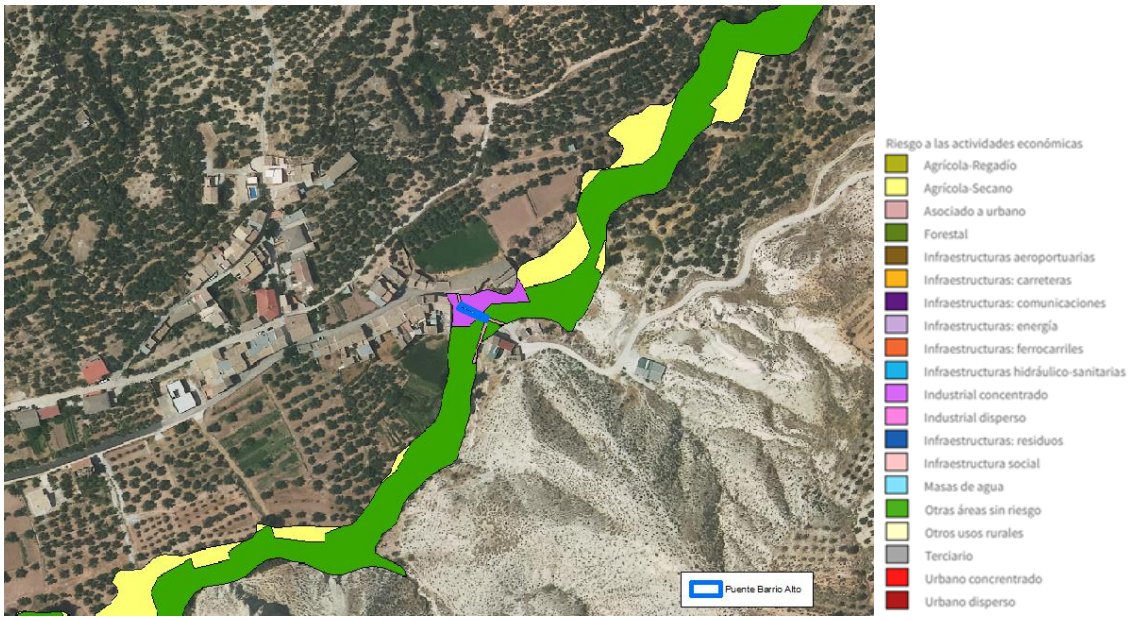


Figura 8. Mapa de riesgo de actividades económicas (usos de suelo) para T500 en el entorno del puente del Barrio Alto según el MAPRI de 1er ciclo.

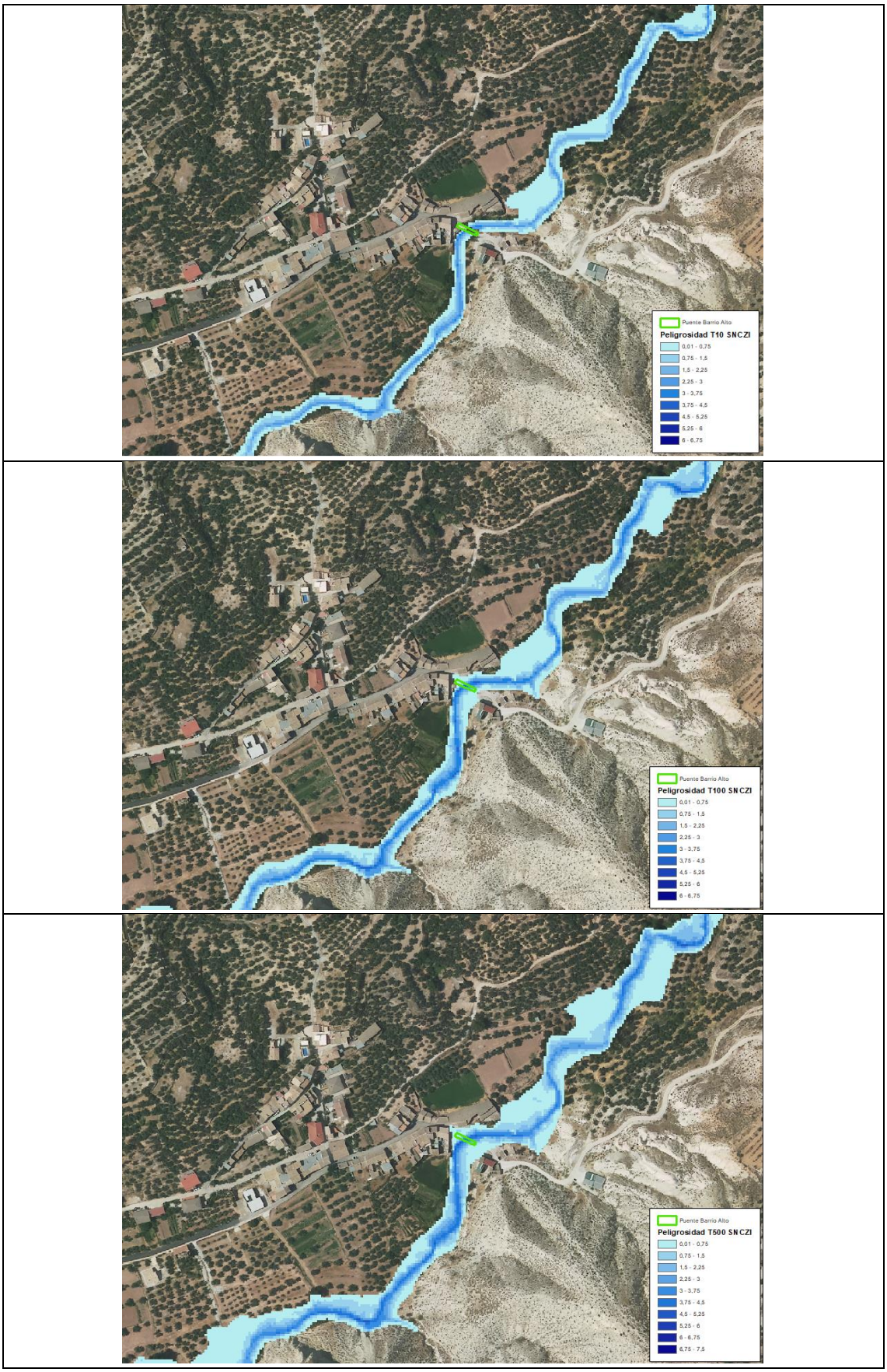
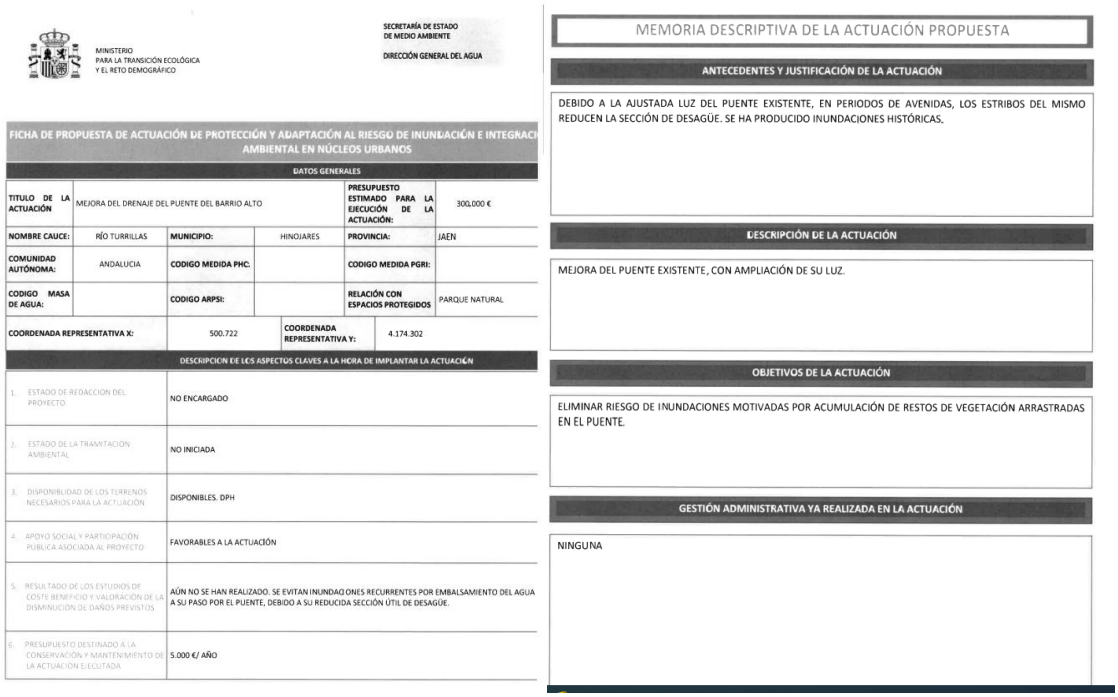


Figura 9. Mapa de peligrosidad (calados) para T010, T100 y T500 en el entorno del puente del Barrio Alto según el MAPRI de 1er ciclo. Valores de calados en metros.

La Directiva de Inundaciones exige también la elaboración, aprobación e implantación de los planes de gestión del riesgo de inundación (PGRIs), regulado en la legislación española mediante los artículos 11 al 17 del RD 903/2010, y que contemplan un programa de medidas con el objetivo de reducir las consecuencias negativas de las inundaciones. Actualmente, se está iniciando la implantación del PGRI de 2º ciclo en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, aprobado mediante Real Decreto 26/2023, de 17 de enero.

Para este PGRI de 2º ciclo del Guadalquivir, el Ayuntamiento de Hinojares envió a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir el 20 de mayo de 2021 una ficha de propuesta de actuaciones en respuesta a la consulta realizada por dicho organismo como parte de la información y consulta pública del PGRI del Guadalquivir. El Ayuntamiento de Hinojares propone en dicha ficha la actuación de "Mejora del drenaje del puente del Barrio Alto" en Hinojares. Se describe que *"Debido a la ajustada luz del puente existente, en periodos de avenidas, los estribos del mismo reducen la sección de desagüe. Se ha producido inundaciones históricas"*. Y se pide una actuación de "*Mejora del puente existente, con ampliación de su luz"*, con el objetivo de *"Eliminar riesgo de inundaciones motivadas por acumulación de restos de vegetación arrastradas en el puente"*. Mediante dichas actuaciones se valora que *"Se evitan inundaciones recurrentes por embalsamiento de agua a su paso por el puente, debido a su reducida sección útil de desagüe".* Por esta razón, se incluyó en el PGRI de 2º ciclo la medida "Estudio coste-beneficio de mejora del drenaje del Puente del Barrio Alto (Hinojares)", con código ES050_3_ Guadalquivir5772 y presupuesto de 50.000 €. De igual manera, esta misma medida se ha incluido en el Plan Hidrológico del Guadalquivir de 3er ciclo dentro de las medidas de protección frente a inundaciones.



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

FICHA DE PROPUESTA DE ACTUACIÓN DE PROTECCIÓN Y ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN E INTEGRACI AMBIENTAL EN NÚCLEOS URBANOS

DATOS GENERALES

TITULO DE LA ACTUACIÓN	MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO			PRESUPUESTO ESTIMADO PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTUACIÓN:	300.000 €
NOMBRE CAUCE:	RÍO TURRILLAS	MUNICIPIO:	HINOJARES	PROVINCIA:	JAEN
COMUNIDAD AUTÓNOMA:	ANDALUCIA	CODIGO MEDIDA PHC:		CODIGO MEDIDA PGRI:	
CODIGO MASA DE AGUA:		CODIGO ARPSI:		RELACIÓN CON ESPACIOS PROTEGIDOS	PARQUE NATURAL
COORDENADA REPRESENTATIVA X:	500.722	COORDENADA REPRESENTATIVA Y:	4.174.302		

DESCRIPCION DE LOS ASPECTOS CLAVES A LA HORA DE IMPLANTAR LA ACTUACIÓN

1. ESTADO DE REDACCION DEL PROYECTO	NO ENCARGADO
2. ESTADO DE LA TRAMITACION AMBIENTAL	NO INICIADA
3. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS NECESARIOS PARA LA ACTUACIÓN	DISPONIBLES. DPH
4. APOYO SOCIAL Y PARTICIPACIÓN PUBLICA ASOCIADA AL PROYECTO	FAVORABLES A LA ACTUACIÓN
5. RESULTADO DE LOS ESTUDIOS DE COSTE BENEFICIO Y VALORACION DE LA DISMINUCIÓN DE DAÑOS PREVISTOS	AÚN NO SE HAN REALIZADO. SE EVITAN INUNDAQ ONES RECURRENTES POR EMBALSAMIENTO DEL AGUA A SU PASO POR EL PUENTE, DEBIDO A SU REDUCIDA SECCIÓN ÚTIL DE DESAGÜE.
6. PRESUPUESTO DESTINADO A LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ACTUACIÓN EJECUTADA	5.000 €/ AÑO

MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA ACTUACIÓN PROPUESTA

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

DEBIDO A LA AJUSTADA LUZ DEL PUENTE EXISTENTE, EN PERIODOS DE AVENIDAS, LOS ESTRIBOS DEL MISMO REDUCEN LA SECCIÓN DE DESAGÜE. SE HA PRODUCIDO INUNDACIONES HISTÓRICAS.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

MEJORA DEL PUENTE EXISTENTE, CON AMPLIACIÓN DE SU LUZ.

OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN

ELIMINAR RIESGO DE INUNDACIONES MOTIVADAS POR ACUMULACIÓN DE RESTOS DE VEGETACIÓN ARRASTRADAS EN EL PUENTE.

GESTIÓN ADMINISTRATIVA YA REALIZADA EN LA ACTUACIÓN

NINGUNA

Figura 10. Extractos de la ficha de actuación propuesta por el Ayuntamiento de Hinojares para el PGRI de segundo ciclo del Guadalquivir.

En cuanto a inundaciones históricas en la zona, según indicaciones de la CHG, hay constancia de que hubo inundaciones en la calle Real en el puente sobre el rio Turrillas, llegando la inundación a las viviendas colindantes con un calado de casi un metro. Asimismo, se ha encontrado una noticia de Europa Press sobre un evento de inundación en marzo de 2014 que afectó a la zona del Parque Natural de la Sierra de Cazorla, incluyendo municipios como Hinojares. En dicha noticia se explica que desde la Junta de Andalucía se ejecutaron obras de emergencia en 2014 en municipios como La Iruela, Pozo Alcón e Hinojares por daños en inundaciones y que "*Estas tareas se centran en la reparación de roturas parciales y completas del firme de vías de comunicación y las obras de paso y otras infraestructuras de drenaje y contención.*"

También se ha estudiado la información proporcionada por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) sobre las indemnizaciones pagadas por inundación extraordinaria en el ámbito de actuación, en el municipio de Hinojares. Según los datos del CCS, en Hinojares para el periodo 2006-2020 las indemnizaciones por inundaciones para todos los bienes fueron de 0 euros, es decir, no se produjo ningún siniestro que fuese indemnizado por esta causa. Sin embargo, es posible que se hubieran producido daños económicos por inundaciones en este periodo 2006-2020, pero no hayan sido registrados por el CCS, ya que las indemnizaciones del CCS dependen de la disposición de pólizas privadas en los bienes dañados y pueden existir bienes dañados no indemnizables por el CCS (como bienes agrícolas o servicios urbanos).

No se tiene constancia de la existencia de proyectos previos para la reducción del riesgo de inundación, ni en el municipio de Hinojares ni en la zona del Barrio Alto o su puente. Sin embargo, el puente fue objeto de obras de mejoras en 2013 por la Diputación de Jaén, de acuerdo a la nota de prensa encontrada en el Boletín digital DipuJaen" nº40 de noviembre de 2013, publicado por la Diputación de Jaén, en la que se comenta que se han realizado obras de mejora en la carretera JA-8200 que da acceso a Hinojares, "*algunas de ellas de emergencia motivadas por los temporales de lluvia del pasado invierno*", por un importe de 710.000 euros. También se describe en la nota que en la calle Real *"la Administración provincial ha acondicionado el puente que cruza el Río Turrillas"*. Dicho puente corresponde al puente del Barrio Alto, objeto de este estudio coste-beneficio. Esta modificación del puente también se puede constatar comparando imágenes disponibles tomadas en 2011 y en 2014, en las que se aprecia que se sustituyó la losa del puente por otra nueva, aunque aparentemente se mantuvo el mismo ancho libre del puente.



Figura 11. Comparativa del puente antes de las obras de mejora del puente (imágenes arriba, tomadas en febrero 2011, fuente: Google Street View) y después de las obras de mejora (imágenes abajo, tomadas en 2014, fuente MAPRI 1er ciclo).

Adicionalmente, se debe considerar que la población afectada por inundaciones es reducida dado que el municipio de Hinojares es el de menor población de la provincia de Jaén, con 335 personas según las cifras del padrón de 2022 del INE, sufriendo una notable despoblación en los últimos años.



Figura 12. Evolución de la población en Hinojares según el INE.

También se ha hecho uso del comparador de ortofotos del PNOA para analizar las modificaciones históricas sobre los usos de suelo y las edificaciones en el entorno del Barrio Alto, comparando ortofotos antiguas respecto a la ortofoto del PNOA de máxima actualidad (2019). Se puede observar que en el vuelo americano (año 1956) hay pocas edificaciones en la zona, aunque ya se aprecian numerosos cultivos de olivos junto al cauce. Respecto al vuelo interministerial (año 1980), se observan ya muchas de las edificaciones actuales junto al cauce, por lo que en las últimas décadas ha habido escasos cambios en esta zona.

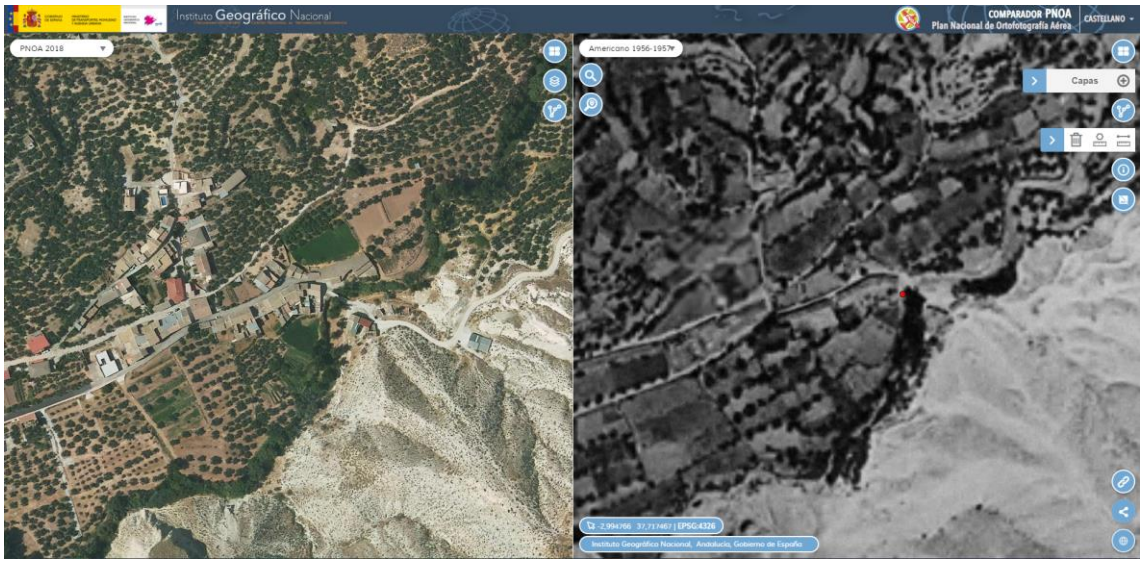


Figura 13. Comparativa de ortofoto de Máxima actualidad (2019) y vuelo americano (1956). Fuente: Comparador PNOA histórico del IGN.

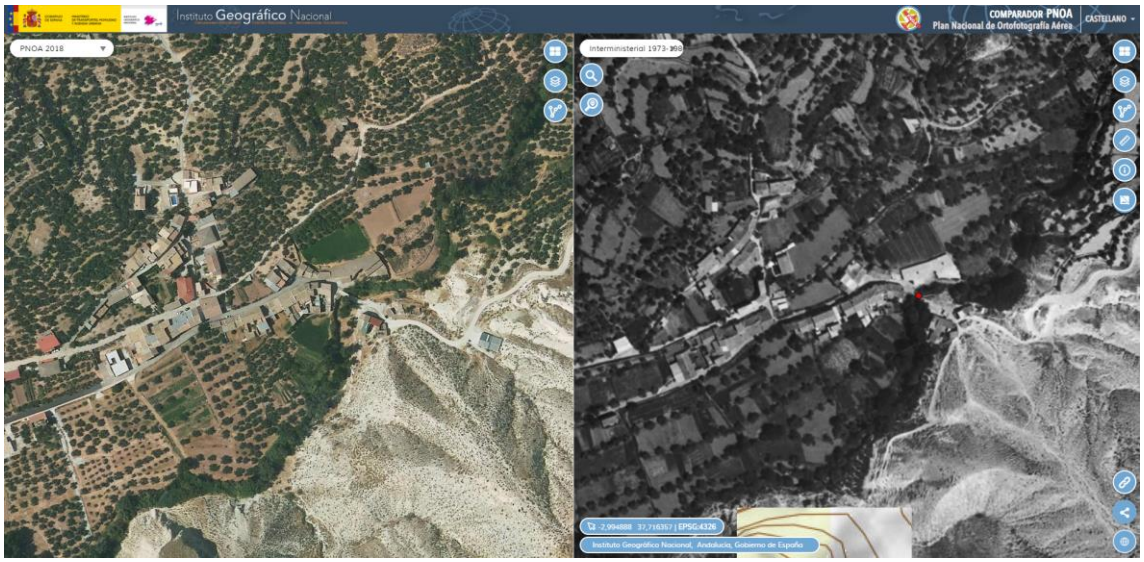


Figura 14. Comparativa de ortofoto de Máxima actualidad (2019) y vuelo interministerial (1980). Fuente: Comparador PNOA histórico del IGN.

3. Descripción de las alternativas

Se han analizado un total de 7 alternativas para esta actuación, siendo las dos últimas (5.1 y 5.2) variaciones de la misma. Dado que una de las principales causas de los problemas de inundaciones parece ser la obstrucción del puente por arrastre de vegetación y otros elementos, para la situación actual (Alternativa 0) se ha modelizado con el puente obstruido en un 100%. Se han calculado los daños generados en esta nueva situación actual, que son mayores respecto a los calculados con la actual cartografía de inundaciones del MAPRI de 1er ciclo (modelizado con la sección libre, sin obstáculos).

A partir de esta situación actual con el puente obstruido, se han planteado las alternativas, cada una de las cuales reduce en distinto grado el taponamiento, según una estimación de su efectividad. Tienen un desarrollo lógico partiendo de una primera alternativa en la que se actúa sobre el propio puente ampliando su ancho libre, que sería a priori la actuación más directa y evidente para solucionar el problema de inundaciones en la zona, y que se incluye en el resto de alternativas hasta la número 4. También se plantea una ampliación de la capacidad hidráulica del cauce, así como la instalación de barreras permeables para retener sólidos de dos tipos: anillos de acero y valla. Estas actuaciones se combinan entre sí para estimar la mejor solución posible en coste y reducción de daños, y para estimar el comportamiento hidráulico de cada medida. Por su parte, se han incluido las alternativas 5.1 y 5.2, que solo incluyen la medida de barrera permeable de distinta tipología, puesto que se considera una medida eficiente para la retención de vegetación y otros elementos y podría ser suficiente sin la combinación de otras medidas.

Aunque no se ha tenido en cuenta como medida específica y no se ha estimado su coste en los presupuestos de cada alternativa, en todas las alternativas se recomienda tomar como medida adicional el fomento del mantenimiento y conservación del cauce, limpiando periódicamente vegetación, sedimentos y cualquier otro tipo de elemento que puedan obstruir el puente en caso de crecida. También se debe realizar tratamiento y/o erradicación de la caña (*Arundo donax*) que se encuentra en el cauce.

No se contempla la alternativa de sustituir el puente por otro de mayor altura ya que no parece viable. El espacio disponible es muy limitado y no sería suficiente para una rampa de acceso de mayor longitud a la actual.

Resumidamente, se proponen las siguientes alternativas, que se desarrollan en mayor detalle en los siguientes subapartados:

- **Alternativa 0:** Situación actual, pero considerando el puente obstruido en un 100% (0% sección libre).
- **Alternativa 1:** Ampliación de la sección libre del puente en anchura, aproximadamente 1,5 metros del estribo de la margen izquierda. Se simula con un 90% de la obra obturada (10% sección libre).

- **Alternativa 2:** Alternativa 1 + Ampliación de la capacidad hidráulica del cauce en el entorno de la obra, en una longitud de unos 60 metros. Se simula con un 80% de la obra obturada (20% sección libre).
- **Alternativa 3:** Alternativa 2 + Instalación en cauce de barrera permeable mediante malla de anillos de acero para retención de sólidos. Se simula con un 5% de la obra obturada (95% sección libre).
- **Alternativa 4:** Alternativa 2 + Instalación en cauce de estructura de valla permeable para retención de sólidos. Se simula con un 5% de la obra obturada (95% sección libre).
- **Alternativa 5.1:** Instalación en cauce de barrera permeable mediante malla de anillos de acero para retención de sólidos. Se simula con un 20% de la obra obturada (80% sección libre).
- **Alternativa 5.2:** Instalación en cauce de estructura de valla permeable para retención de sólidos. Se simula con un 20% de la obra obturada (80% sección libre).

3.1 Alternativa 0

Esta Alternativa representa la no actuación en la zona de estudio, pero considerando que el puente del Barrio Alto se encuentra completamente obstruido, debido a acumulación de restos vegetales y otros depósitos. Se realiza una nueva simulación con el puente obstruido en un 100% (0% de ancho libre) y se calculan los daños generados en esta nueva situación actual. Este escenario, que difiere del contemplado en los resultados del MAPRI de 1er ciclo, ya que este contempla obras de paso con secciones libres, permitirá contrastar los resultados obtenidos en el análisis de las distintas alternativas que aquí se plantean.

En el apartado 7.2 de esta Memoria se incluyen distintas imágenes en las que se pueden apreciar las diferencias de los resultados de mapas de peligrosidad (calados) entre el MAPRI de 1er ciclo y la Alternativa 0 contemplada en este estudio. Se observa un incremento de la zona inundable aguas arriba del puente y un incremento de los calados superior al 50% en toda la zona.

3.2 Alternativa 1

En esta alternativa se propone la ampliación de la sección libre del puente en anchura, demoliendo aproximadamente 1,5 metros del estribo de la margen izquierda. Actualmente, el ancho libre es de 7,25 metros, por lo que el resultado sería de 8,75 metros de ancho libre. El alto en esta zona ampliada respecto al cauce se mantendría de manera similar al resto de la sección libre existente, alrededor de unos 2 metros. Esta actuación supondría el desmontaje de la losa de hormigón del puente del puente y su sustitución por otra losa nueva, así como la instalación de una nueva barandilla.

Se considera que con esta medida se reducirá levemente la obstrucción del puente respecto a la Alternativa 0, pero que la problemática del arrastre y acumulación de

vegetación seguirá presente. Por ello, en esta alternativa se modeliza y se simulan los daños con un 90% de la obra obturada (un 10% de sección libre).



Figura 15. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 1.

La zona de actuación de la ampliación de la sección libre del puente se situaría en el estribo izquierdo:



Figura 16. Zona de actuación aproximada (polígono rojo) de la ampliación de la sección libre del puente, visto desde aguas abajo.

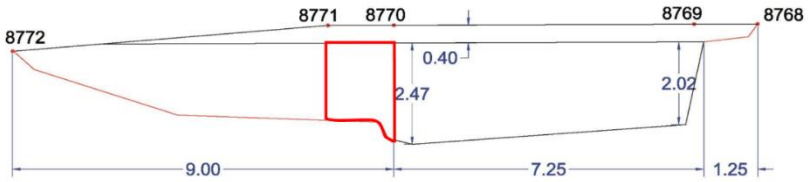


Figura 17. Zona de actuación (polígono rojo) sobre el croquis del puente de la ampliación de la sección libre en unos 1,5 metros.

3.3 Alternativa 2

Esta alternativa incluye la medida prevista en la Alternativa 1 (ampliación sección libre del puente) añadiendo la medida de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce en el entorno de la obra. La zona a ampliar se localiza en la margen izquierda del río Turrillas y el volumen de terreno a excavar es de unos 350 m^3. Se rebajaría la cota en esta margen, en una longitud de unos 60 metros, desde unos 20 metros aguas abajo del puente hasta 35 metros aguas arriba del puente, y de 6 a 7 metros de anchura. Se ha elegido esta zona dado que se encuentra próxima al puente donde se producen las obstrucciones y es una de las pocas zonas en la ribera del río Turrillas en la que sería viable un rebaje de cota con cierta anchura, pues el valle que forma es bastante estrecho y encajado en la mayor parte de su recorrido.

Se sigue considerando que la problemática del arrastre y acumulación de vegetación en el puente no se evita completamente, pero se considera que con estas medidas se reducirá algo la obstrucción del puente y se modeliza y se simulan los daños con un 80% de la obra obturada (20% de sección libre).

La medida de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce conlleva una ocupación de una parcela de terreno privado en unos 93,63 m^2 que, según los datos del Catastro, tiene un uso de olivar-regadío.



Figura 18. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 2.

Sobre el terreno, la zona de actuación de la ampliación de la capacidad hidráulica sería aproximadamente la siguiente:

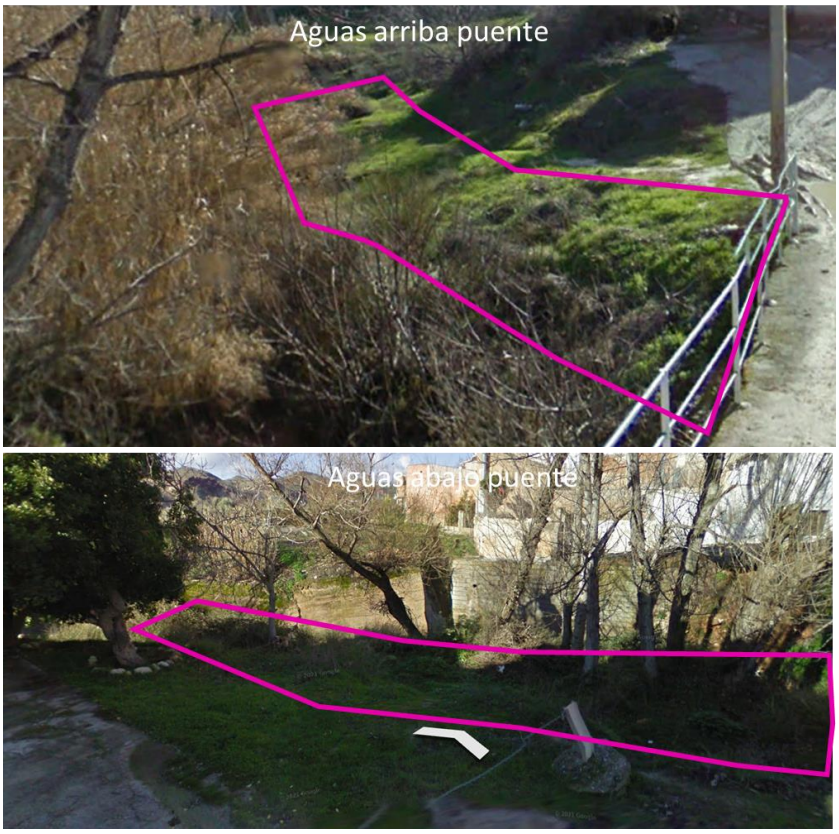


Figura 19. Zona de actuación aproximada de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce sobre el terreno. Fuente: Google Street View.



Figura 20. Situación de la medida de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce respecto al DPH cartográfico.

3.4 Alternativa 3

Esta alternativa abarca las medidas de la Alternativa 2 (ampliación de la sección libre del puente y ampliación de la capacidad hidráulica del cauce) añadiendo la instalación en cauce de una barrera permeable mediante malla de anillos de acero para retención

de sólidos. La instalación de una barrera aguas arriba del puente permitiría retener una parte considerable de la vegetación y otros elementos que causan la obstrucción cuando hay una crecida. Se considera que con estas medidas prácticamente se eliminaría la problemática de la obstrucción del puente y se modeliza y se simulan los daños con un 5% de la obra obstruida (95% de sección libre).

Una de las tipologías de barrera permeable elegidas es una barrera flexible de redes de anillos, usada habitualmente para la retención de flujos de derrubios o grandes sedimentos, pero que, por su elevada resistencia, se considera válida también para la retención de vegetación u otros elementos, a la vez que permite el flujo del agua. Se ha tomado como referencia una barrera flexible de redes de anillos que permite hasta 25 metros de anchura y 4 metros de altura (en la zona de instalación el cauce tiene un ancho estimado de entre 10 y 15 metros). La instalación de esta barrera supondría la construcción de un encachado de bolos sobre el cauce justo aguas abajo de la barrera para evitar la erosión en el cauce en el caso de que la malla se encuentre colmatada y se produzca un salto de agua sobre los elementos retenidos.

Este elemento se instalaría 475 metros aguas arriba del puente, en una zona con baja vulnerabilidad, en el que el río va encajado y tiene una mancha de inundación reducida. En la zona escogida, además, se dispone de un camino de acceso que facilitaría su limpieza y mantenimiento, un aspecto fundamental para el correcto funcionamiento de esta infraestructura.

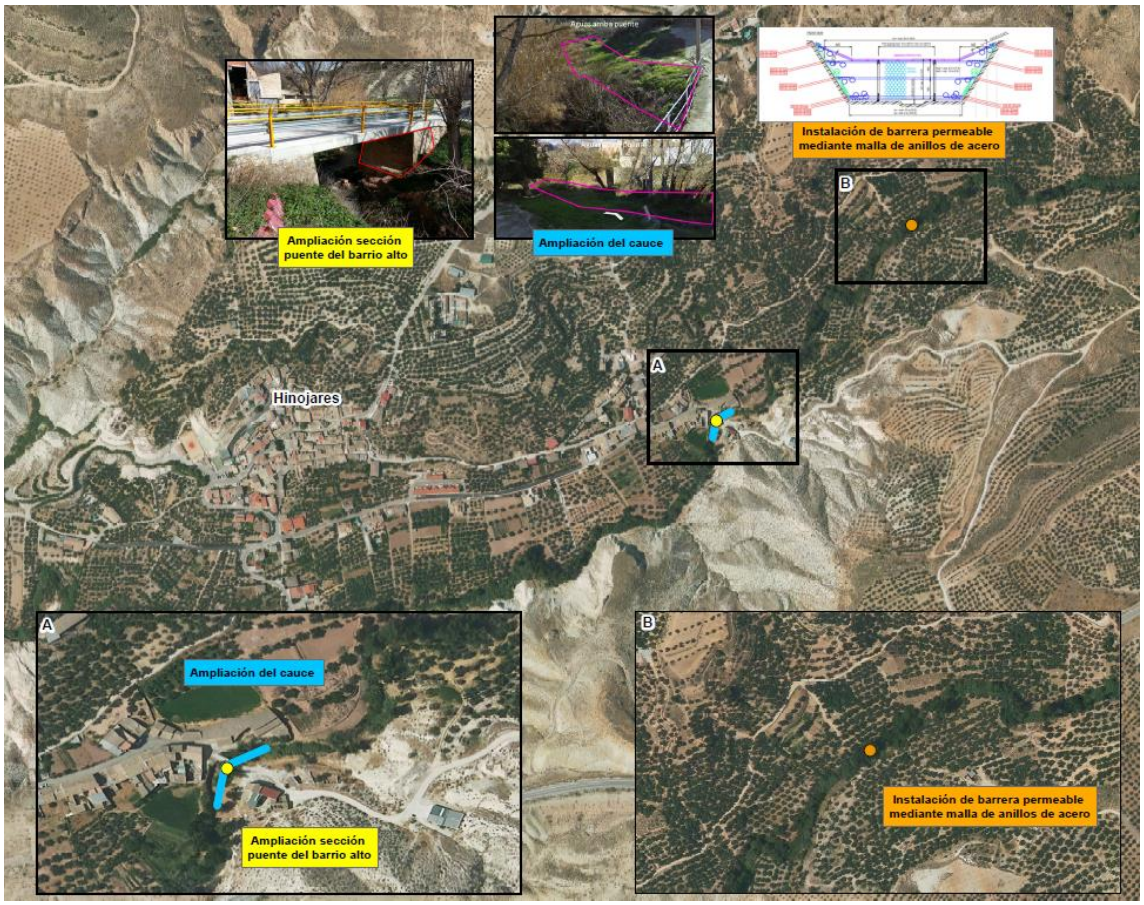


Figura 21. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 3.

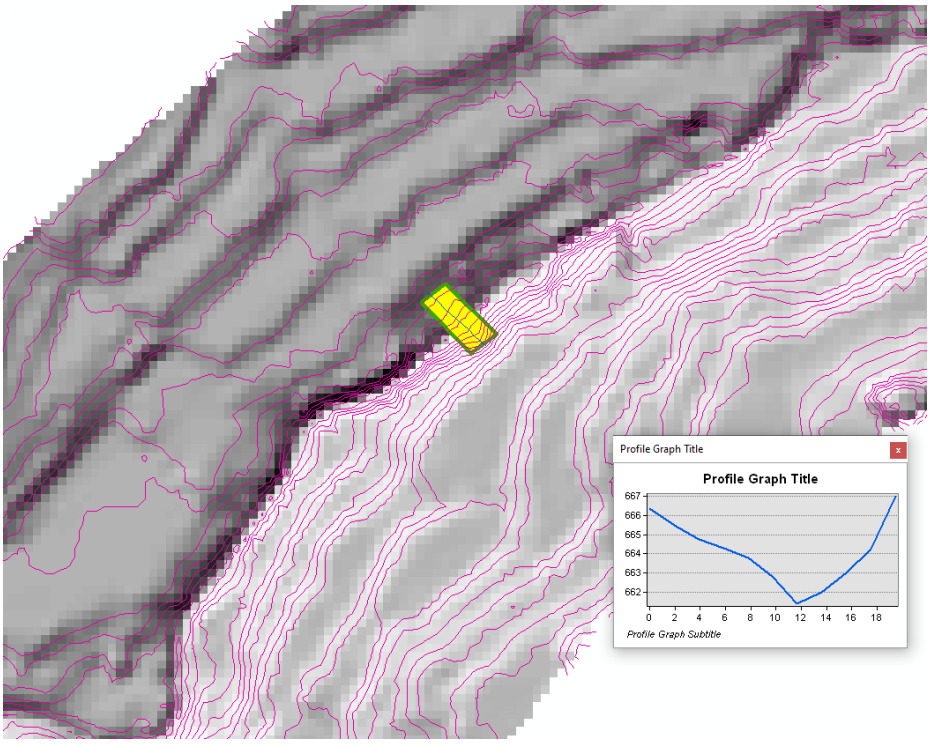


Figura 22. Curvas de nivel (cada 1 metro) y hillshade (obtenido del MDT del SNCZI de 1er ciclo) en el entorno de la zona en la que se instalaría la barrera permeable (polígono amarillo) en la Alternativa 3. Se muestra un perfil transversal del terreno trazado sobre la localización de la barrera.

Un ejemplo de estructura de malla de anillos de acero para la retención de sólidos que se propone es el siguiente:



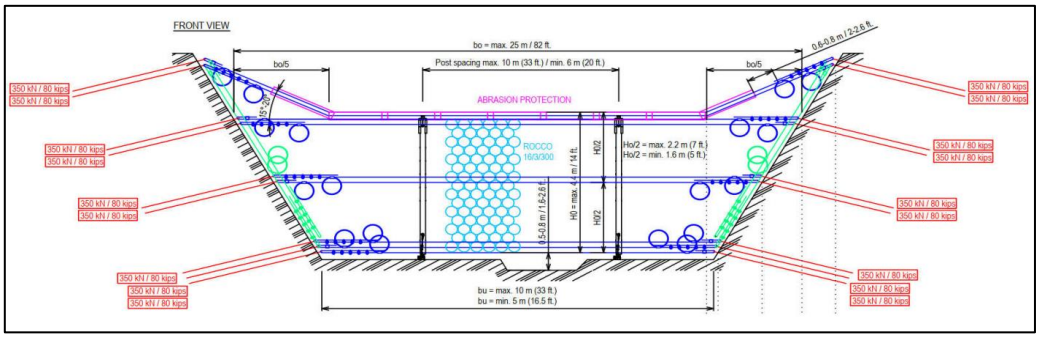


Figura 23. Imagen de ejemplo y esquema de la malla de anillos de acero para retención de sólidos que contempla la actuación. Fuente: Geobrugg.

3.5 Alternativa 4

Esta alternativa abarca las medidas de la Alternativa 2 (ampliación de la sección libre del puente y ampliación de la capacidad hidráulica del cauce) añadiendo la instalación en cauce de una estructura de valla permeable para retención de sólidos. De igual manera que en la Alternativa 3, la instalación de una barrera aguas arriba del puente permitiría retener una parte considerable de la vegetación y otros elementos que causan la obstrucción cuando hay una crecida. Se considera que con estas medidas prácticamente se eliminaría la problemática de la obstrucción del puente y se modeliza y se simulan los daños con un 5% de la obra obstruida (95% de sección libre).

En esta alternativa se ha elegido como barrera permeable para la retención de sólidos una valla permeable, formada por barras de acero laminado. La instalación de esta barrera supondría la construcción de un encachado de bolos sobre el cauce, en la zona de la barrera y aguas abajo de la barrera, tanto para facilitar el anclaje de la barrera, como para evitar la erosión en el cauce en el caso de que la malla se encuentre colmatada y se produzca un salto de agua sobre los elementos retenidos.

La localización de esta valla permeable sería igual a la de la Alternativa 3, es decir, 475 metros aguas arriba del puente, en una zona con baja vulnerabilidad donde el cauce tiene un ancho estimado de entre 10 y 15 metros.

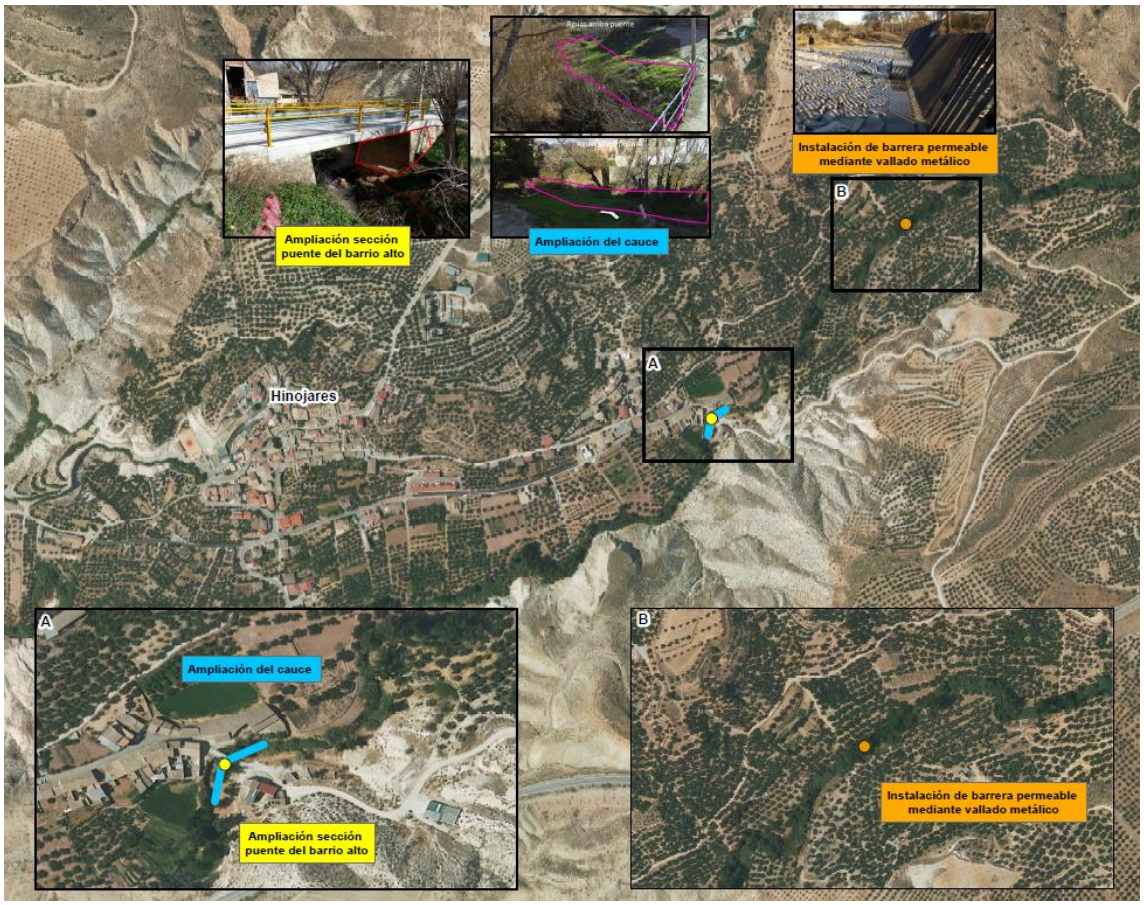


Figura 24. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 4.

Un ejemplo de estructura de valla permeable para retención de sólidos que contempla esta alternativa es el siguiente:



Figura 25. Ejemplo de estructura de valla permeable para retención de sólidos que contempla la actuación. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Proyecto de restauración fluvial del rio Manzanares en El Pardo).

3.6 Alternativa 5.1

Esta alternativa incluye únicamente la medida de la instalación en cauce de barrera permeable mediante malla de anillos de acero para retención de sólidos. Se considera que simplemente con la instalación de una barrera aguas arriba del puente, se permitiría retener una parte considerable de la vegetación y otros elementos que causan la obstrucción cuando hay una crecida. Por ello, se simula y calculan los daños con un 20% de la obra obturada (80% de sección libre).

Esta barrera permeable mediante malla de anillos de acero sería la misma contemplada y descrita en la Alternativa 3 y se localizaría en el mismo lugar, es decir, 475 metros aguas arriba del puente. Conllevaría también la construcción de un encachado de bolos sobre el cauce justo aguas abajo de la barrera para evitar la erosión en el cauce.

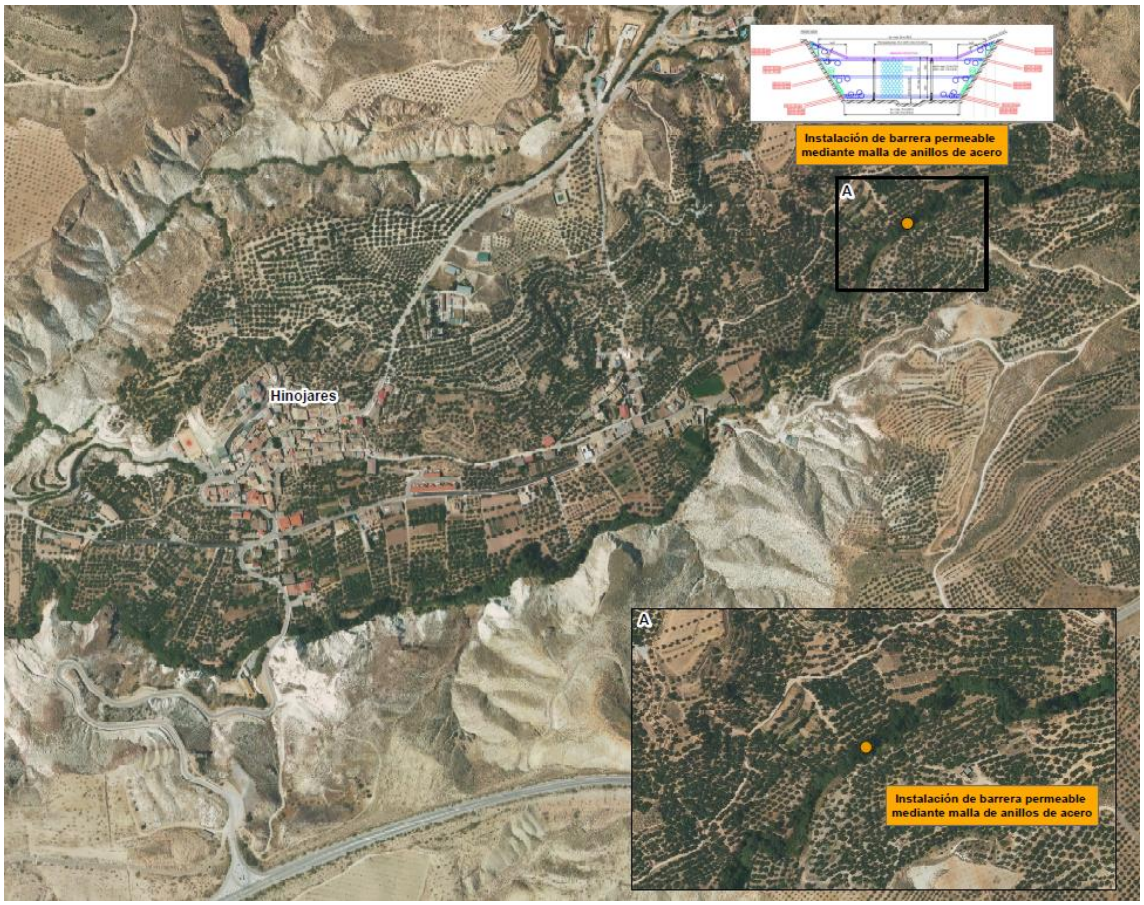


Figura 26. Croquis medidas propuestas de las Alternativa 5.1.

3.7 Alternativa 5.2

Esta alternativa incluye únicamente la medida de la instalación en cauce de una estructura de valla permeable para retención de sólidos. De igual manera que para la Alternativa 5.1, se considera que simplemente con la instalación de una barrera aguas arriba del puente, se permitiría retener una parte considerable de la vegetación y otros elementos que causan la obstrucción cuando hay una crecida. Así, se simula y calculan los daños con un 20% de la obra obturada (80% de sección libre).

Esta valla permeable sería la misma contemplada y descrita en la Alternativa 4 y se localizaría en el mismo lugar, es decir 475 metros aguas arriba del puente. Conllevaría también la construcción de un encachado de bolos sobre el cauce, tanto sobre la barrera como aguas abajo de la misma, para evitar la erosión en el cauce.



Figura 27. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 5.2

La representación gráfica los croquis de las alternativas se representan en la colección de planos *PL02. Croquis de alternativas* incluido en el ***Apéndice 9.*** *Planos de la actuación* del presente documento

4. Definición del área de estudio

La definición del área estudiada se ha realizado considerando los siguientes criterios:

- La extensión del tramo ARPSI;
- La localización de las actuaciones;
- La zona inundable correspondiente a 500 años de periodo de retorno y de las áreas de interés para el cálculo de daños.

El tramo ARPSI estudiado se corresponde con el catalogado como ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares. La longitud total del ARPSI alcanza los 2,05 km, sin embargo, una vez analizadas las actuaciones susceptibles de reducir el riesgo de inundación, la longitud afectada del ARPSI se reduce a las inmediaciones del puente del Barrio Alto y la calle Real. Este tramo de cauce comprende unos 25 m aguas arriba y aguas abajo del puente del Barrio Alto. A lo largo del tramo ARPSI también se observan daños a zonas de cultivo pero esta actuación se centra en eliminar los daños en la zona urbana.

En cuanto a la superficie que abarca el área de estudio, se ha incorporado el área de inundación para un periodo de retorno de 500 años en el escenario preoperacional (Alternativa 0) y de las áreas de interés para el cálculo de daños, según lo establecido por el SNCZI. De esta manera, el área de estudio abarca una extensión de 60,70 ha en la que se incluye las viviendas de Hinojares más cercanas al cauce.

La representación gráfica del área de estudio se representa en el *PL01-01. Mapa del ámbito de estudio* incluido en el ***Apéndice 9.*** *Planos de la actuación* del presente documento.

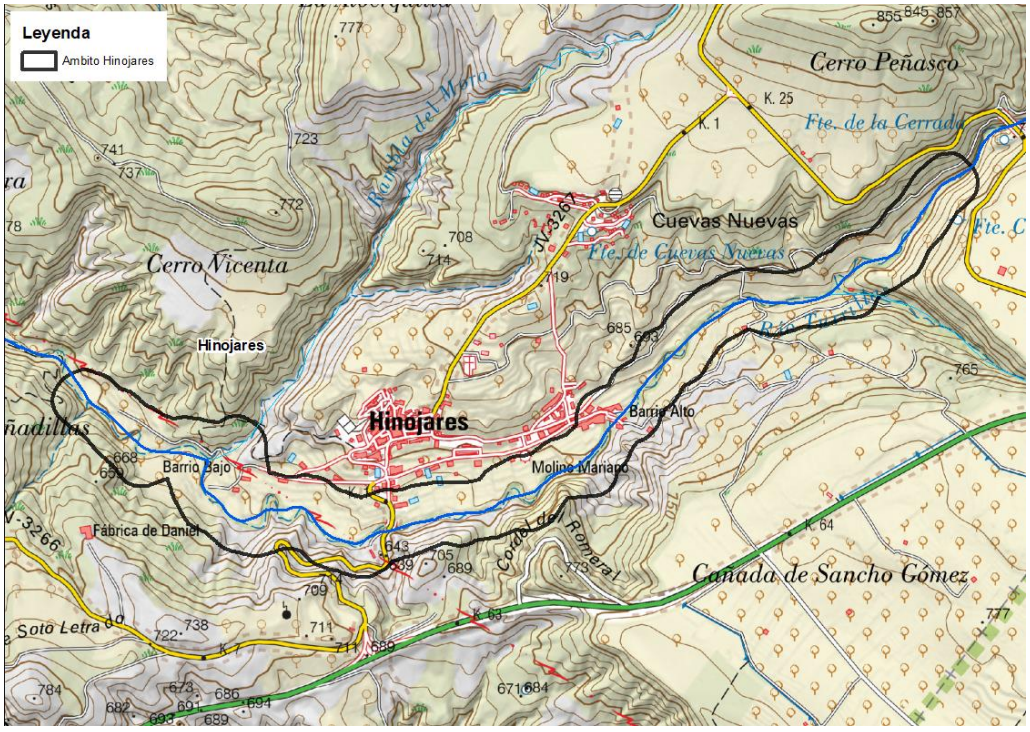


Figura 28. Croquis del área de actuación.

5. Modelos digitales del terreno

5.1 MDT de la Alternativa 0

El MDT utilizado en la modelización hidráulica de la situación actual (Alternativa 0) procede del MDT del modelo hidráulico de partida procedente de los modelos empleados para la elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo para el tramo ARPSI "ES050_APSFR_GE086-01" correspondiente al río Turrillas a su paso por Hinojares, en el contexto de los trabajos del MAPRI 1er ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (DHG), los cuales fueron revisados y actualizados en el marco de los trabajos del MAPRI 2° ciclo.

Este modelo empleó cartografía de precisión en forma de MDT generado a partir del vuelo LiDAR realizado en 2014 por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en el marco del proyecto PNOA – LiDAR (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea), 1ª cobertura. Se ha trabajado sobre mallas con resolución 2x2 m.

Este MDT ha sido revisado para comprobar que representa la realidad actual del terreno de la zona de estudio. Se han consultado diversas fuentes de información del terreno en la actualidad para tratar de detectar modificaciones que se hayan podido producir desde 2014. Se han consultado la ortofoto de máxima actualidad del PNOA correspondiente al año 2019, imágenes actuales de *Google Earth* y el MDT procedente de los datos LiDAR de 2ª cobertura, correspondientes al año 2020.

Finalmente, tras una revisión exhaustiva se ha considerado válido el MDT de 2014, que tiene un mayor grado de definición del cauce respecto al MDT de 2020. Se puede consultar de forma detallada el proceso de revisión del MDT incluido en el ***Apéndice 2.*** *Informe hidráulico de la actuación.*

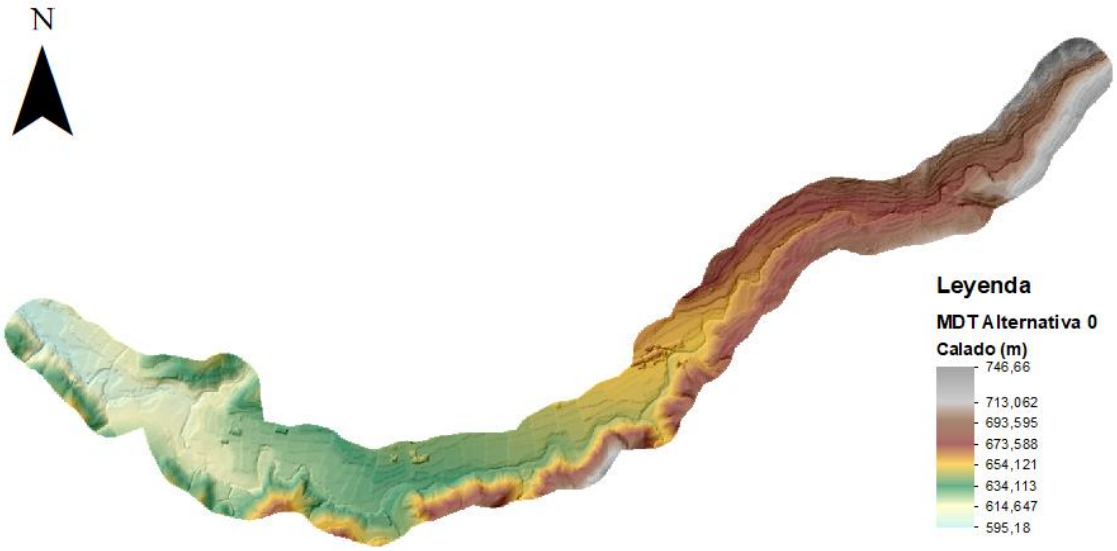


Figura 29. MDT de Alternativa 0 o situación actual.

5.2 MDT de la Alternativa 1

El MDT de la Alternativa 1 se ha obtenido a partir del MDT de situación actual modificándolo para incluir las medidas propuestas en la Alternativa 1. La medida representada en el MDT consiste en la ampliación de 1,5 metros de la margen izquierda de la sección del cauce donde se ubica el puente del Barrio Alto.

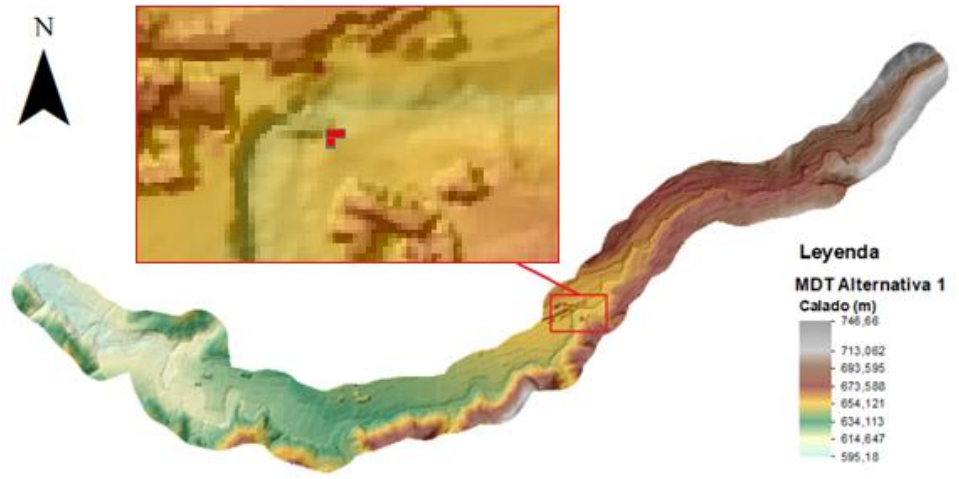


Figura 30. MDT de Alternativa 1 y zona de ampliación de la sección del cauce bajo el puente de Barrio Alto.

5.3 MDT de la Alternativa 2

El MDT de la Alternativa 2 es el MDT empleado en la situación actual modificándolo para incluir las medidas propuestas en esta alternativa. Las medidas representadas en el MDT consisten en la ampliación de la sección en la zona del puente, propuesta en la Alternativa 1 y la ampliación del cauce unos 20 m aguas arriba y 35 m abajo del puente del Barrio Alto.

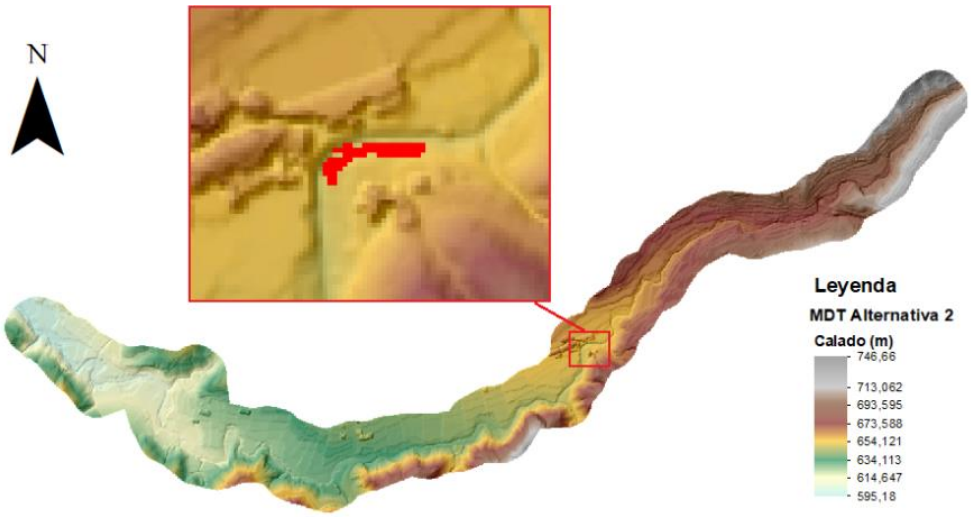


Figura 31. MDT de Alternativa 2 y zona de ampliación de la sección del cauce bajo el puente de Barrio Alto y ampliación del cauce.

5.4 MDT de la Alternativa 3 y 4

El MDT empleado en la modelización de estas alternativas es el mismo que el empleado en la Alternativa 2. Estas dos alternativas también incluyen las medidas de la ampliación de la sección en la zona del puente y la ampliación del cauce unos 30 m aguas arriba y abajo del puente del Barrio Alto.

En el caso de la medida de implantar barreras permeables 475 metros aguas arriba del puente, esta medida no requiere modificar el MDT. Por tanto, se emplea el MDT de la Alternativa 2.

5.5 MDT de la Alternativa 5.1 y 5.2

El MDT empleado en estas alternativas coincide con el MDT de situación actual (Alternativa 0), ya que esta alternativa consiste en la instalación de la barrera permeable que, como se ha explicado en el punto anterior, no se representa en el MDT.

6. Análisis hidrológico de cada alternativa

El cauce principal del río Turrillas tiene una longitud de unos 14 km y discurre por la zona sur de la Sierra de Cazorla. Su punto más alto se sitúa en el extremo superior de la aldea de Cuenca (1.725 m) donde se forma el arroyo de las Palomas, precursor del río Turrillas. Su trazado desciende en dirección suroeste cruzando la aldea de Cuenca y la población de Hinojares. Aguas abajo de Hinojares el río continúa dirección oeste hasta desembocar en el río Ceal, cerca de la aldea de Arroyo Molinos. A lo largo de su trazado el río recibe pequeñas aportaciones mayormente por su margen derecha. Estas aportaciones se reducen a barrancos de pequeña entidad como el barranco de Moro, del Mesto y del Albardinal. Su cuenca de aportación tiene una superficie total de 44,70 Km^2, con un tiempo de concentración (Tc) de 3,55 horas (Método de Témez).

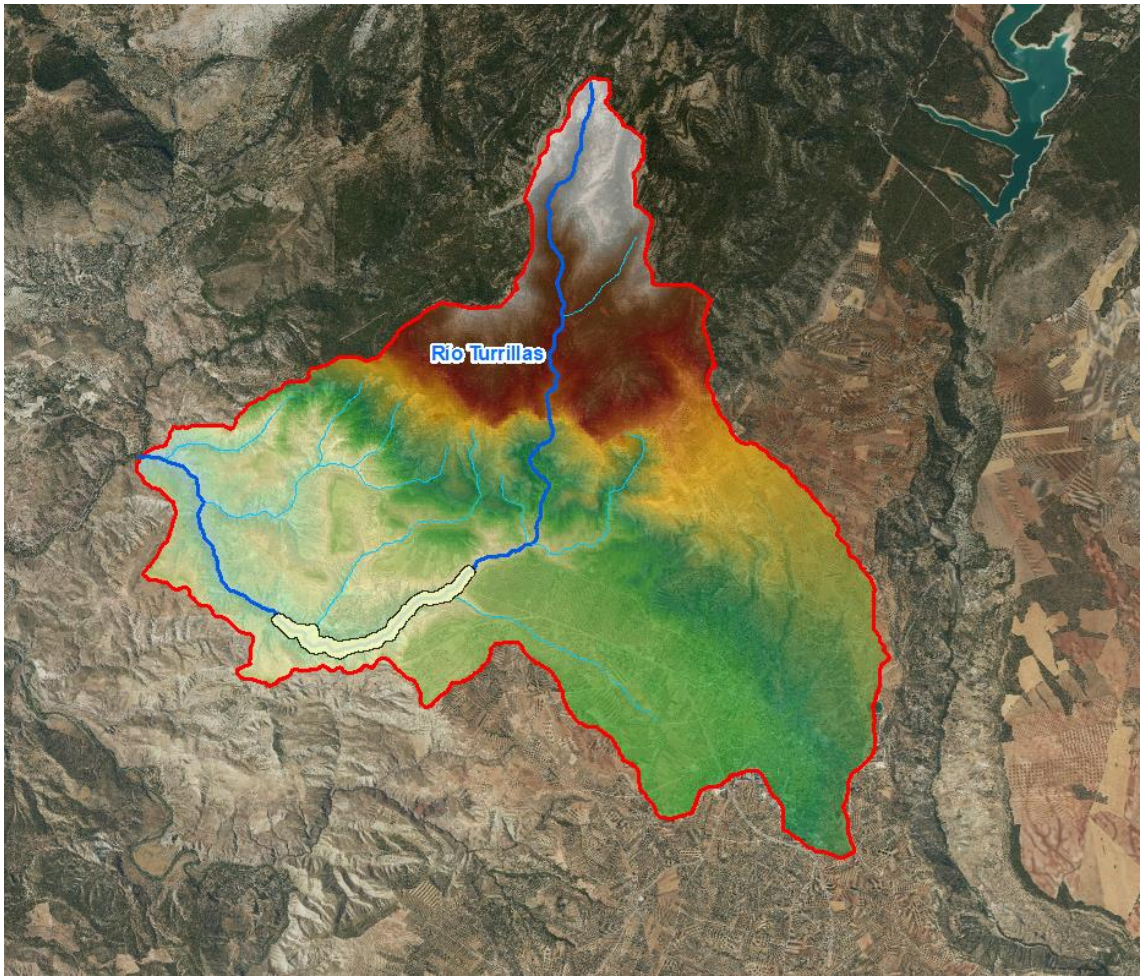


Figura 32. Cuenca de aportación del río Turrillas. Fuente: Elaboración propia.

Para seleccionar los caudales para la modelización hidráulica se han consultado los datos de caudales procedentes del SNCZI (MAPRI 1er ciclo).

La siguiente tabla resume los datos de caudales punta del río Turrillas aguas abajo de la población de Hinojares.

Fuente datos	Q10 (m^3/s)	Q25 (m^3/s)	Q50 (m^3/s)	Q100 (m^3/s)	Q500 (m^3/s)
SNCZI	23	-	41.1	50	81

Tabla 1. Datos de caudales punta del río Turrillas según diferentes fuentes

Se ha decidido introducir los caudales aguas arriba de la población de Hinojares con un tramo de acomodación. Los hidrogramas utilizados en la simulación hidráulica son iguales para las diferentes alternativas y se han generado a partir de un hidrograma adimensional.

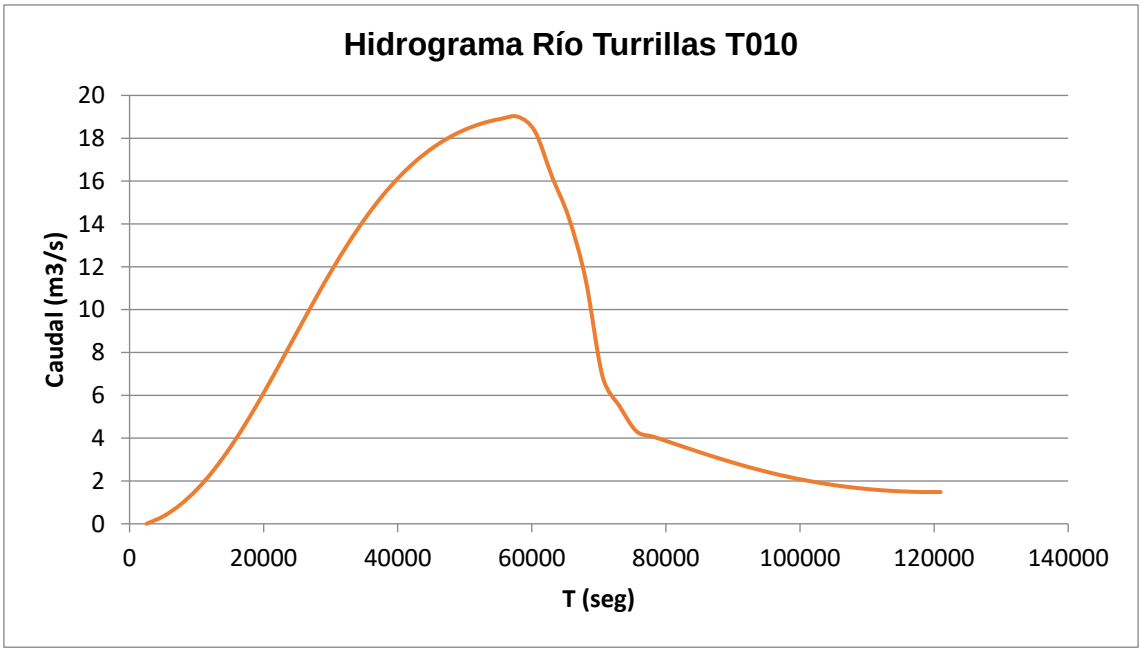


Figura 33. Hidrograma para T010 empleado en la modelización hidráulica.

7. Modelo hidráulico

A continuación, se describen los modelos hidráulicos empleados en la modelización de las diferentes alternativas. Primeramente, se resumen algunas características de los modelos, comunes a los modelos de todas las alternativas y, posteriormente, se resumen las características propias de cada modelo y los principales resultados. La información detallada de cada modelo se puede consultar en el ***Apéndice 2.*** *Informe hidráulico de la actuación.*

7.1 Características del modelo comunes a todas las alternativas

Los modelos ejecutados para cada alternativa presentan las siguientes características e información de base, parte de la cual, como el MDT o caudales de entrada, se ha resumido en los apartados anteriores:

- Modelo: software bidimensional IBER v 2.6.
- MDT: se ha utilizado el MDT procedente de los modelos del MAPRI 1er ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir. Para cada alternativa se modifica si es necesario.
- Rugosidad: se emplea la procedente del MAPRI 1er ciclo. Para cada alternativa se modifica si es necesario.
- Condición inicial: calado con valor nulo.
- Condiciones de entrada: se ha introducido el mismo hidrograma detallado anteriormente mediante una única entrada correspondiente al río Turrillas.
- Condiciones de salida: se ha establecido una salida con condición de flujo supercrítico/crítico correspondiente al río Turrillas.
- Mallado: error/lado máx de 0,15/20 m.
- Estructuras: el tramo modelizado presenta dos obras de drenaje que se introducen en el modelo. Por un lado, el puente sobre la carretera JA-8200 (acceso principal a Hinojares), que se introduce como una estructura puente de igual manera en todas las alternativas. Por otro lado, el puente del Barrio Alto (objeto de este estudio coste-beneficio), que se modifica según las hipótesis en cada alternativa.

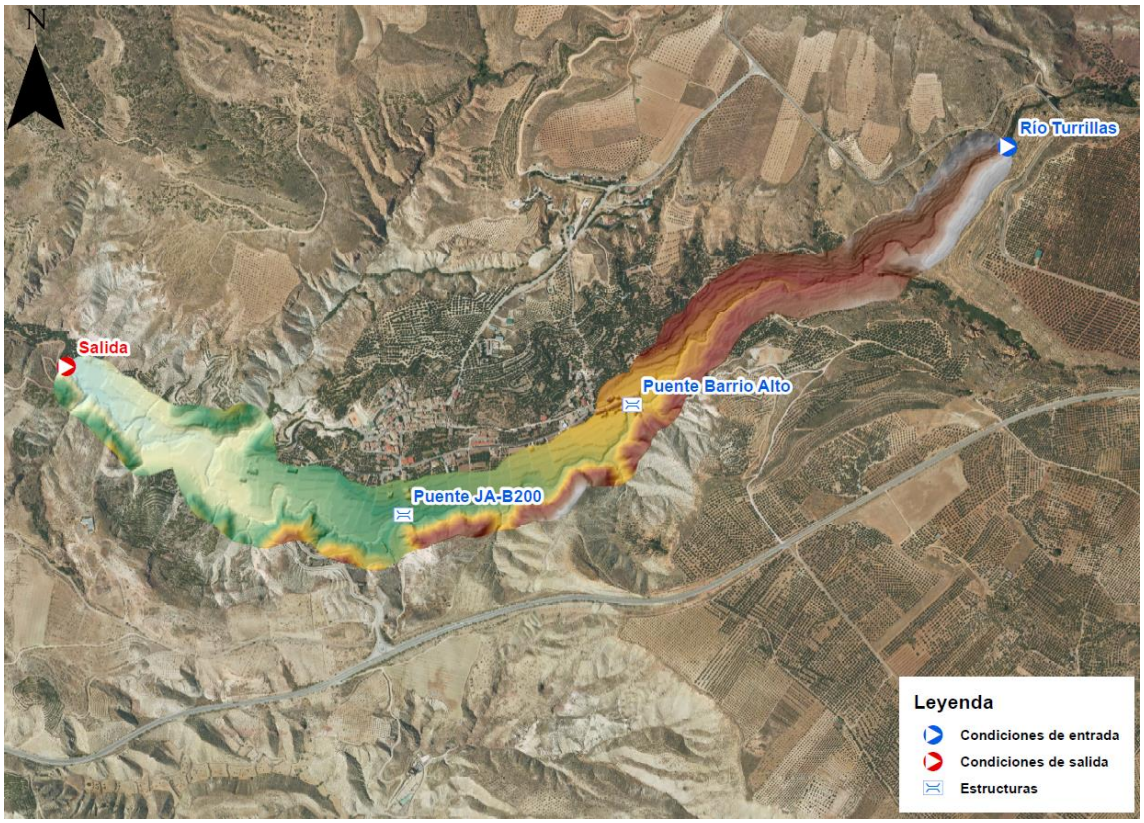


Figura 34. Croquis del modelo hidráulico empleado.

7.2 Modelo hidráulico para la situación actual. Alternativa 0

Esta es la alternativa que representa la situación actual de las inundaciones en el ámbito de estudio. En esta alternativa se incluye la modelización del puente del Barrio Alto con una obstrucción de su luz del 100% (0% de ancho libre) para reproducir la situación actual de los problemas de inundaciones generados por el taponamiento del puente por restos vegetales arrastrados por el río. Se realiza una nueva simulación con el puente obstruido un 100% y se calculan los daños generados en esta nueva situación actual.

Se aprecia que, debido a la obstrucción del 100% del puente, para T010 se produce una sobreelevación del nivel del río que genera inundaciones aguas arriba de la estructura. La zona inundable derivada de esta problemática afecta a las viviendas aledañas al puente y a la calle Real. En las zonas más cercanas al puente se alcanzan calados de hasta 1,5 m. Aguas arriba también se observa afecciones a parcelas agrícolas de la margen derecha con calados próximos a 1 m.

Para T100 la zona inundable aumenta en un 10% respecto a T010, pero se observa un incremento general de los calados en un 10%.

Por último, para T500 la zona inundable apenas aumenta su extensión respecto a T100, pero los calados sufren un incremento del 40%.



Figura 35. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la situación actual (Alternativa 0).

A continuación, se muestran una serie de imágenes comparando los resultados de esta situación actual (con el puente obstruido al 100%) con la situación actual del MAPRI de 1er ciclo (con el puente sin obstrucción), disponible en el SNCZI. Se observa un incremento de la zona inundable aguas arriba del puente y un incremento de los calados superior al 50% en toda la zona. Por ejemplo, para T500, en el modelo del MAPRI de 1er ciclo, en la zona del cauce antes de su llegada al puente el agua alcanza calados de alrededor de 4 metros y se aprecia un embalsamiento del agua, pero con menores calados. Para el mismo periodo de retorno, en la Alternativa 0, las alturas del agua en el cauce son de alrededor de 6 metros, hasta un máximo de 6,95 metros justo antes de su encuentro con el puente. En el entorno urbano, en la calle Real en la margen derecha del río, la zona inundable en el caso de T500 tiene menor extensión en el MAPRI de 1er ciclo que en la alternativa 0 (donde se produce un notable represamiento del agua) y los calados son menores (en la calle Real hasta 0,9 metros en MAPRI de 1er ciclo frente a hasta 2,45 metros en la Alternativa 0).

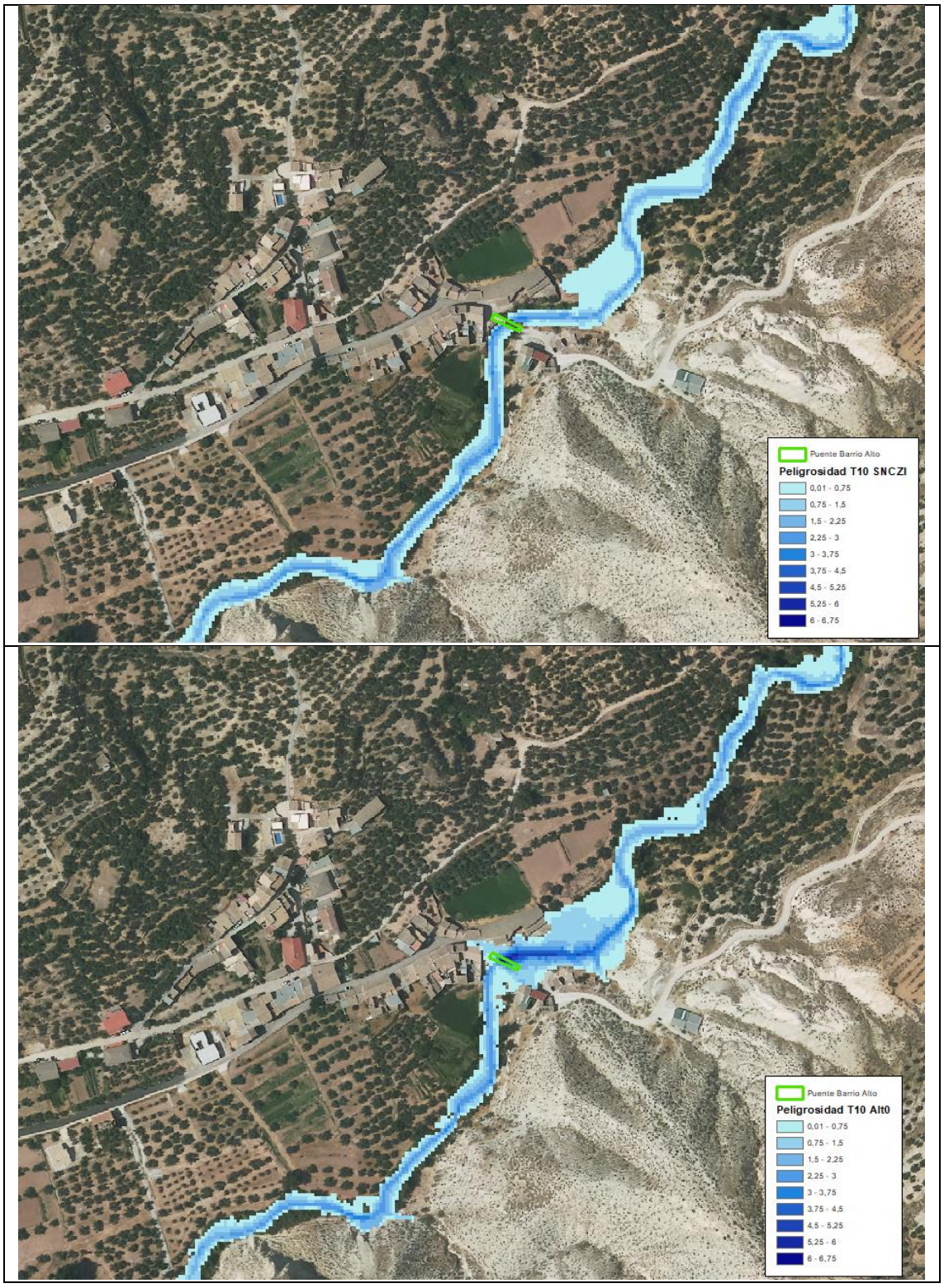


Figura 36. Comparativa de mapas de peligrosidad para T010 según el MAPRI de 1er ciclo (imagen superior) y calculado para la Alternativa 0 con el puente obstruido al 100% (imagen inferior). Valores de calado en metros.

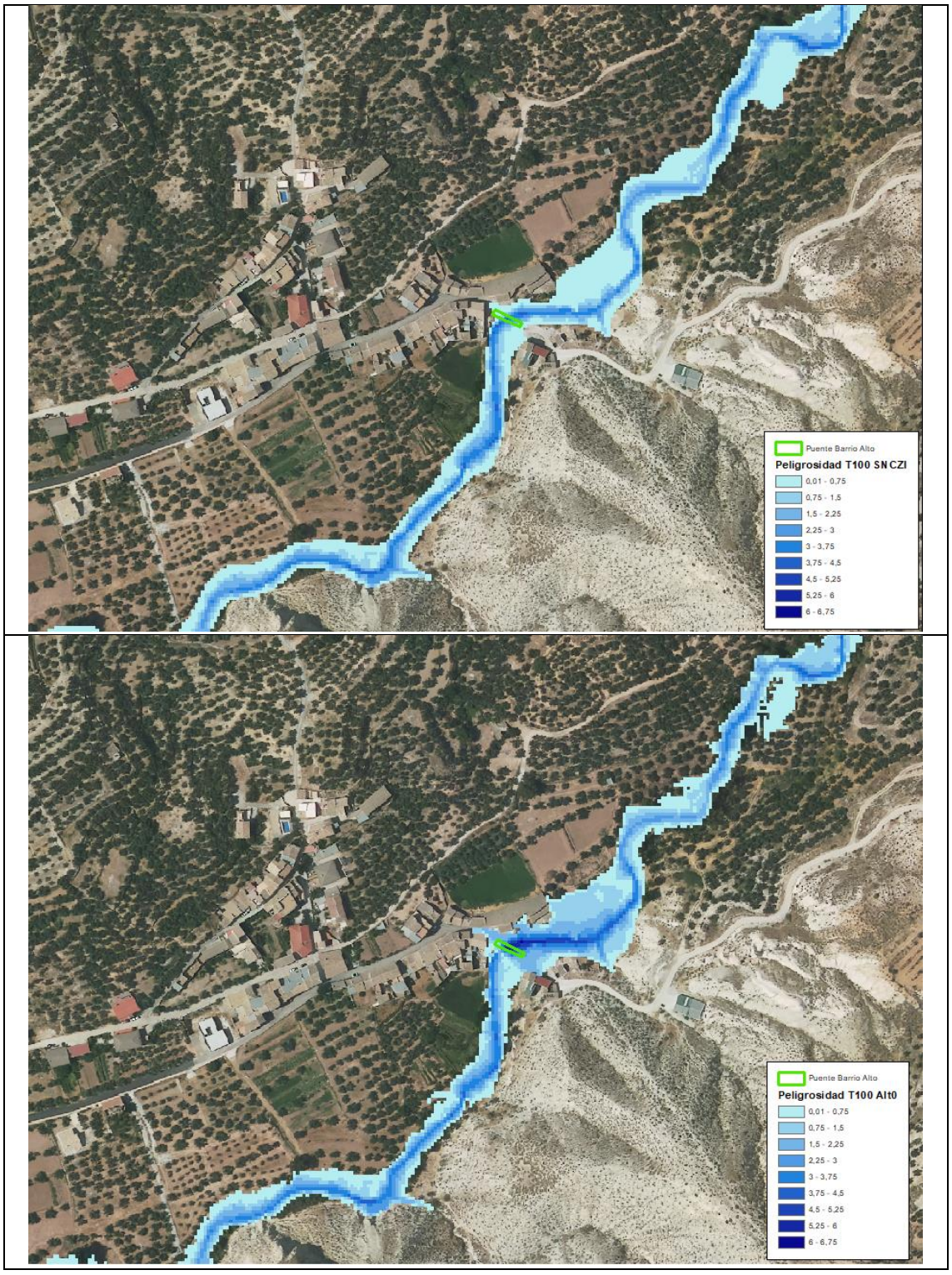


Figura 37. Comparativa de mapas de peligrosidad para T100 según el MAPRI de 1er ciclo (imagen superior) y calculado para la Alternativa 0 con el puente obstruido al 100% (imagen inferior). Valores de calado en metros.

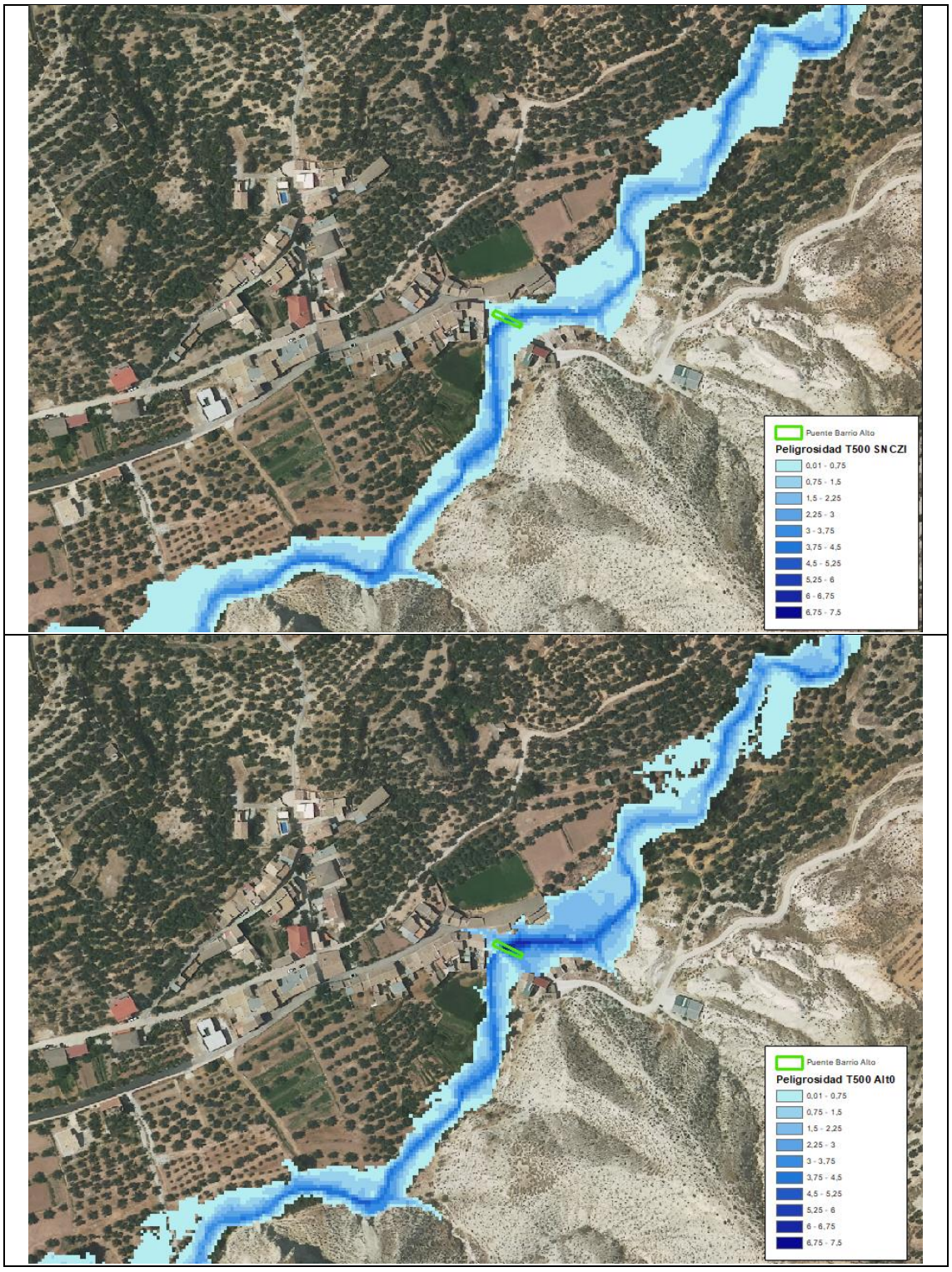


Figura 38. Comparativa de mapas de peligrosidad para T500 según el MAPRI de 1er ciclo (imagen superior) y calculado para la Alternativa 0 con el puente obstruido al 100% (imagen inferior). Valores de calado en metros.

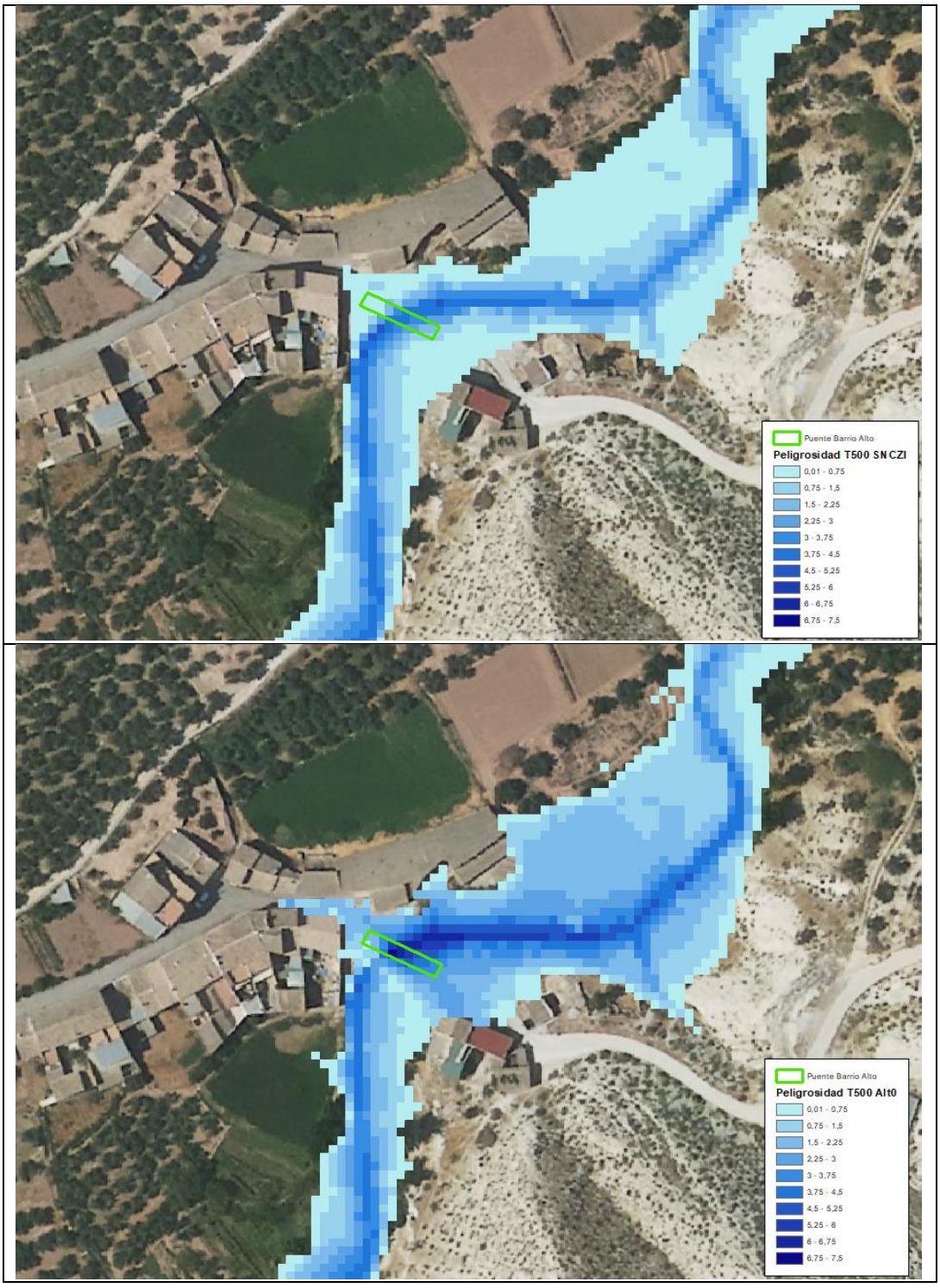


Figura 39. Detalle de la ccomparativa en la zona del puente de los mapas de peligrosidad para T500 según el MAPRI de 1er ciclo (imagen superior) y calculado para la Alternativa 0 con el puente obstruido al 100% (imagen inferior). Valores de calado en metros.

7.3 Modelo hidráulico para la Alternativa 1

Este modelo representa la Alternativa 1 que consiste en la ampliación de la sección del puente del Barrio Alto, demoliendo aproximadamente 1,5 m del estribo de la margen izquierda, para ampliar la luz de la sección del puente sin tener que modificar o sustituir el puente actual.

El MDT empleado se ha generado a partir del MDT de la situación actual, pero añadiendo la ampliación de la sección del puente. La rugosidad también se ha generado a partir de la rugosidad de la situación actual realizando las modificaciones necesarias en la zona de ampliación de la sección.

El puente situado en el Barrio Alto se ha implementado en el modelo con un porcentaje de obstrucción del 90%.



Figura 40. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 1.

Comparando la lámina T010 de la Alternativa 1 con la de T010 de situación actual (Alternativa 0) se observa una reducción del 70% de la zona inundable inmediatamente aguas arriba del puente del Barrio Alto. La mejora de la capacidad hidráulica del puente reduce los calados aguas arriba eliminando así las inundaciones en la calle Real y las viviendas aledañas al cauce.

Comparando las láminas de T100 se observa una reducción de la zona inundable aguas arriba del puente del 15%. Los calados en la calle Real y las viviendas aledañas se ven reducidos aunque las zonas más cercanas al cauce continúan afectadas.

A partir de los resultados, se observa que esta alternativa es muy eficaz para proteger para un periodo de retorno de 10 años, pero presenta limitaciones para periodos de retorno superiores.

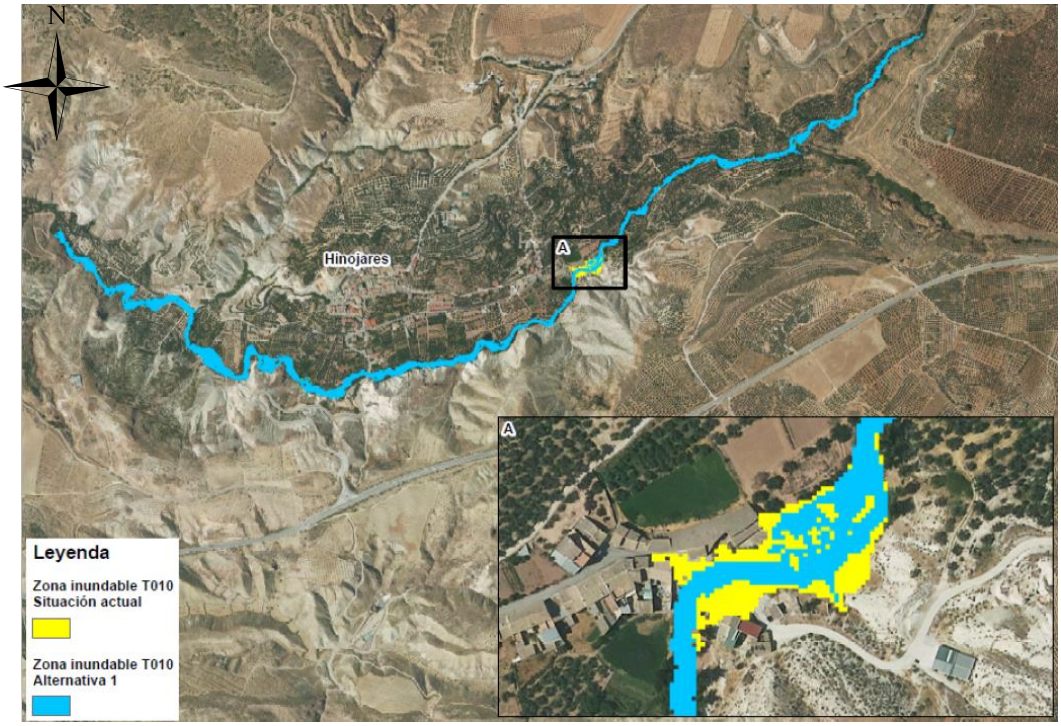


Figura 41. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 1.

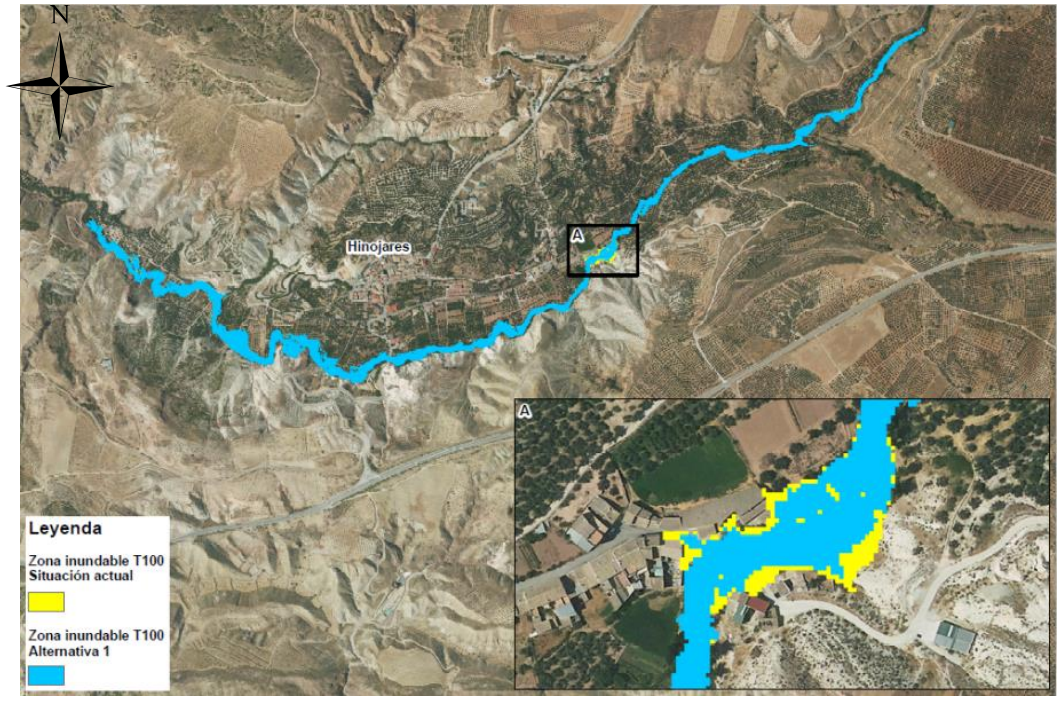


Figura 42. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 1.

7.4 Modelo hidráulico para la Alternativa 2

En la Alternativa 2 se realizarían las actuaciones previstas en la Alternativa 1 y adicionalmente, se amplia la capacidad hidráulica del cauce en el entorno del puente del Barrio Alto, unos 60 m. Esta ampliación consistirá en el perfilado del cauce para incrementar ligeramente la sección del tramo. Se considera que con esta medida se reducirá el porcentaje de obstrucción del puente frente a la alternativa 1.

El MDT empleado se ha generado a partir del MDT de la situación actual, añadiendo la ampliación de la sección del puente y la ampliación del cauce en el entorno de este. La rugosidad también se ha generado a partir de la rugosidad de la situación actual realizando las modificaciones necesarias en las zonas de actuación.

El puente situado en el Barrio Alto se ha implementado en el modelo con un porcentaje de obstrucción del 80% (20% de sección libre).



Figura 43. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 2.

Comparando la lámina T010 de la alternativa 2 con la de T010 de situación actual se aprecia una reducción del 80% de la zona inundable aguas arriba del puente. La mejora de la capacidad hidráulica del puente y la mejora de drenaje permiten circular el caudal del río sin desbordarse en este punto.

Para la lámina de T100 la situación se repite, reduciendo la zona inundable en un 60%. La inundación en la Calle Real y las viviendas se elimina, sin embargo, aguas arriba la inundación en la zona de cultivos de la margen derecha se mantiene, pero reduciéndose los calados hasta 0,5 m.

Analizando estos resultados se concluye que esta alternativa es eficaz para reducir las inundaciones localizadas en el Barrio Alto para periodos de retorno de 100 años.

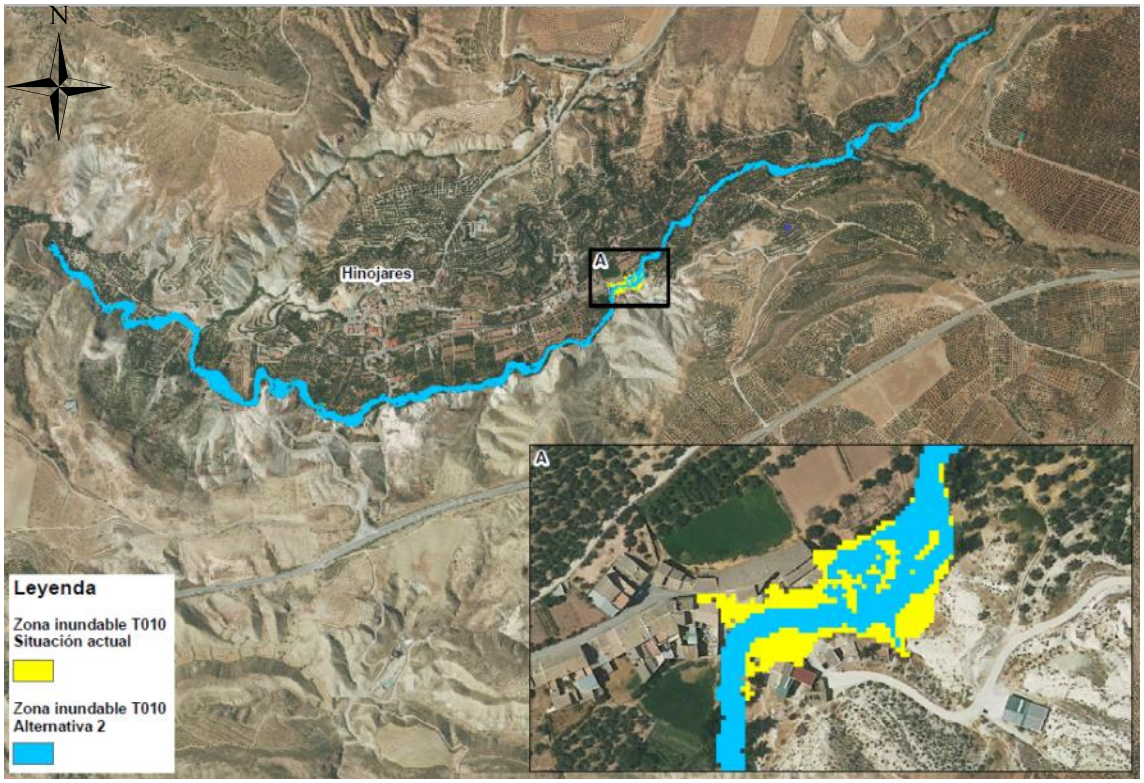


Figura 44. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 2.

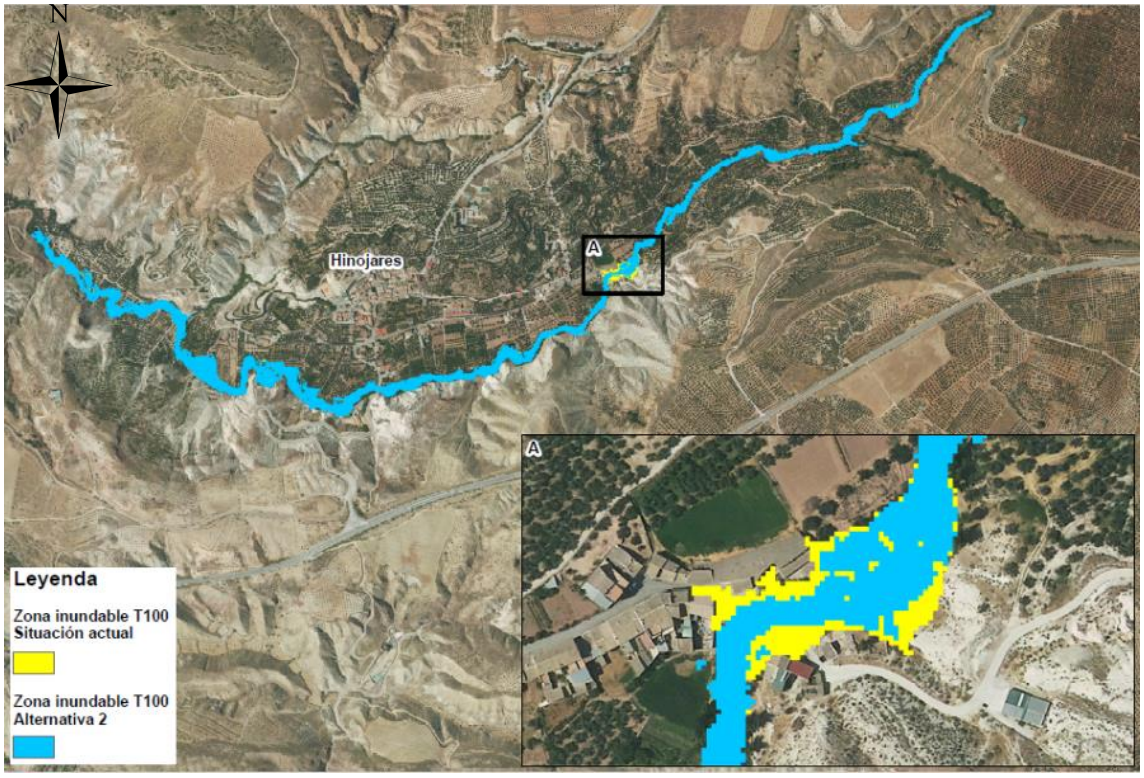


Figura 45. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 2.

7.5 Modelo hidráulico para la Alternativa 3

En la Alternativa 3 se realizan las actuaciones previstas en la Alternativa 2 y adicionalmente, se instalará en el cauce un mallado de acero permeable para retención de sólidos, a unos 475 m aguas arriba del puente, en una zona con baja vulnerabilidad para evitar posibles daños por el incremento del nivel del río aguas arriba de la estructura. Se considera que con esta medida se eliminaría gran parte de la obstrucción del puente.

El MDT y la rugosidad de la Alternativa 3 son las empleadas en la Alternativa 2.

El mallado de acero no se ha introducido en el modelo como estructura, sino que se ha representado reduciendo el porcentaje de obstrucción del puente, para representar el efecto de contención de solidos vegetales que retendría la barrera.

El puente situado en el Barrio Alto se ha implementado en el modelo con un porcentaje de obstrucción del 5% (95% de sección libre).



Figura 46. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 3.

Comparando la lámina T010 de la Alternativa 3 con la de T010 de situación actual se aprecia una reducción del 80% de la zona inundable aguas arriba del puente. Se elimina por completo la inundación en la Calle Real y las viviendas aledañas. En la zona de cauce inmediatamente aguas arriba del puente, los calados se reducen hasta un 50%.

Comparando las láminas de T100 los resultandos también son muy positivos. Se reduce la zona inundable en un 60%, eliminando por completo la inundación en suelo urbano.

Las parcelas de cultivos de la margen derecha continúan inundándose, pero los calados se reducen en un 20%. En el cauce los calados se reducen hasta en un 60%.

Para T500, se observa una reducción en la extensión de la zona inundable y en los calados respecto a la situación actual, aunque en menor medida.

Analizando los resultados se observa la eficacia de esta alternativa para reducir las inundaciones locales para periodos de retorno de 100 años.

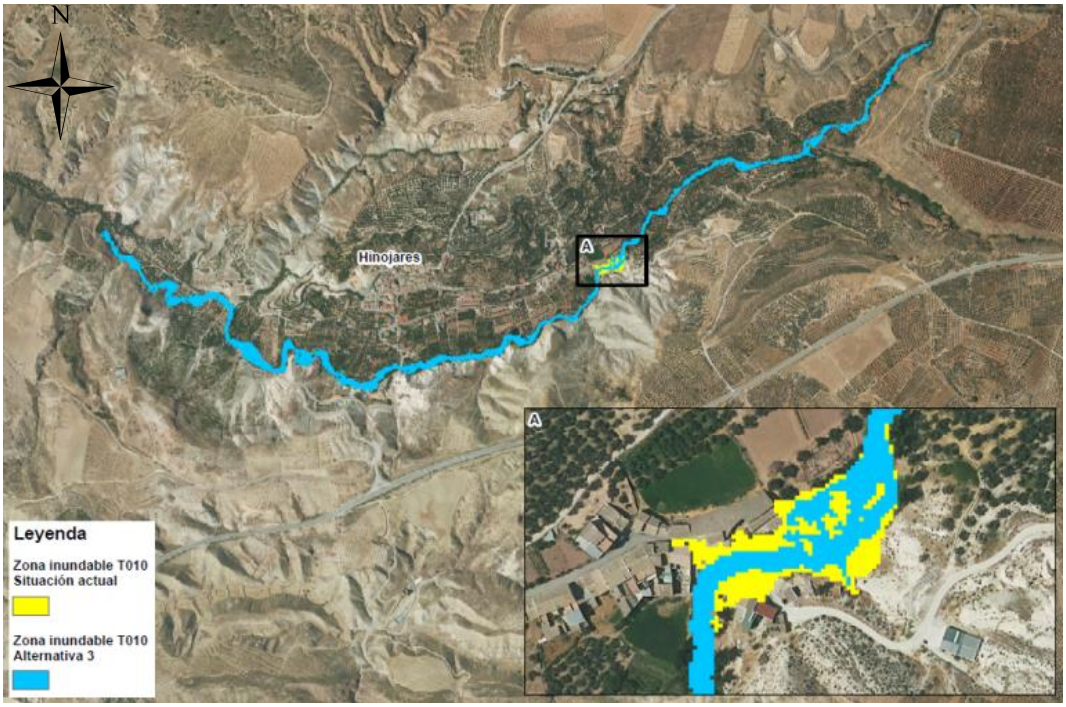


Figura 47. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 3.



Figura 48. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 3.

7.6 Modelo hidráulico para la Alternativa 4

En la Alternativa 4 se realizaran las actuaciones previstas en la Alternativa 2 y adicionalmente, se instalaría en el cauce un vallado permeable para retención de sólidos, a unos 475 m aguas arriba del puente, en una zona con baja vulnerabilidad para evitar posibles daños por el incremento del nivel del río aguas arriba de la estructura. Se considera que con esta medida se eliminaría gran parte de la obstrucción del puente.

El MDT y la rugosidad de la Alternativa 3 son las empleadas en la Alternativa 2.

La barrera metálica no se ha introducido en el modelo como estructura, sino que se ha representado reduciendo el porcentaje de obstrucción del puente, para representar el efecto de contención de solidos vegetales que retendría la barrera.

El puente situado en el Barrio Alto se ha implementado en el modelo con un porcentaje de obstrucción del 5% (95% de sección libre).



Figura 49. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 4.

Los resultados de la zona inundable de la Alternativa 4 coinciden con los generados en la Alternativa 3.

7.7 Modelo hidráulico para la Alternativa 5.1

En la Alternativa 5.1 se propone unicamente la instalación en el cauce del mallado de acero permeable para retención de sólidos propuesto en la Alternativa 3. Se mantiene también su ubicación aguas arriba para evitar afecciones a zonas pobladas. Se considera que con esta medida se eliminaría gran parte de la obstrucción del puente.

El MDT de la Alternativa 5.1 es el empleado en la situación actual (Alternativa 0), ya que la medida propuesta no requiere modificar el MDT. La rugosidad se mantiene igual respecto a la Alternativa 0.

El puente situado en el Barrio Alto se ha implementado en el modelo con un porcentaje de obstrucción del 5% (95% de sección libre).



Figura 50. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 5.1.

Comparando la lámina T010 de la Alternativa 5.1 con la de T010 de situación actual se aprecia una reducción sustancial de la zona inundable aguas arriba del puente del Barrio Alto. Se elimina el 100% de la inundación en suelo urbano y el 50% en terreno agrícola. En cuanto a los calados, en los terrenos agrícolas que se mantienen inundados los calados se reducen un 40%, mientras que en el cauce los calados se reducen en un 50%.

Comparando las láminas de T100 la reducción de la zona inundable es del 60%, llegando a eliminar por completo la inundación en suelo urbano. En los terrenos

agrícolas de la margen derecha se reduce ligeramente la zona inundable acompañado de una reducción en los calados de un 20%. En el cauce esta reducción de los calados llega hasta el 50%.

Analizando los resultados se observa que la Alternativa 5.1 es eficaz para reducir el riesgo de inundación para periodos de retorno de 100 años.

7.8 Modelo hidráulico para la Alternativa 5.2

En la Alternativa 5.2 se propone unicamente la instalación en el cauce de un vallado permeable para retención de sólidos propuesta en la Alternativa 4. Se mantiene también su ubicación aguas arriba para evitar afecciones a zonas pobladas. Se considera que con esta medida se eliminaría gran parte de la obstrucción del puente.

El MDT de la Alternativa 5.2 es el empleado en la situación actual (Alternativa 0), ya que la medida propuesta no requiere modificar el MDT.

El puente situado en el Barrio Alto se ha implementado en el modelo con un porcentaje de obstrucción del 5% (95% de sección libre).



Figura 51. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno calculadas para la Alternativa 5.2.

Los resultados obtenidos en la Alternativa 5.2 coinciden con los obtenidos en la Alternativa 5.1.

Para consultar información más detallada de las zonas inundables de las diferentes alternativas consultar el ***Apéndice 9.*** *Planos de la actuación*. colección de planos *PL03 Mapa de Zonas Inundables (ZI).* Para consultar la comparativa de las zonas inundables de las diferentes alternativas frente a la situación actual consultar la colección de planos *PL04 Comparativa de Zonas Inundables.*

7.9 Zona de inundación peligrosa (ZIP)

A partir de las láminas de calado y velocidad generadas en la modelización hidráulica se ha realizado el cálculo de la zona de inundación peligrosa (ZIP). De acuerdo con el artículo 9.2 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, RD 849/1986, para que se considere zona inundación peligrosa se deben dar al menos uno de estos tres supuestos: calados superiores a 1 m, velocidad superior a 1 m/s o que el producto de calado por velocidad sea mayor de 0,5. Puntualizar que este cálculo se ha realizado sin contar la zona de cauce.

En la siguiente tabla se muestran las superficies de zona de alta peligrosidad por alternativa y periodo de retorno.

	T010	T100	T500
	Superficie (m^2)		
Alternativa 0	20.395,25	32.390,22	43.297,91
Alternativa 1	20.107,05	31.529,85	43.064,36
Alternativa 2	20.085,21	31.517,90	43.047,05
Alternativa 3	20.023,48	31.485,22	42.520,72
Alternativa 4	20.023,48	31.485,22	42.520,72
Alternativa 5.1	20.028,54	31.512,55	42.625,33
Alternativa 5.2	20.028,54	31.512,55	42.625,33

Tabla 2. Resumen de las superficies de zona de alta peligrosidad por alternativa y periodo.

Se aprecia que la mayor reducción de la ZIP se da para las alternativas 3 y 4, las cuales presentan la mayor reducción de calados y velocidades respecto a la situación actual. Sin embargo, esta reducción no es muy destacable ya que este cálculo se ha realizado en todo el tramo ARPSI y estas alternativas actúan de manera muy local en las inmediaciones del puente del Barrio Alto. Cabe destacar que, aunque el área que se reduce es limitada, se encuentra en zona urbana por lo que su eliminación es de vital importancia para reducir los posibles daños.

En la siguiente figura se presentan las imágenes de la zona de alta peligrosidad de las alternativas:

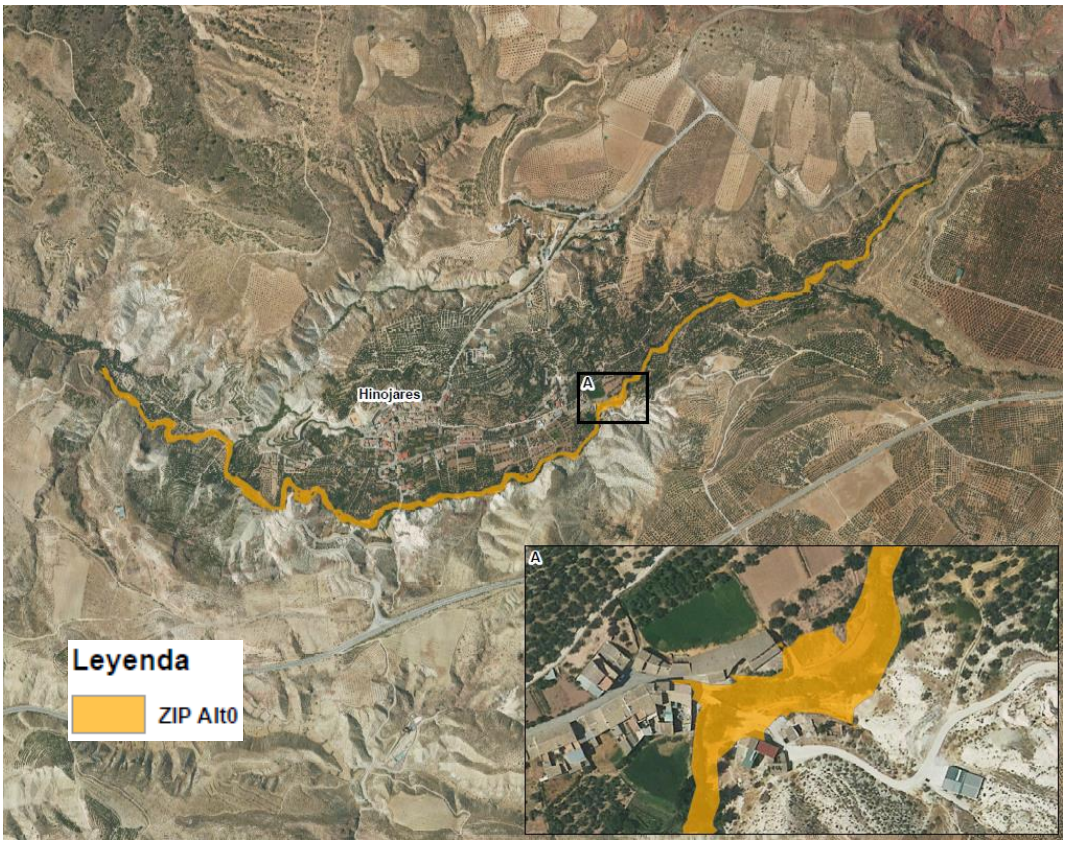


Figura 52. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 0.

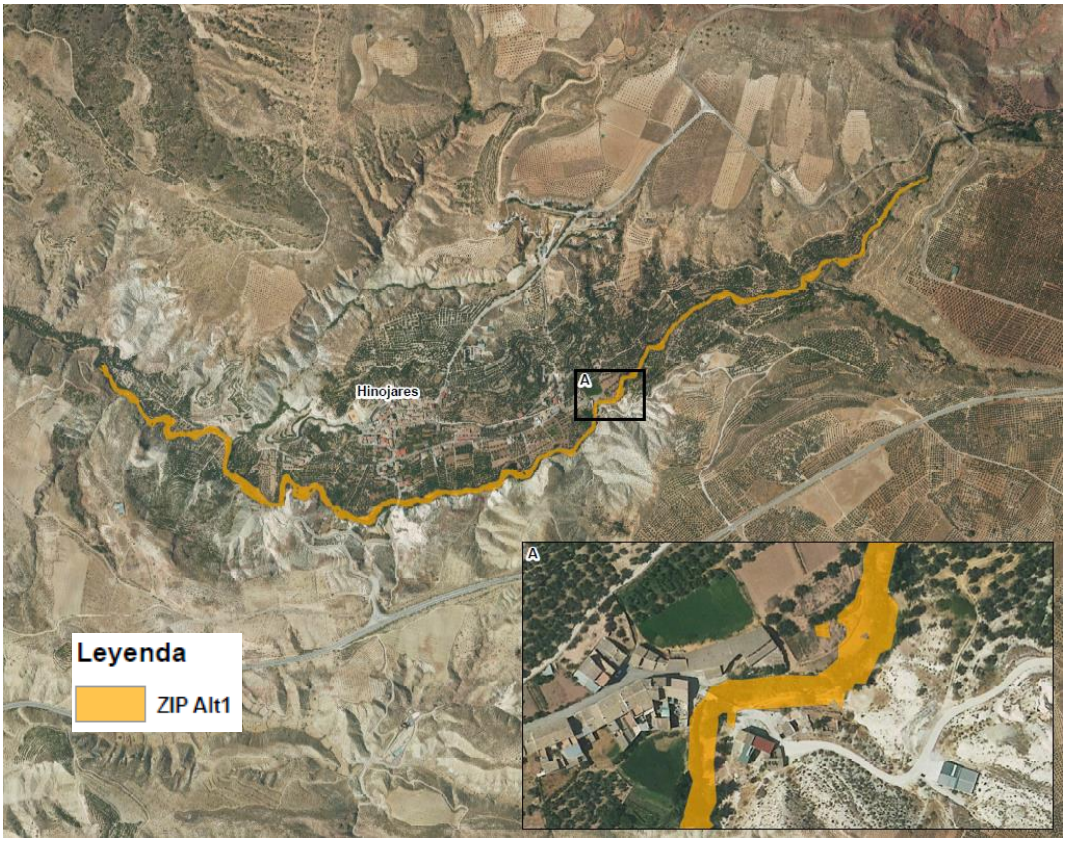


Figura 53 .Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 1.



Figura 54. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 2.



Figura 55. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 3.

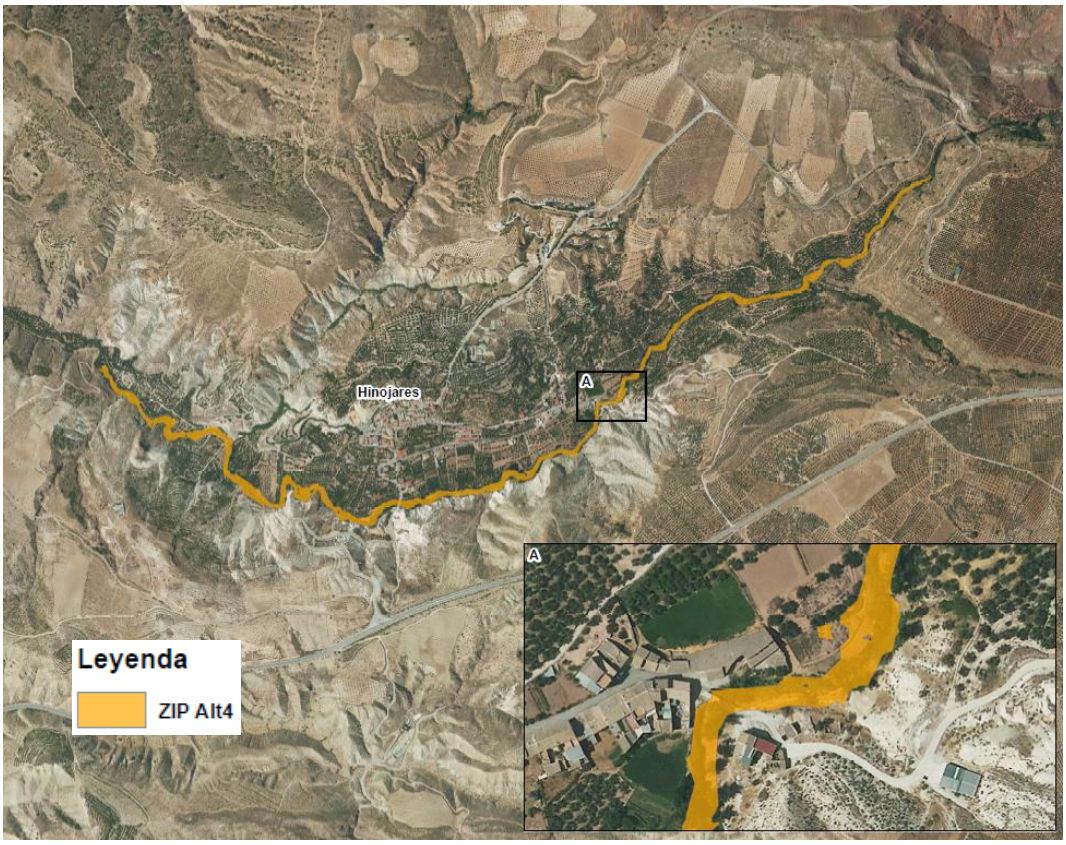


Figura 56. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 4.



Figura 57. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 5.1.



Figura 58. Zona de alta peligrosidad para la Alternativa 5.2.

Para consultar información más detallada de las ZIP de las diferentes alternativas consultar el ***Apéndice 9*** *Planos de la actuación*. colección de planos *PL06 Mapa de Zonas de Inundación Peligrosa (ZIP).*

7.10 Población afectada

En este apartado se muestran los resultados de la población afectada, a partir de los datos del padrón (INE 2022) y de densidad de población. El municipio afectado es Hinojares (335 habitantes).

	Población afectada (Nº habitantes)						
Periodo de retorno	**Alt0**	**Alt1**	**Alt2**	**Alt3**	**Alt4**	**Alt5.1**	**Alt5.2**
T010	8	0	0	0	0	0	0
T100	8	0	0	0	0	0	0
T500	9	9	8	1	1	3	3

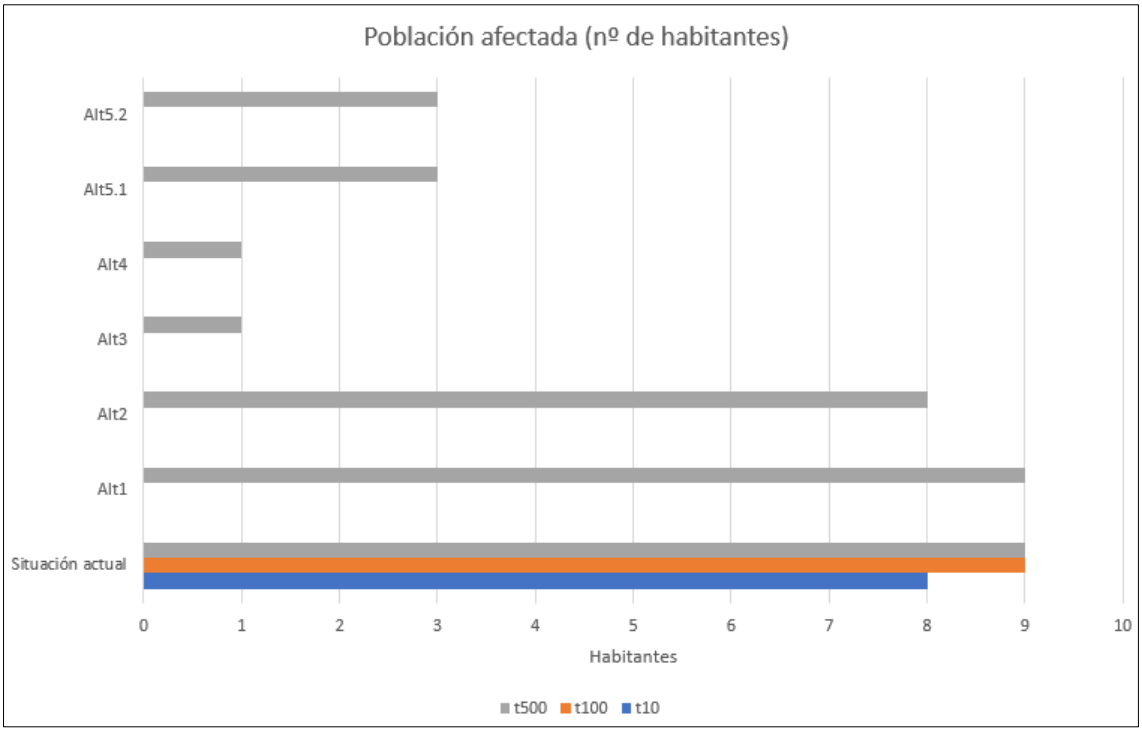


Figura 59. Población afectada en la zona de estudio para diferentes alternativas y periodo de retorno.

La metodología de cálculo de la población afectada aparece descrita de forma detallada en el ***Apéndice 6.*** *Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y Objetivos de Desarrollo Sostenible.*

8. Análisis coste-beneficio

El análisis coste beneficio de las alternativas planteadas se ha llevado a cabo mediante un estudio detallado de los costes asociados a cada medida y el beneficio que estas generan. Se estudian los costes de construcción y los costes de mantenimiento y explotación para un periodo de 50 años. El beneficio, entendido como el daño evitado con la implantación de las medidas, se calcula como la diferencia entre los daños calculados en situación actual y con las medidas propuestas. La metodología seguida y el detalle de los cálculos se puede consultar en el ***Apéndice 3.*** *Informe coste/beneficio de la actuación.*

8.1 Valoración económica de cada alternativa

En el ***Apéndice 3****. Informe coste/beneficio de la actuación,* se describen todos los criterios generales que se han tenido en cuenta como las bases de precios aplicadas para presupuestar las medidas, los valores aplicados en los costes de inversión, redacción y dirección de la obra y coste de expropiaciones. En dicho apéndice se describe también el cálculo de los costes de mantenimiento y explotación, que en este estudio coste-beneficio varía entre el 1,2% y el 2,4% según la alternativa, ya que se considera que es fundamental un adecuado mantenimiento y limpieza para la correcta funcionalidad de las barreras permeables previstas. No se ha estimado el Presupuesto Base de Licitación, no incluyéndose Gastos Generales ni Beneficio Industrial, ni tampoco se ha incluido IVA u otros impuestos. Y dado que se trata de una estimación de costes, el total de costes que se asume para las actuaciones en cada alternativa se ha redondeado al alza.

El coste de cada alternativa se resume a continuación:

	Coste total estimado actuaciones
Alternativa 1	55.000 €
Alternativa 2	85.000 €
Alternativa 3	220.000 €
Alternativa 4	160.000 €
Alternativa 5.1	140.000 €
Alternativa 5.2	65.000 €

Tabla 3. Resumen costes de las alternativas.

A continuación, se muestran los desgloses de costes ligados a cada una de las alternativas estudiadas.

El presupuesto de las obras propuestas en la Alternativa 1 se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	26.527,24 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	2.122,18 €
Expropiaciones	-
Dirección de la obra (5%)	1.326,36 €
Mantenimiento ocasional (20%)	5.305,45 €
Total costes no periódicos	**35.281,23 €**
Operación y mantenimiento anual (1,2% anual en 50 años)	15.916,34 €
Coste total medida	**51.197,57 €**
Coste total asumido	**55.000,00 €**

Tabla 4. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 1.

El presupuesto de las obras propuestas en la Alternativa 2, se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	42.893,26 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	3.431,46 €
Expropiaciones	383,58 €
Dirección de la obra (5%)	2.144,66 €
Mantenimiento ocasional (20%)	8.578,65 €
Total costes no periódicos	**57.680,63 €**
Operación y mantenimiento anual (1,2% anual en 50 años)	25.735,96 €
Coste total medida	**83.167,57 €**
Coste total asumido	**85.000,00 €**

Tabla 5. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 2.

El presupuesto de las obras propuestas en la Alternativa 3, se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	97.646,86 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	7.811,75 €
Expropiaciones	383,58 €
Dirección de la obra (5%)	4.882,34 €
Mantenimiento ocasional (20%)	19.529,37 €
Total costes no periódicos	**130.502,92 €**
Operación y mantenimiento anual (1,8% anual en 50 años)	87.882,18 €
Coste total medida	**218.136,09 €**
Coste total asumido	**220.000,00 €**

Tabla 6. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 3.

El presupuesto de las obras propuestas en la Alternativa 4, se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	67.762,07 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	5.420,97 €
Expropiaciones	383,58 €
Dirección de la obra (5%)	3.388,10 €
Mantenimiento ocasional (20%)	13.552,41 €
Total costes no periódicos	**90.756,14 €**
Operación y mantenimiento anual (1,8% anual en 50 años)	60.985,86 €
Coste total medida	**151.492,99 €**
Coste total asumido	**160.000,00 €**

Tabla 7. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 4.

El presupuesto de las obras propuestas en la Alternativa 5.1 se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	54.753,60 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	4.380,29 €
Expropiaciones	-
Dirección de la obra (5%)	2.737,68 €
Mantenimiento ocasional (20%)	10.950,72 €
Total costes no periódicos	**72.822,29 €**
Operación y mantenimiento anual (2,4% anual en 50 años)	65.704,32 €
Coste total medida	**138.526,62 €**
Coste total asumido	**140.000,00 €**

Tabla 8. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 5.1.

El presupuesto de las obras propuestas en la Alternativa 5.2 se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	24.868,81 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	1.989,50 €
Expropiaciones	-
Dirección de la obra (5%)	1.243,44 €
Mantenimiento ocasional (20%)	4.973,76 €
Total costes no periódicos	**33.075,52 €**
Operación y mantenimiento anual (2,4% anual en 50 años)	29.842,57 €
Coste total medida	**62.918,09 €**
Coste total asumido	**65.000,00 €**

Tabla 9. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 5.2.

8.2 Puntos de especial importancia

Para el correcto cálculo de esta actuación ha sido necesario realizar una búsqueda de todos los elementos de especial importancia (valor estratégico, servicio social, disponibilidad en la emergencia, etc.) presentes dentro del ámbito de estudio. Se ha

revisado la información incluida en el PGRI y mapas de riesgo del segundo ciclo de planificación, ampliándose con una búsqueda específica. En este caso, no se ha identificado ningún punto de especial importancia en la zona. Esto es debido a que el área afectada por la zona inundable es de carácter residencial, industrial y agrícola y se ubica fuera de la zona más céntrica de la población donde se localizan los principales servicios. Únicamente, como punto de importancia en la zona cercana se ha localizado la Fuente del Barrio Alto, pero ubicado fuera de la zona inundable.

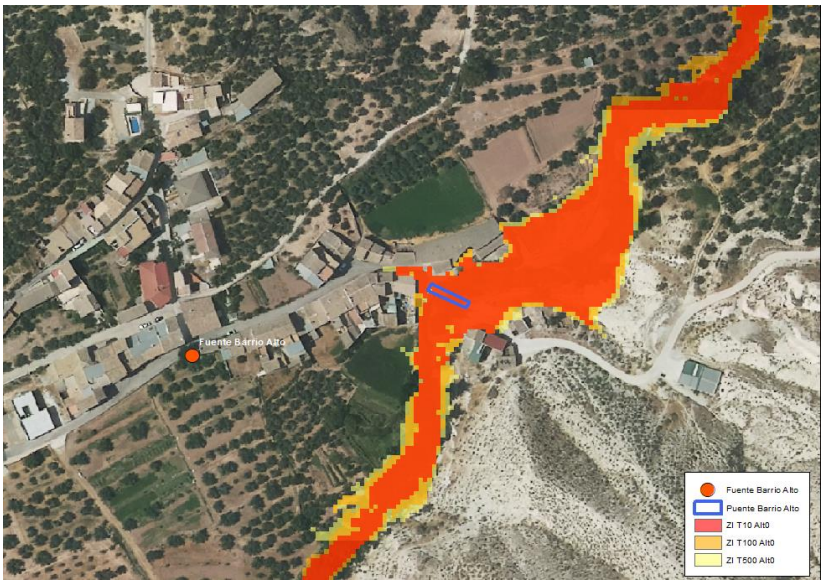


Figura 60. Localización de la Fuente del Barrio Alto respecto a las zonas inundables del SNCZI.

8.3 Análisis de daños y beneficio estimado

Toda la metodología para el cálculo de los daños producidos por una inundación se puede consultar en el ***Apéndice 3****. Informe coste/beneficio de la actuación.* Una vez obtenidos los daños por periodo de retorno se calculó el daño anual medio de la situación actual y las diferentes alternativas. La metodología para este cálculo también se incluye en el apéndice citado anteriormente.

A continuación, se resumen los valores de los daños estimados en la situación actual y en el resto de las alternativas propuestas.

Daños estimados asociados a eventos de período de retorno T años			
	T010	**T100**	**T500**
Alternativa 0	50.000 €	79.000 €	109.000 €
Alternativa 1	9.300 €	30.000 €	85.200 €
Alternativa 2	9.200 €	25.000 €	85.200 €
Alternativa 3	9.200 €	21.000 €	45.000 €
Alternativa 4	9.200 €	21.000 €	45.000 €
Alternativa 5.1	9.200 €	22.000 €	45.200 €
Alternativa 5.2	9.200 €	22.000 €	45.200 €

Tabla 10. Resumen de los resultados de los daños estimados para las alternativas estudiadas.

El beneficio anual esperado se ha calculado a partir de la disminución del daño en cada alternativa respecto a la situación actual.

En la siguiente tabla se resume el daño anual esperado y el beneficio anual esperado que genera cada una de las alternativas (los valores de la tabla no incluyen aún sobrecostes por intervención de los servicios de emergencias):

Alternativa	Daño anual esperado	Beneficio anual esperado
Alternativa 0	8.825,00 €	-
Alternativa 1	2.781,00 €	6.044,00 €
Alternativa 2	2.527,40 €	6.297,60 €
Alternativa 3	2.242,10 €	6.582,90 €
Alternativa 4	2.242,10 €	6.582,90 €
Alternativa 5.1	2.149,00 €	6.676,00 €
Alternativa 5.2	2.149,00 €	6.676,00 €

Tabla 11. Resumen del beneficio generado en las diferentes actuaciones estudiadas.

8.4 Coste beneficio de cada alternativa

A partir de los datos presentados en los apartados anteriores, se ha realizado un estudio de la rentabilidad de las alternativas para analizar la viabilidad económica de las obras propuestas en cada una de ellas.

El periodo de análisis de la rentabilidad es de 50 años de explotación y mantenimiento, sin contar el plazo de construcción, y una tasa de descuento del 3%.

En la siguiente tabla se muestran los principales indicadores de rentabilidad de las alternativas estudiadas:

Alternativa	VAN	TIR	B/C
Alternativa 1	119.814,53 €	17%	**3,76**
Alternativa 2	99.462,33 €	11%	**2,41**
Alternativa 3	2.367,63 €	3%	**1,01**
Alternativa 4	55.955,12 €	6%	**1,46**
Alternativa 5.1	73.727,07 €	8%	**1,69**
Alternativa 5.2	131.928,14 €	19%	**3,72**

Tabla 12. Resumen de la rentabilidad de las alternativas estudiadas.

Alternativa más rentable de acuerdo con cada indicador	
VAN	Alt. 5.2
TIR	Alt. 5.2
B/C	Alt. 1
En caso de existir limitaciones en la financiación, la alternativa que económicamente saldrá más rentable será:	Alt.1
En caso de no existir limitaciones en la financiación, la alternativa que económicamente saldrá más rentable será:	Alt. 5.2

Tabla 13. Alternativas más rentables según el indicador de rentabilidad.

Se observa que la rentabilidad de todas las alternativas propuestas es positiva. En el caso de la Alternativa 3 esta rentabilidad, aunque positiva, es muy baja. Esto se debe a los altos costes de inversión que supone la instalación y mantenimiento del mallado de acero y unos beneficios similares a otras alternativas menos costosas. Estas características hacen que su rentabilidad sea poco robusta.

Las Alternativas 4 y 5.1 presentan una rentabilidad positiva, pero los elevados costes de inversión hacen que la rentabilidad no destaque.

Las alternativas con mayor rentabilidad son las alternativas 1, 5.2 y 2. Siendo la Alternativa 1 ligeramente la más rentable según ratio B/C. Esta alternativa presenta el menor beneficio de todas las alternativas, sin embargo, su coste de inversión también es el más bajo, lo que hace que sea la alternativa más rentable y la alternativa ideal si hay limitaciones de financiación.

En segundo lugar, la Alternativa 5.2 presenta el beneficio más alto, que unido a un coste no muy elevado le otorga una rentabilidad robusta. Al ser la alternativa que más beneficio genera es la más rentable según el VAN y el TIR, lo que indica que si no hay limitación en la financiación es la alternativa ideal.

Por último, la Alternativa 2 es la segunda que menos beneficio genera, pero también presenta unos costes de inversión bajos que hacen que sea rentable.

8.5 Análisis de sensibilidad

Este estudio de rentabilidad se ha realizado para estudiar qué factores son los que provocan mayores variaciones de los indicadores de rentabilidad, y ver si con variaciones pequeñas de los datos de partida provocan el cambio de signo en la rentabilidad obtenida.

A continuación, se presenta de forma resumida la variación del VAN, TIR y el ratio B/C a modificaciones de ±1,5 en la tasa de descuento.

		VAN	TIR	B/C
Alt 1	Variación en tasa de descuento -1,5	175.692,45 €	17%	4,78
	Variación en tasa de descuento +1,5	83.841,65 €	17%	3,02
Alt 2	Variación en tasa de descuento -1,5	155.988,11 €	11%	3,07
	Variación en tasa de descuento +1,5	63.072,38 €	11%	1,93
Alt 3	Variación en tasa de descuento -1,5	50.148,54 €	3%	1,26
	Variación en tasa de descuento +1,5	-28.392,59 €	3%	0,83
Alt 4	Variación en tasa de descuento -1,5	108.722,57 €	6%	1,82
	Variación en tasa de descuento +1,5	21.984,70 €	6%	1,19
Alt 5.1	Variación en tasa de descuento -1,5	126.525,90 €	8%	2,06
	Variación en tasa de descuento +1,5	39.736,44 €	8%	1,40
Alt 5.2	Variación en tasa de descuento -1,5	191.375,68 €	19%	4,55
	Variación en tasa de descuento +1,5	93.657,22 €	19%	3,09

Tabla 14. Resumen de la sensibilidad de la rentabilidad de las alternativas a cambios en la tasa de descuento.

Se puede observar cómo, ante variaciones en la tasa de descuento, la alternativa 3 podría dejar de ser rentable. Por tanto, su rentabilidad es sensible a fluctuaciones en la tasa de descuento. El resto de alternativas presentan una rentabilidad positiva más consistente ante cambios en la tasa de descuento.

8.6 Conclusiones análisis coste-beneficio

Desde el punto de vista económico las alternativas 1, 5.2 y 2 son las más rentables como sistema de protección contra inundaciones, siendo las alternativas 1 y 5.2 las que presentan los mejores resultados de rentabilidad. Las alternativas 3, 4 y 5.1 presentan una rentabilidad positiva pero menos robusta.

A partir de los resultados obtenidos, se observa que el beneficio anual esperado en las diferentes alternativas varía en un rango de 600 euros. Por tanto, el coste de inversión de las medidas es el valor que más influye en la rentabilidad de las alternativas. Se observa cómo las alternativas con menores costes de inversión presentan rentabilidades positivas interesantes (alternativas 1, 5.2 y 2), mientras que las que presentan costes de inversión elevados son menos rentables.

Cabe destacar que las barreras permeables son las medidas más costosas e incluyen un coste de mantenimiento más elevado. Dentro de estas barreras el vallado metálico es el menos costoso ofreciendo el mismo resultado que el mallado de acero.

La medida consistente en aumentar la capacidad hidráulica del puente (Alternativa 1) presenta costes bajos, que compensan que los beneficios que genera sean relativamente inferiores a otras medidas, con todo hace que sea la alternativa más rentable. Sin embargo, al igual que ocurre con el vallado metálico, la combinación de esta medida con otras provoca que disminuya la rentabilidad.

Por tanto, desde un punto de vista económico tanto la Alternativa 1 como la 5.2 son recomendables, aunque finalmente **se ha seleccionado la Alternativa 5.2**.

Esta selección se ha apoyado en que la Alternativa 5.2 genera un beneficio mayor que la Alternativa 1, y aunque es más costosa, esta diferencia es de poca magnitud, 10.000 euros. En cuanto a los indicadores de rentabilidad, comparando ambas alternativas se aprecia que tanto el VAN como el TIR son más favorables en la Alternativa 5.2 mientras que el ratio B/C es muy similar en ambas. Al no haber una limitación de financiación, ya que la diferencia de costes entre ambas alternativas es mínima, la Alternativa 5.2 es la más adecuada desde el punto de vista económico.

Además, es una medida sencilla y fácil de ejecutar, que se ubica aguas arriba del pueblo, por lo que durante las obras no se verá afectada la actividad del Barrio Alto de Hinojares, y no requiere llevar a cabo expropiaciones.

9. Caracterización de la peligrosidad y riesgo de las alternativas

Siguiendo la metodología que se recoge en los PGRIs de segundo ciclo y en el documento “Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Actualización de la metodología de elaboración de la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación. Directiva de Inundaciones – 2º Ciclo. Versión 2” (MITECO, 2022), se ha obtenido la caracterización y los índices de peligrosidad y riesgo para el tramo de estudio para cada alternativa. El detalle de la metodología seguida se puede consultar en el *Anejo 1. Caracterización de las ARPSIs* del PGRI de segundo ciclo del Guadalquivir.

De forma resumida, la metodología se basó en la selección de aquellos parámetros que se consideran que en mayor medida determinan la existencia de peligrosidad y riesgo de inundación. Para la determinación del índice de peligrosidad se han calculado los parámetros de superficie inundada, los calados y velocidades medios, el tiempo de concentración de la cuenca, el transporte de sedimentos y los obstáculos existentes en el cauce. A la peligrosidad global así obtenida se le aplica un factor de corrección según el grado de regulación de la cuenca.

Para el caso del riesgo, las variables seleccionadas son: la población afectada, las actividades económicas afectadas (diferenciando superficie afectada y daños producidos) los puntos de especial importancia y las áreas de importancia medioambiental.

Cada uno de los parámetros citados, en cada escenario de probabilidad, se valora en una escala de cinco categorías, en función de si la afección es muy grave, en cuyo caso se le asignan 5 puntos; grave, 3 puntos; moderada, 2 puntos; leve, 1 punto o sin afección con 0 puntos.

Se han calculado estos índices para el tramo de estudio en situación actual (Alternativa 0) como tras la ejecución de sus 6 alternativas. Se debe tener en cuenta que la situación actual considera que el puente objeto del estudio se encuentra taponado en caso de avenida, por lo que el índice de peligrosidad y riesgo difiere ligeramente del disponible para el ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 en el PGRI de la CH Guadalquivir, cuya cartografía se ha realizado modelando con la sección del puente totalmente disponible.

En el gráfico radial de cinco puntas que se representa a continuación se muestra el resultado, expresado como el porcentaje de la superficie total del pentágono resultante (situación más desfavorable) con afección. Esta forma de representación permite también visualizar la evolución de la contribución de cada parámetro a la valoración global.

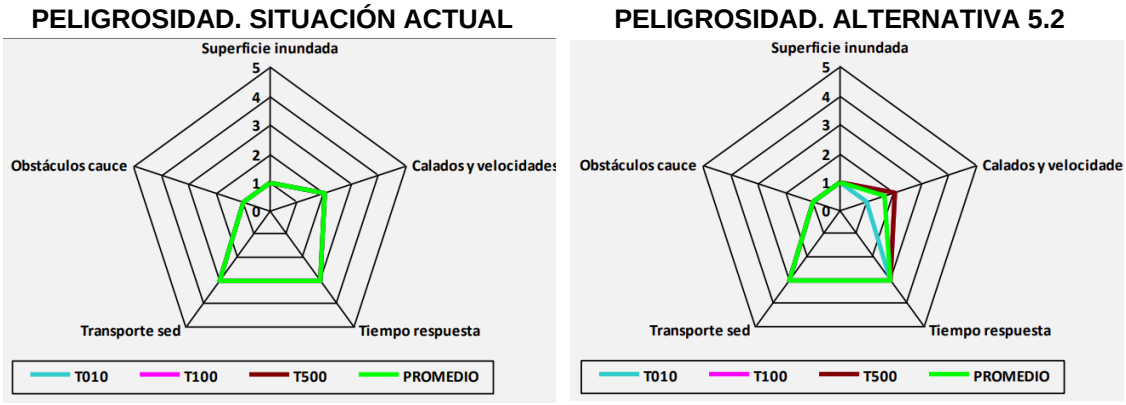


Figura 61. Gráficos de peligrosidad de la Alternativa 5.2 (seleccionada) respecto a la situación actual.



Figura 62. Gráficos del riesgo de la Alternativa 5.2 (seleccionada) respecto a la situación actual.

El resultado global de estos índices se muestra en la siguiente tabla.

Alternativa	Peligrosidad Global	Riesgo global
0	1,8	0,7
1	1,7	0,5
2	1,7	0,5
3	1,7	0,5
4	1,7	0,5
5.1	1,7	0,5
5.2	1,7	0,5

Tabla 15. Índice global de peligrosidad y riesgo por alternativa.

Se puede observar que estos índices son bajos, especialmente el de riesgo. Las afecciones son bajas y están localizadas principalmente en el entorno del puente del Barrio Alto, pero se debe tener en cuenta que estos índices se calculan para todo el tramo ARPSI. Para cualquiera de las alternativas en las que se incluye alguna medida para disminuir los daños, se aprecia una ligera disminución de la peligrosidad y riesgo, pero que no varía de una alternativa a otra. A pesar de que los datos de cada variable no son iguales entre las alternativas, el cálculo final global de cada índice sí resulta idéntico (se puede consultar el detalle de los datos de cada variable en cada alternativa y cada periodo de retorno en el ***Apéndice 7.*** *Caracterización de la Peligrosidad y Riesgo de las alternativas*).

A partir de estos valores ponderados relativos a la peligrosidad y al riesgo de la ARPSI con sus distintas alternativas, se establece un diagrama de dispersión Peligrosidad-Riesgo. Dentro del gráfico, la peligrosidad se ha dividido en dos intervalos: el primero; de 0 a 3 (de significativa a muy alta), y el segundo, de 3 a 5 (de muy alta a extrema). Análogamente, el riesgo se ha dividido en el intervalo de 0 a 3 (de significativo a muy alto) y el intervalo de 3 a 5 (de muy alto a extremo).

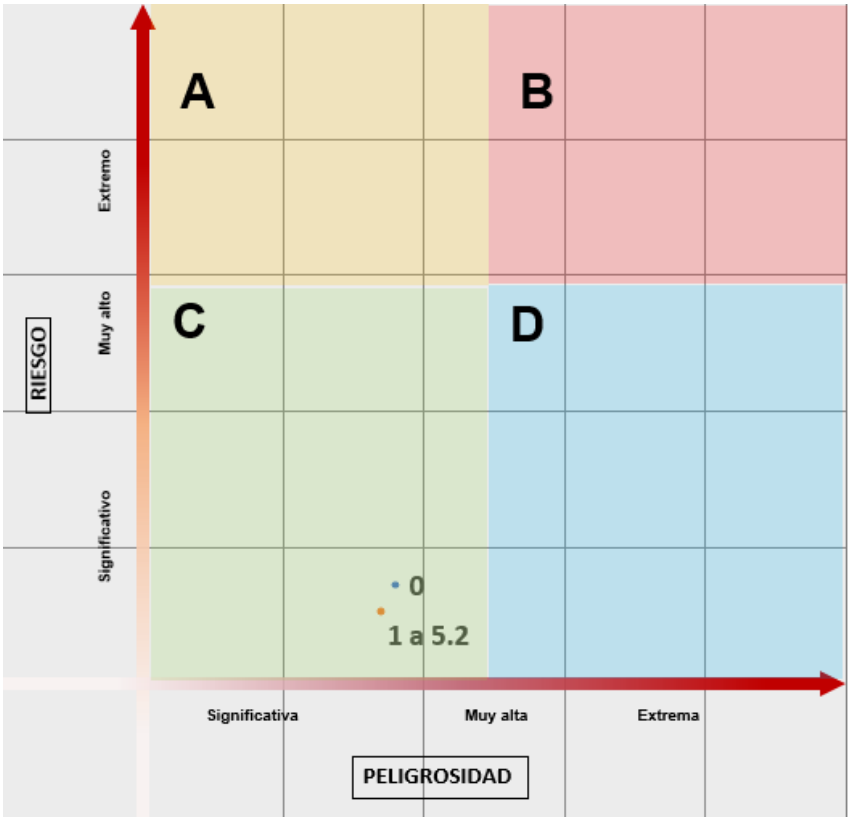


Figura 63. Gráfica de peligrosidad y riesgo para las alternativas.

El diagrama de dispersión resultante se divide, a su vez, en cuatro cuadrantes:

A) Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo muy alto-extremo
B) Peligrosidad muy alta-extrema y riesgo muy alto-extremo
C) Peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto
D) Peligrosidad muy alta-extrema y riesgo significativo-muy alto

En este caso, todas las alternativas se encuentran en el cuadrante C, disminuyendo la peligrosidad y riesgo en aquellas en las que se incluye alguna actuación (de la 1 a la 5.2), pero con el mismo índice. Por tanto, la reducción de peligrosidad y riesgo en las alternativas es reducida y no predomina en ninguna de ellas de manera global. Si bien, como se ha comentado anteriormente, en algunas variables (como calados, velocidades, población afectada o daños económicos) sí se pueden apreciar diferencias según la alternativa y en cada periodo de retorno, que se pueden consultar en los informes de caracterización en el ***Apéndice 7.*** *Caracterización de la Peligrosidad y Riesgo de las alternativas.*

10. Impacto del Cambio Climático

Los resultados del análisis de la influencia del Cambio Climático sobre el riesgo de inundación en el área de estudio se corresponden con los resultados de los estudios realizados para el mismo fin en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir del segundo ciclo (2022-2027).

La evaluación de las posibles repercusiones del cambio climático en las inundaciones de origen pluvial y fluvial en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir realizada durante la elaboración de su PGRI se ha basado en el análisis de la potencial influencia de dicho cambio climático sobre dos componentes, las cuales son determinantes en la variación y frecuencia de las leyes de caudales: la componente meteorológica y la componente usos del suelo. Esta relación se basa en una fórmula matemática que relaciona ambas componentes, la cual determina, finalmente y de forma cualitativa, la posible influencia del cambio climático en el riesgo de inundación.

$$Valor_{\ cambio\ climático} = Valor_{\ comp.\ Meteorológica} + Valor_{\ comp.\ uso\ del\ suelo}$$

El estudio de la influencia de la *componente meteorológica* se ha basado en el análisis de los cambios en la precipitación máxima diaria acumulada en la red hidrográfica básica para los tres periodos de retorno que indica la *Directiva 2007/60 de evaluación y gestión de los riesgos de inundación* (10, 100 y 500 años) según los dos principales escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero, los RCP 4.5 y 8.5.

Los dos componentes estudiados se han ponderado en función del peso previsto de cada uno sobre el resultado final. Así, se ha considerado que la principal variable que influye en la generación de crecidas son las precipitaciones, otorgándole un peso mayor (80%) a la componente meteorológica. Con respecto a la variable del fenómeno nival, en caso de haber presencia de subcuencas nivales, se le ha dado un peso de un 20% dentro de la componente meteorológica.

$$Valor_{\ cambio\ climático} = 0{,}8 \times Valor_{\ comp.\ meteorológica} + 0{,}2 \times Valor_{\ comp.\ uso\ del\ suelo}$$

El estudio de la influencia de la *componente usos del suelo*, se ha basado en el análisis de cuatro factores: los propios cambios en los usos del suelo, la erosión, la incidencia de los incendios y la superficie impermeabilizada. Al igual que en la competente meteorológica, se ha ponderado el peso de cada factor en función de su mayor relevancia en la generación de crecidas. El factor al que se ha asignado mayor relevancia ha sido la presencia de superficie impermeabilizada (50%), ya que influye en la mayor generación de escorrentía y velocidad del agua y reduce la infiltración natural. Le sigue el factor de la erosión (30%), pues incrementa el arrastre de sedimentos y la velocidad del flujo, lo que se traduce en un aumento de la peligrosidad de la inundación. Finalmente, se les ha asignado un peso del 10% tanto al factor relacionado con los cambios de usos de suelo en las subcuencas como al del número de incendios forestales.

$$Valor_{\ comp.\ usos\ del\ suelo} = 0{,}5 \times Valor_{sup.imperm.} + 0{,}3 \times Valor_{\ erosión} + 0{,}1 \times Valor_{\ sup.incendios} + 0{,}1 \times Valor_{\ cambios\ usos\ del\ suelo}$$

La unidad espacial utilizada para el cálculo de los diferentes factores ha sido la subcuenca de ríos completos clasificadas según el método Pfafstetter modificado. El resultado es un valor numérico que representa la influencia en los episodios de crecidas.

Tras calcular por separado los variables de la componente meteorológica y de la componente usos del suelo, se ha obtenido el valor final de la posible influencia del cambio climático en el riesgo de inundación, para cada subcuenca Pfafstetter. Estos valores numéricos han permitido, finalmente, realizar una clasificación cualitativa de los resultados. Esta clasificación se representa en la siguiente tabla.

Valoración total del efecto probable del cambio climático	Riesgo: Incremento probable
>2	Incremento probable altamente significativo
1-2	Incremento probable significativo
0-1	Incremento probable poco significativo
0	Sin probable incremento significativo

Tabla 16. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático

Para consultar en detalle la metodología aplicada en este cálculo, se puede consultar el ***Apéndice 8.*** *Metodología para el cálculo de los efectos del Cambio Climático sobre el ámbito de la actuación*, el cual ha sido extraído del PGRI de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir del segundo ciclo (2022-2027).

A continuación, se representan los resultados obtenidos para la subcuenca en la que se inserta el área de estudio para cada escenario considerado (RCP 4.5 y RCP 8.5) y para los 3 periodos de avenida establecidos en la Directiva de Inundaciones (10, 100 y 500 años). De estos resultados se extrae que en los ambos escenarios climáticos hay una probabilidad significativa de que la influencia del cambio climático pueda incrementar el riesgo de inundaciones en el área de actuación en el futuro.

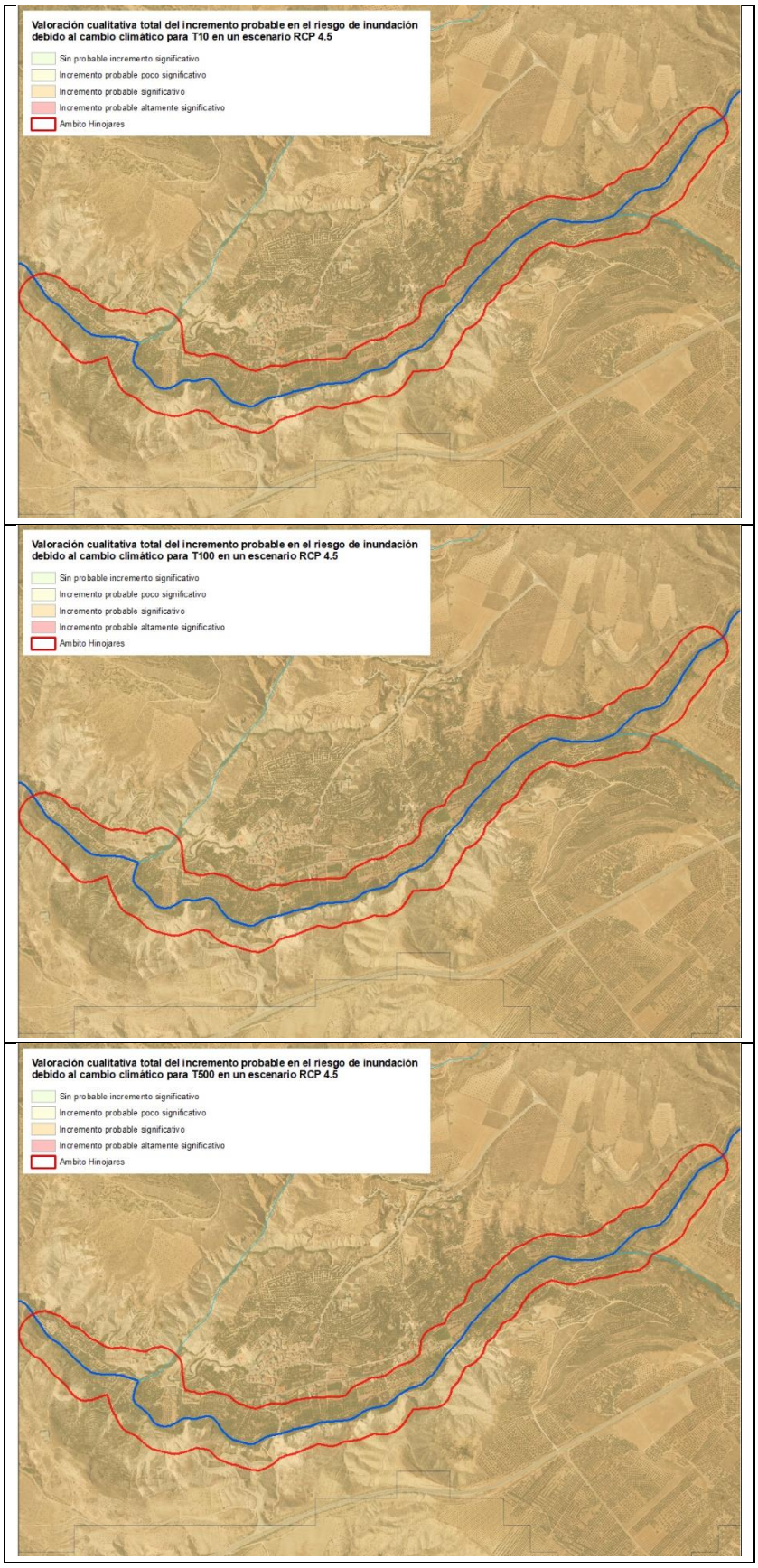


Figura 64. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 4.5 para los periodos de avenida de 10,100 y 500 años.

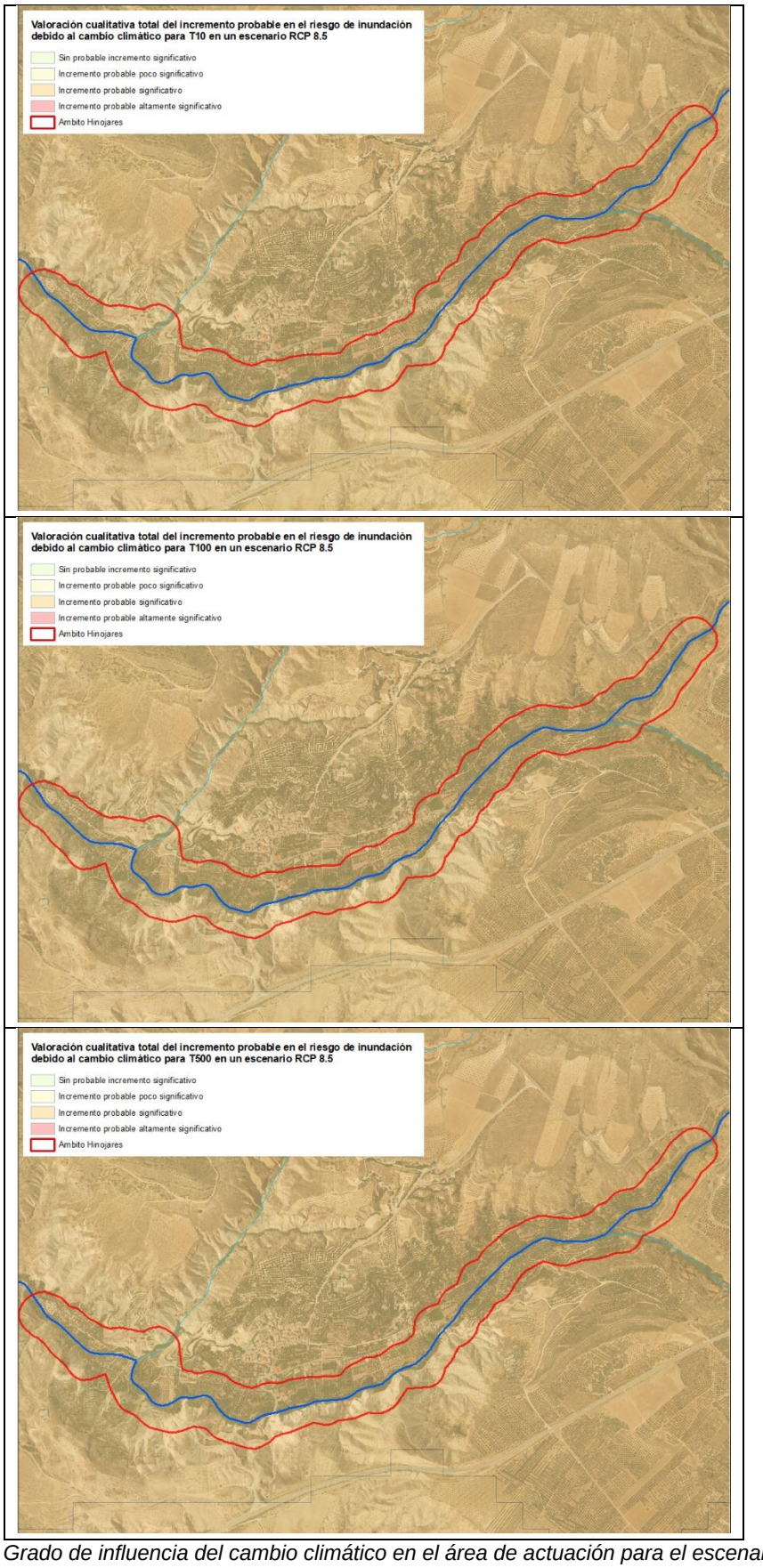


Figura 65. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 8.5 para los periodos de avenida de 10,100 y 500 años.

11. Fases y plazo de la actuación

Las obras planteadas dentro de cada alternativa se consideran indivisibles. El plazo estimado para la ejecución de las obras de cada alternativa es inferior a 3 meses.

12. Análisis hidromorfológico. Aplicación del Protocolo HMF

La Directiva Marco de Aguas (DMA), Directiva 2000/60/CE, incorporada al ordenamiento jurídico español mediante el Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA), RDL 1/2001, y el Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH), RD 907/2007, establece que el estado de las masas de agua superficial quedará determinado por el peor valor de su estado ecológico y químico. Asimismo, establece que todas las masas de agua de los países miembros de la Unión Europea deben alcanzar el buen estado.

La evaluación del estado de las masas de agua se realiza valorando los diferentes elementos de calidad biológicos, hidromorfológicos, químicos y fisicoquímicos a partir de indicadores, en concreto, a partir del grado de desviación que manifiestan estos indicadores con respecto a unas condiciones de naturalidad obtenidas del seguimiento de las masas de agua sin presiones y sin impactos.

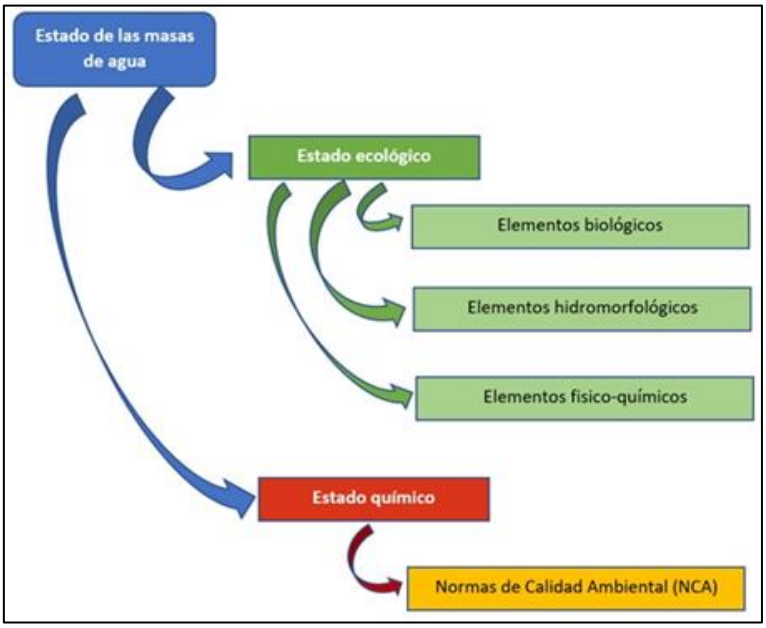


Figura 66. Definición del estado de las masas de agua superficial. Fuente: MITECO.

Las actuaciones de la alternativa seleccionada en el presente estudio tendrán unas repercusiones en la hidromorfología del río Turrillas y, en consecuencia, sobre el estado de sus masas de agua. En este apartado se evalúa y analiza dicha afección sobre el estado hidromorfológico y, para ello, se aplica la metodología especificada en el *Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos, M-R-HMF-2019 del MITECO"* (en adelante, Protocolo HMF). En concreto, se ha aplicado la metodología para las masas de agua de la categoría río permanente.

La aplicación del Protocolo HMF se ha realizado sobre la masa de agua del río Turrillas, con código ES050MSPF011009049 y nombre "Río Turrillas y afluentes". Tiene una longitud total de 22,46 km y está dividida en 3 tramos hidromorfológicos, los cuales se describen en la siguiente tabla y figura. El tramo en el que se localizan las actuaciones en el entorno del puente del Barrio Alto de Hinojares es el tramo 3 (río Turrillas).

Nombre del tramo hidromorfológico	Código tramo	Longitud (km)
Río de la Canal desde el entorno de la Fuente del Pino hasta el río Tíscar	ES050MSPF011009049_01	6,57
Río Tíscar desde el barranco de la Presillas hasta el río Turrillas	ES050MSPF011009049_02	6,04
Río Turrillas desde el arroyo Morante hasta el río Guadiana Menor	ES050MSPF011009049_03	9,84

Tabla 17. Tramos hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049.

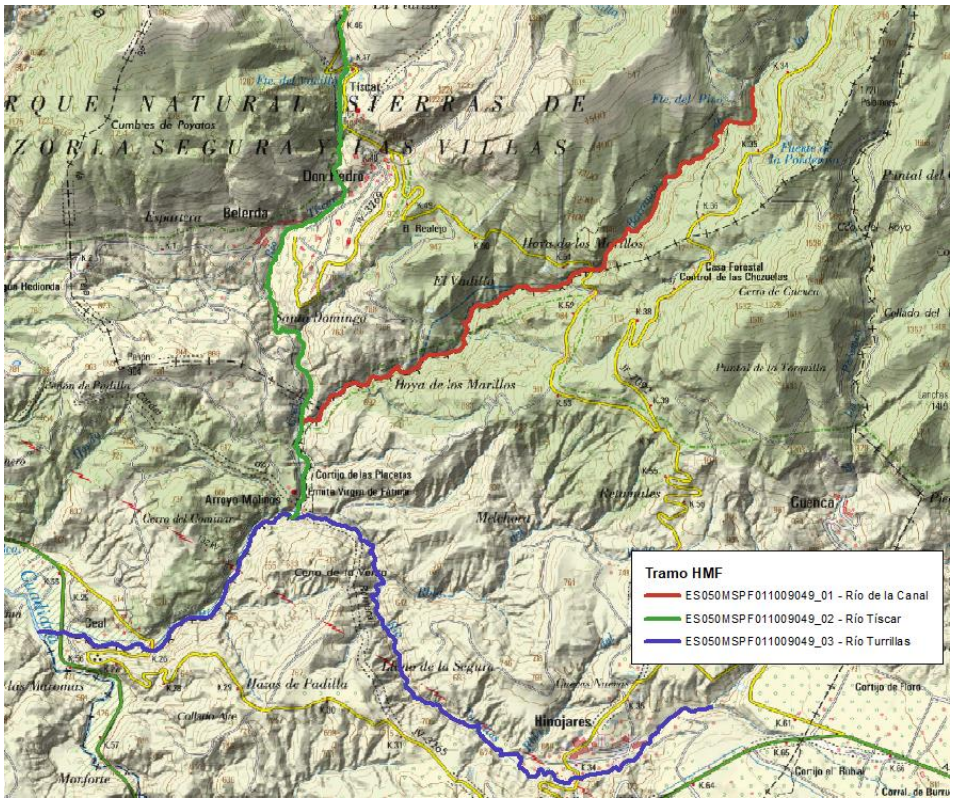


Figura 67. Tramos hidromorfológicos de la masa de agua ES050MSPF011009049.

La caracterización hidromorfológica actual de la masa de agua según el Protocolo HMF ha sido aportada por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y se encuentra resumida en el Plan Hidrológico de 3er ciclo del Guadalquivir. Como se puede observar en las siguientes figuras, los indicadores del estado hidromorfológico de esta masa de agua alcanzan actualmente el muy buen estado o se acercan al mismo a excepción de la “Continuidad de los ríos”. Esto es debido a que en el conjunto de la masa de agua se han identificado 6 obstáculos, 3 de ellos en el tramo 3 – río Turrillas, todos, aguas abajo del puente del Barrio Alto de Hinojares.

Sobre esta caracterización de partida, se ha aplicado la misma metodología para estimar el impacto de las actuaciones en el estado hidromorfológico después de la ejecución de las medidas. Para ello, se ha considerado el caso pésimo de que la valla permeable prevista en las actuaciones de la alternativa seleccionada se encuentre colmatada de

vegetación y sedimentos con 1 metro de altura, es decir, de manera semejante a un azud, y que únicamente ocurriría en caso de avenida y si no se aplica un adecuado mantenimiento. Con esta hipótesis, empeoraría ligeramente el vértice del hexágono de "Continuidad de los ríos" (se calcula para el global de los tres tramos de la masa de agua) y el resto de vértices no se verían modificados. Por tanto, el efecto de las actuaciones sobre la hidromorfología puede ser ligeramente negativo, y sería inapreciable si se aplica un adecuado mantenimiento y limpieza.

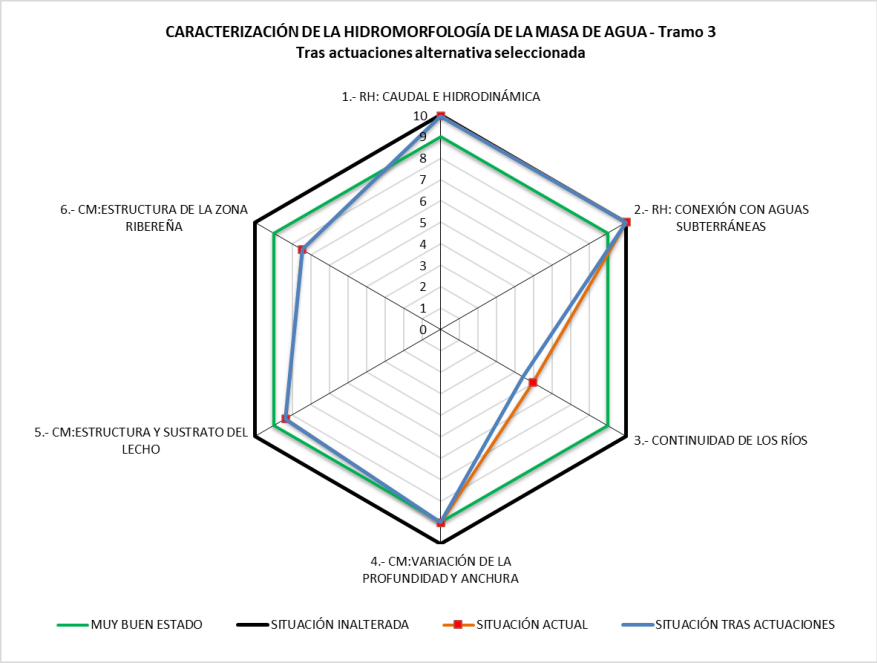


Figura 68. Hexágono del estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 en el tramo 3 – río Turrillas.

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta evaluación se pueden consultar en el ***Apéndice 4.*** *Protocolo hidromorfológico y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación.*

13. Análisis de los efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua

La Directiva Marco del Agua (DMA), Directiva 2000/60/CE, determina que los estados miembros de la Unión Europea deberán establecer las medidas necesarias para alcanzar el buen estado de las aguas superficiales y subterráneas al más tardar a los 15 años después de la entrada en vigor de la Directiva (año 2015), admitiendo la posibilidad de establecer exenciones en plazo (prórrogas) o exenciones en objetivos (objetivos menos rigurosos). Para ello, en los planes hidrológicos de cuenca se deben identificar las masas de agua y definir los objetivos ambientales que corresponden a cada una de ellas.

Para el análisis del impacto de las actuaciones de la alternativa seleccionada sobre los objetivos ambientales de la masa de agua superficial afectada (ES050MSPF011009049), se ha consultado el Plan Hidrológico vigente en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir de 3er ciclo, 2022-2027. No se ha consultado esta información para la masa de agua subterránea presente en la zona ya que, dada la naturaleza de las actuaciones, no se vería afectada. El objetivo ambiental de la masa de agua ES050MSPF011009049 "Río Turrillas y afluentes" se ha alcanzado en este 3er ciclo, a diferencia del ciclo anterior.

Estado ecológico			Estado químico
Bueno			Cumple
Indicadores biológicos	Indicadores físico-químicos	Morfológico / EEII	
Bueno	Bueno	No alcanza muy bueno	
Evaluación estado			
Buen estado			

Tabla 18. Evaluación del estado la masa de agua ES050MSPF011009049 en el tercer ciclo. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027.

Objetivo medioambiental (OMA) 2º ciclo	Objetivo medioambiental (OMA) 3er ciclo	Evolución
Prórroga al 2021	Buen estado	Objetivo alcanzado

Tabla 19. Objetivos ambientales para la masa de agua ES050MSPF011009049. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027.

Respecto a las presiones identificadas sobre la masa de agua ES050MSPF011009049, que podrían impedir el alcance del buen estado de las masas de agua, en el Plan Hidrológico del Guadalquivir se incluye la siguiente: "4.2.8 - Presas, obstáculos y esclusas – Otros".

Las actuaciones previstas en la alternativa seleccionada no se prevé que afecten a los objetivos ambientales y a la valoración del estado de la masa de agua. La instalación de una barrera permeable podría considerarse como un nuevo obstáculo transversal, pero

únicamente si no se realiza un mantenimiento adecuado con una limpieza periódica, especialmente en caso de crecida. Esta situación podría repercutir en la componente de hidromorfología de la masa de agua, que actualmente tiene un estado de “No alcanza muy bueno”, pero que, dado lo acotado de la actuación, no se espera un cambio de dicho estado, y no afectaría al estado final de la masa de agua que actualmente es de “buen estado”.

Tanto los análisis como información más detallada de los estudios llevados a cabo para esta evaluación se pueden consultar en el ***Apéndice 4.*** *Protocolo hidromorfológico y efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua afectadas por la actuación.*

14. Análisis de la tramitación ambiental

Previamente al análisis de la legislación vigente y la necesidad o no de realizar algún tipo de tramitación ambiental para la alternativa seleccionada, se ha analizado el medio en el que se aplican las actuaciones.

Se analizado la presencia de espacios naturales protegidos (ENP), afección a Red Natura 2000, vías pecuarias, bienes de interés cultural (BIC) y afección a hábitats de interés comunitarios.

Afección a ENP	Afección a RN 2000	Afección a vías pecuarias	Afección a BIC	Afección a hábitats
Sí	Sí	No	No	Sí

Tabla 20. Resumen de análisis del medio.

No se ha constatado la presencia de vías pecuarias y de BIC en el entorno de las actuaciones. Sin embargo, el municipio de Hinojares se encuentra en todo su ámbito dentro del Espacio Natural Protegido (ENP) Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas, que, a su vez, forma parte de la Red Natura 2000, con código ES0000035, a través de las siguientes figuras de protección:

- Zona Especial de Conservación (ZEC): Espacio propuesto como Lugar de Interés Comunitario en de julio 2006 y declarado como Zona Especial de Conservación mediante el Decreto 191/2017, de 28 de noviembre.
- Zona de Especial de Protección para las Aves (ZEPA). Designada en 1987 como Zona de Especial Protección para las Aves y declarada como tal mediante la disposición transitoria séptima de la Ley 18/2003, de 29 de diciembre.

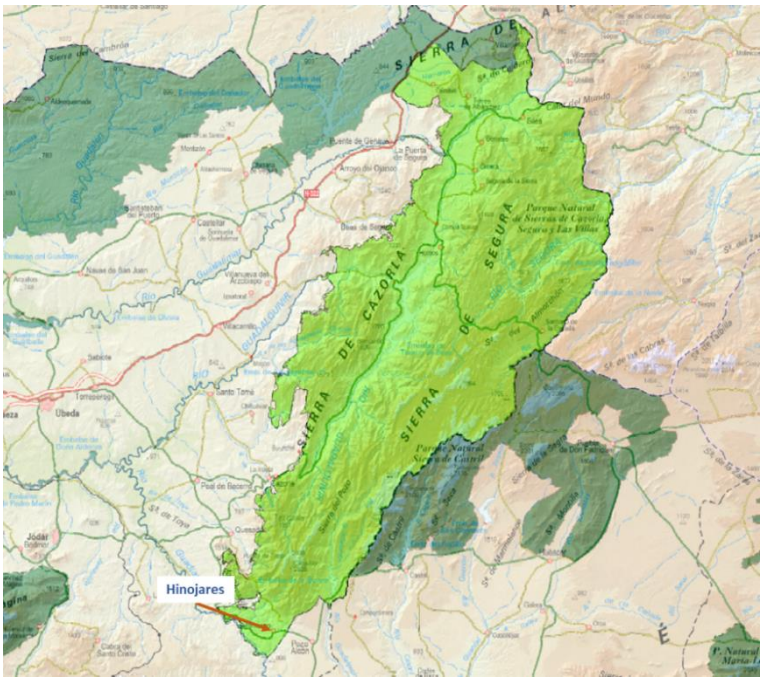


Figura 69. Localización de la ZEC-ZEPA "Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas" (en verde claro) y otros espacios Red Natura 2000 (en verde oscuro) en la zona. Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza del MITECO.

Asimismo, en el entorno de las actuaciones se localizan hábitats de interés comunitario. Las actuaciones previstas en la alternativa seleccionada se realizarán en el ámbito del cauce y riberas, donde se localizan los siguientes hábitats de interés comunitario: 92D0 - Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (NerioTamaricetea y Securinegion tinctoriae) y 6420 - Comunidades herbáceas higrófilas mediterráneas. Ambos hábitats no son considerados prioritarios.

En este contexto y teniendo en cuenta que no se tiene constancia de proyectos previos en la zona ni se ha realizado ninguna tramitación ambiental previa, se ha analizado la legislación nacional y autonómica. Las actuaciones contempladas en este estudio coste-beneficio no se encuentran entre las recogidas en la ley de referencia nacional vigente para la tramitación ambiental, la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. El tipo de medidas previstas en la alternativa seleccionada no están recogidas en el anexo I o el anexo II, que recoge aquellos proyectos sometidos a evaluación ambiental ordinaria o simplificada. Si bien, en el artículo 7.2.b) de dicha Ley se recoge que debe someterse a evaluación ambiental simplificada “Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000”. Como se ha comentado anteriormente, Hinojares se encuentra dentro de un espacio Red Natura 2000, pero no se considera que las actuaciones puedan afectar de forma negativa al estado de conservación de los hábitats y las especies que habitan en ellos, dado que las intervenciones se realizan en localizaciones puntuales y en hábitats no prioritarios, y las modificaciones realizadas en cauce y riberas serán limitadas.

Respecto a la ley de referencia autonómica, la Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA) que regula la tramitación ambiental en Andalucía, formula hasta cuatro instrumentos diferentes de prevención ambiental aplicables a las actuaciones, de las que únicamente la Autorización Ambiental Unificada (AAU) aplicaría para actuaciones como las previstas en este análisis coste-beneficio, ya que integra en una resolución única la evaluación de impacto ambiental y las distintas autorizaciones y exigencias ambientales. Los tipos de proyectos que se deben someter a AAU se encuentran recogidas en el Anexo I de la ley GICA y no contempla actuaciones como las recogidas en la alternativa seleccionada.

Análisis de la tramitación según Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental	
Procedimiento de EIA Ordinaria (Anexo I):	No
Procedimiento de EIA Simplificada (Anexo II):	No
Inadmisión/exclusión al/del trámite de EIA al no encontrarse incluido dentro del ámbito de aplicación de la Ley 21/2013 (no sujeto a procedimiento):	Sí
Análisis de la tramitación según legislación autonómica	
Ley aplicable: Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA)	
Procedimiento de Autorización Ambiental Integrada (AAI)	No
Procedimiento de Autorización Ambiental Unificada (AAU) (Anexo I)	No
Procedimiento de Calificación Ambiental (CA)	No
Inadmisión/exclusión al/del trámite de EIA al no encontrarse incluido dentro del ámbito de aplicación de la Ley autonómica (no sujeto a procedimiento):	Sí
Conclusión sobre la necesidad de tramitación ambiental actual	
No necesita tramitación ambiental	

Tabla 21. Resumen del análisis de la tramitación ambiental.

En el ***Apéndice 5****. Informe del análisis de la tramitación ambiental de la actuación* se encuentra la ficha completa con la descripción del medio natural y la necesidad o no de la tramitación ambiental según la ley nacional (Ley 21/2013) y la ley autonómica (Ley Ley 7/2007 GICA).

15. Análisis social

En este estudio coste-beneficio se ha tratado de estimar el nivel de viabilidad social de las actuaciones (a través del análisis del análisis de información previa existente, de encuestas y población afectada), la disponibilidad de terrenos y la contribución de las actuaciones previstas a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS). El detalle de este análisis social se puede consultar en el ***Apéndice 6.*** *Viabilidad social de la actuación, disponibilidad de terrenos y Objetivos de Desarrollo Sostenible.*

15.1 Análisis de la viabilidad social

Se ha analizado la demanda a través del análisis de la información existente en relación a la problemática de las inundaciones en el ámbito de este estudio-coste beneficio:

- En publicaciones en prensa, se ha encontrado una noticia de Europa Press sobre un evento de inundación en marzo de 2014 que afectó a la zona del Parque Natural de la Sierra de Cazorla, incluyendo municipios como Hinojares. También se ha encontrado una nota de prensa en el "Boletín digital DipuJaen" nº40 en la que se describe que se ha acondicionado el puente que cruza el río Turrillas de la Calle Real por obras de emergencia motivadas por los temporales de lluvia del pasado invierno. Dicho puente corresponde al puente del Barrio Alto, objeto de este estudio coste-beneficio y aparentemente se sustituyó la losa del puente por otra nueva.
- También se ha analizado del Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) sobre las indemnizaciones pagadas por inundación extraordinaria en el ámbito de actuación. Según los datos del CCS, en Hinojares para el periodo 2006-2020 las indemnizaciones por inundaciones para todos los bienes fueron de 0 euros, aunque pueden haber existido otros daños por inundación, no contemplados por el CCS.
- Para el PGRI de 2º ciclo del Guadalquivir el Ayuntamiento de Hinojares envió a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir el 20 de mayo de 2021 una ficha proponiendo la actuación de "Mejora del drenaje del puente del Barrio Alto" en Hinojares. Por ello, se incluyó en el PGRI la medida "Estudio coste-beneficio de mejora del drenaje del Puente del Barrio Alto (Hinojares)", con código ES050_3_ Guadalquivir5772 y presupuesto de 50.000 €. Además, se debe tener en cuenta que este tramo se declaró como Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) en el primer ciclo (ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares), con una longitud de 2,05 km.

Se ha analizado también la aceptación y demanda social de este estudio coste-beneficio a través de los resultados de las encuestas realizadas a los principales agentes de interés del área de actuación. PENDIENTE RESULTADOS ENCUESTAS

Respecto al análisis de la población afectada, y tal y como ya se ha detallado anteriormente en el apartado 7.9 de esta Memoria, la población potencialmente afectada por una inundación en Hinojares es reducida. Las alternativas planteadas en el análisis coste-beneficio reducen esta población afectada, especialmente para 10 y 100 años de periodo de retorno.

15.2 Disponibilidad de los terrenos

Las actuaciones de la alternativa seleccionada (Alternativa 5.2) se encuentran en su totalidad dentro del ámbito del DPH cartográfico del río Turrillas. Por tanto, son terrenos de titularidad pública y no se hace necesaria la ejecución de ninguna expropiación. En la siguiente imagen se muestra la ubicación aproximada de la barrera permeable prevista respecto al DPH cartográfico y al Catastro. Se puede observar que el DPH cartográfico (en verde oscuro) es mayor que el DPH catastral (líneas azules) y que se ajusta mejor a la realidad del terreno. Esta zona está alejada del núcleo urbano (475 metros aguas arriba del puente del Barrio Alto), donde no se prevé el desarrollo de nuevas edificaciones según el Plan General de Ordenación Urbana de Hinojares.

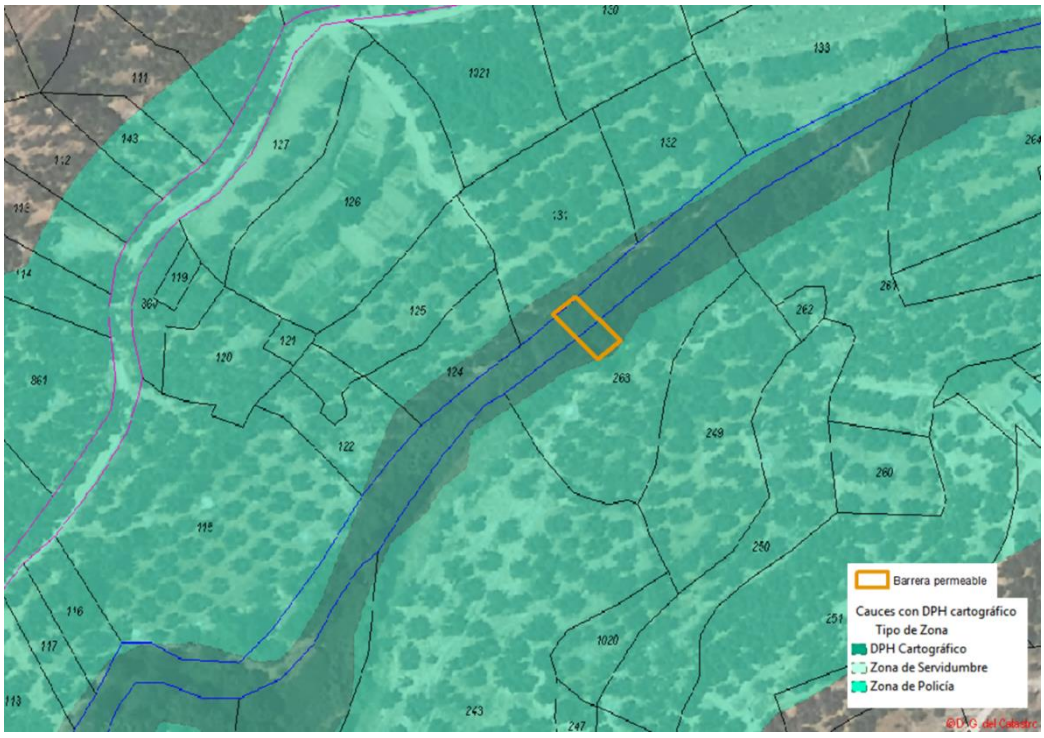


Figura 70. Ubicación de la barrera permeable prevista en la alternativa seleccionada respecto al DPH cartográfico y al Catastro (el DPH catastral se muestra con líneas azules).

15.3 Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Se ha procedido a una evaluación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a los que se contribuye con la ejecución de este proyecto en su entorno directo, en la provincia de Jaén y en la comarca de la Sierra de Cazorla. Las actuaciones previstas en la alternativa seleccionada contribuyen a la consecución de 12 de las 17 objetivos de los ODS: ODS 1 - Fin de la pobreza, ODS 2 - Hambre cero, ODS 3 - Salud y bienestar, ODS 6 - Agua limpia y saneamiento, ODS 8 - Trabajo decente y crecimiento económico, ODS 9 - Industria, innovación e infraestructuras, ODS 11 - Ciudades y comunidades sostenibles, ODS 12 - Producción y consumo responsables, ODS 13 - ACCIÓN POR EL CLIMA, ODS 15 - Vida de ecosistemas terrestres, ODS 16 - Paz, justicia e instituciones sólidas, ODS 17 - Alianzas para lograr los objetivos.

16. Conclusiones

Las conclusiones del presente estudio se agrupan por cada una de las temáticas analizadas, siendo las siguientes:

- Sobre la reducción del riesgo de inundación
- Sobre el coste-beneficio
- Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua
- Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental
- Sobre viabilidad social y la disponibilidad de terrenos
- Sobre el Cambio Climático
- Sobre la solución
- Conclusión general

16.1 Sobre la reducción de la peligrosidad y riesgo de la inundación

Sobre la peligrosidad:

- Teniendo en cuenta todo el tramo ARPSI, la alternativa seleccionada (Alternativa 5.1) mejora en un 1,5% la zona de inundación peligrosa (ZIP), respecto a la situación actual, para el periodo de retorno de 10 años y un 2% para un periodo de retorno de 100 años. Si embargo, si solo tenemos en cuenta la zona urbana aledaña al puente, esta reducción aumenta hasta el 100% tanto para T010 como T100 años.
- La respuesta hidrológica de la cuenca es rápida, con un tiempo de concentración de 3,55 horas por lo que la peligrosidad en función del tiempo de respuesta se puede categorizar como grave según lo establecido en la “Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación” (MITECO, 2022).

Sobre el riesgo:

- Para la situación actual, la población afectada en el municipio de Hinojares según la zona inundable de un periodo de retorno de 500 años asciende a 9 habitantes, reduciéndose a 8 habitantes para 10 y 100 años. La alternativa seleccionada mejora en un 100% la población afectada para el periodo de retorno de 10 y 100 años. Para 500 años de periodo de retorno no se reduciría la población afectada.
- El daño anual medio en la actualidad asciende a 8.825,00 €. La alternativa seleccionada reduce el daño total anual medio a 2.149,00 €. Esto supone una reducción del 76%.

Sobre los índices de peligrosidad y riesgo:

- Todas las alternativas estudiadas se ubican en el cuadrante C (peligrosidad significativa-muy alta y riesgo significativo-muy alto). La alternativa seleccionada (Alternativa 5.2) no reduce estos indicadores respecto a la situación actual.

  Se debe tener en cuenta que estos índices se calculan para todo el tramo ARPSI y la alternativa únicamente mejora la situación en el entorno del puente del Barrio Alto.

16.2 Sobre el coste beneficio

El coste acumulado en 50 años de las actuaciones de la Alternativa 5.2 considerando una tasa de descuento del 3% supone 65.000 € y unos costes de mantenimiento y explotación 29.842,57 €.

El daño en la situación actual (Alternativa 0) para los periodos de retorno de 10 y 100 años supone 50.000 € y 79.000 €, respectivamente. Implantando la Alternativa 5.2 el daño evitado asciende a un 82% y un 62% del valor anterior. Con la ejecución de la alternativa propuesta se obtendría un beneficio anual medio de 6.676,00 €.

Dados los costes y beneficios obtenidos con la ejecución de la obra y tras el análisis económico realizado se puede concluir que la Alternativa 5.2 es la más rentable según los índices económicos estudiados. En el caso de la Alternativa 1 la rentabilidad es muy similar por lo que se han tenido en cuenta otros factores para decantarse finalmente por la Alternativa 5.2.

El análisis de sensibilidad muestra que el resultado del estudio de rentabilidad de la alternativa seleccionada no es sensible a variaciones de ±1,5 en la tasa de descuento.

16.3 Sobre el efecto que tiene la actuación sobre las masas de agua

El único cauce dentro del ámbito de la actuación se corresponde con la masa de agua ES050MSPF011009049 “Río Turrillas y afluentes”.

No se prevé que las actuaciones previstas afecten a los objetivos ambientales de la masa de agua y a la valoración de su estado.

La instalación de una barrera permeable podría considerarse como un nuevo obstáculo transversal, pero únicamente si no se realiza un mantenimiento adecuado con una limpieza periódica, especialmente en caso de crecida. Esta situación podría repercutir en la componente de hidromorfología de la masa de agua, que actualmente tiene un estado de “No alcanza muy bueno”, pero que, dado lo acotado de la actuación, no se espera un cambio de dicho estado, y no afectaría al estado final de la masa de agua que actualmente es de “buen estado”.

16.4 Sobre el posible impacto ambiental y la complejidad de la tramitación ambiental

La actuación se sitúa dentro del Espacio Natural Protegido (ENP) Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas, que, a su vez, forma parte de la Red Natura 2000, con código ES0000035. Sin embargo, no se considera que las actuaciones puedan afectar de forma negativa al estado de conservación de los hábitats y las especies que habitan dentro de este espacio, dado que las intervenciones se realizan en localizaciones puntuales y en hábitats no prioritarios, y las modificaciones realizadas en cauce y riberas serán limitadas.

Analizada la legislación de evaluación ambiental tanto estatal como autonómica, la actuación no se encuentra en ninguno de los supuestos por los que se debería de someter al procedimiento de evaluación de ambiental.

Como conclusión a la viabilidad ambiental se considera una actuación sin dificultad.

16.5 Sobre la viabilidad social y la disponibilidad de terrenos

El análisis de la viabilidad social, tanto a través del estudio realizado de noticias y publicaciones como los resultados del análisis de las encuestas realizadas, hacen suponer que las actuaciones de la alternativa seleccionada serán aceptadas socialmente y que no se encontrará con oposición social en el momento de su tramitación y ejecución.

PENDIENTE DE ENCUESTA

Esta actuación no está catalogada como obra de interés general del estado. Sin embargo, aparece incluida como medida tanto en el programa de medidas del PGRI de 2º ciclo, como en el Plan Hidrológico de 3er ciclo del Guadalquivir con el nombre de “Estudio coste-beneficio de mejora del drenaje del Puente del Barrio Alto (Hinojares)”.

Las actuaciones de la alternativa seleccionada (Alternativa 5.2) se encuentran en su totalidad dentro del ámbito del DPH cartográfico del río Turrillas. Por tanto, son terrenos de titularidad pública y no se hace necesaria la ejecución de ninguna expropiación. Además, no se prevé el desarrollo de nuevas edificaciones según el Plan General de Ordenación Urbana de Hinojares.

16.6 Sobre el Cambio Climático

Según la metodología recogida en el PGRI de 2º ciclo del Guadalquivir, la actuación de Hinojares está situada en un área con probabilidad significativa de que la influencia del cambio climático pueda incrementar el riesgo de inundaciones en el futuro para ambos escenarios de RCP 4.5 y RCP 8.5.

El objetivo del proyecto es precisamente la reducción de los daños asociados a los efectos del cambio climático como lo son el aumento de las inundaciones. Igualmente,

los efectos previsibles directos o indirectos, acumulativos y sinérgicos del proyecto sobre el cambio climático, durante la vida del proyecto serían los siguientes:

- La fase de ejecución se concentrará en la energía consumida durante la obra y en la emisión de los Gases de Efecto Invernadero, GEIs, a la atmósfera a determinar en la fase de construcción;
- La fase de explotación, al tratarse de una actuación dirigida a la restauración fluvial, no se prevén emisiones de GEI;
- El abandono del proyecto no es una situación que se valore porque, por un lado, el proyecto está dirigido a la restauración del ecosistema fluvial y, por otro, no se considera viable el escenario donde se abandonen las infraestructuras de comunicación que afectaría a las actuaciones relacionadas con la substitución de las obras de paso sobre el cauce.

16.7 Sobre la solución

Por último, se describen las conclusiones sobre la solución adoptada, así como aquellas singularidades de la actuación o de la conclusión, sobre las que es necesario incidir porque no se atienen a una valoración cuantitativa o cualitativa al uso.

- La solución se centra en resolver los problemas de inundaciones generados principalmente en las viviendas aledañas al puente del Barrio Alto y en parte de la Calle Real. Para lo cual se actúa para reducir la cantidad de los sólidos vegetales que son arrastrados en episodios de fuertes lluvias y que se acumulan en la luz del puente, generando la sobreelevación del nivel del río y anegando las inmediaciones del puente para periodos de retorno de 10 años.
- La alternativa elegida aumenta el nivel de protección hasta 100 años de periodo de retorno para las viviendas situadas en la calle Real anexas al cauce.
- El vallado metálico de retención de sólidos se ubica aguas arriba del puente del Barrio Alto, en una zona de baja vulnerabilidad, de forma que no produzca afecciones por posibles sobreelevaciones que pueda generar la estructura en el nivel del río.
- Siempre que se realice un correcto mantenimiento de la barrera de retención de sólidos no se considera como un obstáculo transversal y no afecta al estado final de la masa de agua.

16.8 Conclusión general

Este análisis se ha realizado partiendo de una situación actual que representa la problemática de las inundaciones generadas por el taponamiento del puente del Barrio Alto. Se han propuesto una batería de 6 alternativas que reduzcan diferentes porcentajes de este taponamiento.

La actuación se lleva a cabo en una zona muy localizada dentro del tramo ARPSI. Esta zona no se caracteriza por la presencia de áreas urbanas ni zonas pobladas, por lo que

los daños potenciales no son muy elevados. Esto limita el coste de las medidas que pueden proponerse como solución.

El análisis realizado muestra que la principal causa de los problemas de inundación en el área de estudio es la acumulación de restos vegetales en la luz del puente de Barrio Alto, dificultando el adecuado drenaje y generando inundaciones en la zona. En condiciones normales, con ausencia de este taponamiento, el puente cuenta con capacidad hidráulica suficiente para que discurra la avenida de T010, por tanto, no es necesario modificar el puente del Barrio Alto. No se contempla la alternativa de sustituir el puente por otro de mayor altura ya que no parece viable. El espacio disponible es muy limitado y no sería suficiente para una rampa de acceso de mayor longitud a la actual.

Se recomienda tomar como medida adicional, el fomento del mantenimiento y conservación del cauce, limpiando periódicamente vegetación, sedimentos y cualquier otro tipo de elemento que puedan obstruir el puente en caso de crecida. También se debe realizar tratamiento y/o erradicación de la caña (*Arundo donax*) que se encuentra en el cauce.

A partir de los resultados obtenidos, se observa que el beneficio anual esperado en las diferentes alternativas varía en un rango de 600 euros. Por tanto, el coste de implementación de las medidas es el valor que más influye en la rentabilidad de las alternativas. Se observa cómo las alternativas con un coste más económico presentan rentabilidades positivas interesantes (alternativas 1, 5.2 y 2), mientras que las que presentan costes más elevados son menos rentables.

El estudio realizado demuestra que la medida más viable económica y ambientalmente consiste en la instalación de un vallado metálico para retención de sólidos vegetales (Alternativa 5.2). Esta alternativa presenta unos resultados de rentabilidad muy equilibrados. Comparándola con otras alternativas rentables se aprecia que tanto el VAN como el TIR son más favorables en la Alternativa 5.2, mientras que el ratio B/C es muy similar al de la Alternativa 1. Al no haber una limitación de financiación, ya que la diferencia de costes entre otras alternativas es mínima, la Alternativa 5.2 es la más adecuada desde el punto de vista económico.

Además, es una medida sencilla y fácil de ejecutar y efectiva para prevenir la problemática de la obstrucción del puente. Se ubica aguas arriba del pueblo, por lo que durante las obras no se verá afectada la actividad del Barrio Alto de Hinojares, y no requiere llevar a cabo expropiaciones.

17. Planos

El ***Apéndice 9.*** *Planos de la actuación* recoge todos los mapas relacionados con la actuación. En la siguiente tabla se representa un índice descriptivo de todos los planos del presente documento.

Código	Título Plano	Descripción
PL01	**Mapa del ámbito de actuación**	
PL01-01	Mapa del ámbito de estudio	Mapa de ubicación y representación del área donde se desarrolla el estudio.
PL02	**Croquis de alternativas**	
PL02-02 PL02-03 PL02-04 PL02-05 PL02-06 PL02-07	Alternativa 1 Alternativa 2 Alternativa 3 Alternativa 4 Alternativa 5.1 Alternativa 5.2	Colección de mapas donde se representan mediante un croquis las medidas incluidas en cada una de las 6 **alternativas** estudiadas.
PL03	**Mapa de Zonas Inundables (ZI)**	
PL03-01 PL03-02 PL03-03 PL03-04 PL03-05 PL03-06 PL03-07	Mapa ZI Alt0 Mapa ZI Alt1 Mapa ZI Alt2 Mapa ZI Alt3 Mapa ZI Alt4 Mapa ZI Alt5.1 Mapa ZI Alt5.2	Colección de mapas donde se representan las zonas inundables correspondientes a los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años) para las **7 alternativas** estudiadas.
PL04	**Comparativa de zonas inundables**	
PL04-01 PL04-02 PL04-03	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 1 T010 Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 1 T100 Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 1 T500	Colección de mapas donde se compara la zona inundable de la situación actual, Alternativa 0**,** con las zonas inundables generadas en la **Alternativa 1** para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años).
PL04-04 PL04-05 PL04-06	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 2 T010 Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 2 T100 Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 2 T500	Colección de mapas donde se compara la zona inundable de la Alternativa 0 con las zonas inundables generadas en la **Alternativa 2** para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años).
PL04-07 PL04-08 PL04-09	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 3 T010 Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 3 T100	Colección de mapas donde se compara la zona inundable de la Alternativa 0 con las zonas inundables generadas en la **Alternativa 3** para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años).

Código	Título Plano	Descripción
	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 3 T500	
PL04-10	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 4 T010	Colección de mapas donde se compara la zona inundable de la Alternativa 0 con las zonas inundables generadas en la **Alternativa 4** para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años).
PL04-11	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 4 T100	
PL04-12	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 4 T500	
PL04-13	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 5.1T010	Colección de mapas donde se compara la zona inundable de la Alternativa 0 con las zonas inundables generadas en la **Alternativa 5.1** para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años).
PL04-14	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 5.1 T100	
PL04-15	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 5.1 T500	
PL04-16	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 4 T010	Colección de mapas donde se compara la zona inundable de la Alternativa 0 con las zonas inundables generadas en la **Alternativa 5.2** para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años).
PL04-17	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 4 T100	
PL04-18	Comparativa zona inundable Sit. actual-Alternativa 4 T500	
PL05	**Mapa de Daños (€/m²)**	
PL05-01	Mapa Daños (€/m²) Alt0 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la **situación actual**, **Alternativa 0,** con el **valor total del daño** por m² (en **€/m²**), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el ***Apéndice 3****. Informe coste/beneficio de la actuación*
PL05-02	Mapa Daños (€/m²) Alt0 T100	
PL05-03	Mapa Daños (€/m²) Alt0 T500	
PL05-04	Mapa Daños (€/m²) Alt1 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la **Alternativa 1** con el **valor total del daño** por m² (en **€/m²**), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el ***Apéndice 3****. Informe coste/beneficio de la actuación*
PL05-05	Mapa Daños (€/m²) Alt1 T100	
PL05-06	Mapa Daños (€/m²) Alt1 T500	
PL05-07	Mapa Daños (€/m²) Alt2 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la **Alternativa 2** con el **valor total del daño** por m² (en **€/m²**), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la
PL05-08	Mapa Daños (€/m²) Alt2 T100	

Código	Título Plano	Descripción
PL05-09	Mapa Daños (€/m^2) Alt2 t500	descrita en el ***Apéndice 3**. Informe coste/beneficio de la actuación*
PL05-10	Mapa Daños (€/m^2) Alt3 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la **Alternativa 3** con **el valor total del daño** por m^2 (en **€/m^2**), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el ***Apéndice 3**. Informe coste/beneficio de la actuación*
PL05-11	Mapa Daños (€/m^2) Alt3 T100	
PL05-12	Mapa Daños (€/m^2) Alt3 T500	
PL05-13	Mapa Daños (€/m^2) Alt4 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la **Alternativa 4** con el **valor total del daño** por m^2 (en **€/m^2**), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el ***Apéndice 3**. Informe coste/beneficio de la actuación*
PL05-14	Mapa Daños (€/m^2) Alt4 T100	
PL05-15	Mapa Daños (€/m^2) Alt4 T500	
PL05-16	Mapa Daños (€/m^2) Alt5.1 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la **Alternativa 5.1** con el **valor total del daño** por m^2 (en **€/ m^2**), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el ***Apéndice 3**. Informe coste/beneficio de la actuación*
PL05-17	Mapa Daños (€/m^2) Alt5.1 T100	
PL05-18	Mapa Daños (€/m^2) Alt5.1 T500	
PL05-19	Mapa Daños (€/m^2) Alt5.2 T010	Colección de mapas donde se representan los polígonos afectados por la zona inundable de la **Alternativa 5.2** con el **valor total del daño** por m^2 (en **€/ m^2**), para los 3 periodos de retorno estudiados (10, 100 y 500 años). La metodología seguida es la descrita en el ***Apéndice 3**. Informe coste/beneficio de la actuación*
PL05-20	Mapa Daños (€/m^2) Alt5.2 T100	
PL05-21	Mapa Daños (€/m^2) Alt5.2 T500	
PL06	**Mapa de Zonas de Inundación Peligrosa (ZIP)**	
PL06-01	Mapa ZGD Alt0 T100	Colección de mapas donde se representan las **Zonas de Inundación Peligrosa (ZIP)** para el **periodo de retorno de 100 años**, con el cauce incluido, para cada una de las **7 alternativas** estudiadas. Los criterios seguidos son los indicados por el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (RD 849/1986) en su artículo 9.2.
PL06-02	Mapa ZGD Alt1 T100	
PL06-03	Mapa ZGD Alt2 T100	
PL06-04	Mapa ZGD Alt3 T100	
PL06-05	Mapa ZGD Alt4 T100	
PL06-06	Mapa ZGD Alt5.1 T100	
PL06-07	Mapa ZGD Alt5.2 T100	
PL07	**Mapa de Expropiaciones**	
PL07-01	Mapa expropiaciones Alt2	Colección de mapas donde se representan las expropiaciones asociadas a cada una de las **3 alternativas** que cuentan con expropiaciones**.**
PL07-02	Mapa expropiaciones Alt3	
PL07-03	Mapa expropiaciones Alt4	

Tabla 22. Índice descriptivo de los planos del Estudio

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

APÉNDICE Nº1

INFORME DE LA ACTUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

ÁPENDICE Nº1
INFORME DE LA ACTUACIÓN

Índice

1. Marco general de la actuación 1
1.1 Localizaciones y zonas de actuación de las alternativas 4
2. Estado social 10
3. Presupuestos 11
4. Áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) 12
5. Medio ambiente 13
6. Masas de agua relacionadas con la actuación 14
6.1 Masas de agua superficiales 14
6.2 Masas de agua subterránea 15

Índice de Figuras

Figura 1. Tramo ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares. 1

Figura 2. Imágenes del puente objeto de actuación. Fuente: MAPRI 1er ciclo. 2

Figura 3. Ficha ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares. 3

Figura 4. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno (10, 100 y 500 años) según el SNCZI en el ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares. 3

Figura 5. Detalle de la comparativa en la zona del puente del Barrio Alto de los mapas de peligrosidad para T500 según el SNCZI (imagen superior) y calculado para la Alternativa 0 con el puente obturado al 100% (imagen inferior). Valores en metros. 4

Figura 6. Localización de las actuaciones en la Alternativa 1. 5

Figura 7. Zona de actuación de la ampliación de la sección libre del puente. 5

Figura 8. Zona de actuación (sobre el croquis) del puente para la ampliación de la sección libre. Cotas en metros 5

Figura 9. Localización de las actuaciones en la Alternativa 2 6

Figura 10. Zona de actuación de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce sobre el terreno. 6

Figura 11. Localización de las actuaciones en la Alternativa 3. 7

Figura 12. Imagen de ejemplo y esquema de la malla de anillos de acero para retención de sólidos que contempla la actuación. Fuente: Geobrugg. 7

Figura 13. Localización de las actuaciones en la Alternativa 4. 8

Figura 14. Ejemplo de estructura de valla permeable para retención de sólidos que contempla la actuación. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (proyecto de restauración fluvial del rio Manzanares en El Pardo). 8

Figura 15. Localización de las actuaciones tanto en la Alternativa 5.1, como en la Alternativa 5.2. 9

Figura 16. Localización del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas. 13

Figura 17. Localización masa agua superficial ES050MSPF011009049 - Río Turrillas y afluentes, según el Plan hidrológico del Guadalquivir de tercer ciclo (anejo 2, apéndice 1.2). 15

Figura 18. Localización masa agua subterránea ES050MSBT000050200 - Quesada - Castril, según el Plan hidrológico del Guadalquivir de tercer ciclo (anejo 2, apéndice 1.2). 17

Índice de Tablas

Tabla 1. Marco general de la actuación..... 1

Tabla 2. Estado social de las actuaciones..... 10

Tabla 3. Presupuestos contemplados en el PGRI y PHC del Guadalquivir. 11

Tabla 4. Características del ARPSI en el que se localiza las actuaciones..... 12

Tabla 5. Datos de afecciones consultados en el SNCZI agregado por actuación y periodo de retorno..... 12

Tabla 6. Datos masa de agua superficial. 14

Tabla 7. Estado masa de agua superficial ES050MSPF011009049..... 14

Tabla 8. Detalle estado masa de agua superficial ES050MSPF011009049. 15

Tabla 9. Datos masa de agua subterránea. 16

Tabla 10. Estado masa de agua subterránea ES050MSPF011009049..... 16

Tabla 11. Detalle estado masa de agua subterránea ES050MSPF011009049. 16

1. Marco general de la actuación

Título	Estudio Coste – Beneficio de mejora del drenaje del puente del Barrio Alto (Hinojares)
Demarcación Hidrográfica	Guadalquivir
CCAA	Andalucía
Provincia	Jaén
Términos municipales	Hinojares
Cauces afectados	Río Turrillas
Tipo de actuación	Mejora drenaje puente
ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01 - Hinojares

Tabla 1. Marco general de la actuación

El ámbito de actuación del estudio se sitúa en el puente del río Turrillas a su paso por el Barrio Alto, perteneciente al municipio de Hinojares, y que se sitúa al este de la población con el mismo nombre. En esta zona las edificaciones se localizan principalmente en la margen derecha del cauce. El objetivo de las actuaciones es la reducción de los daños por inundación causados por la reducida sección libre del puente existente, que supone una reducción de la capacidad hidráulica del cauce en ese punto. Históricamente, se han producido inundaciones y embalsamientos de agua en la zona, pues el puente actual supone un obstáculo al paso del agua en situación de avenida, que puede agravarse cuando se acumula vegetación u otros restos en la estructura, reduciendo aún más su sección. También se debe tener en cuenta que se ha detectado la presencia en el cauce de caña (*Arundo donax*) y que posiblemente éste sea otro factor que incremente el riesgo de inundación en la zona.

La zona de actuación se localiza en el ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares y no se tiene constancia de la existencia de proyectos o estudios anteriores.

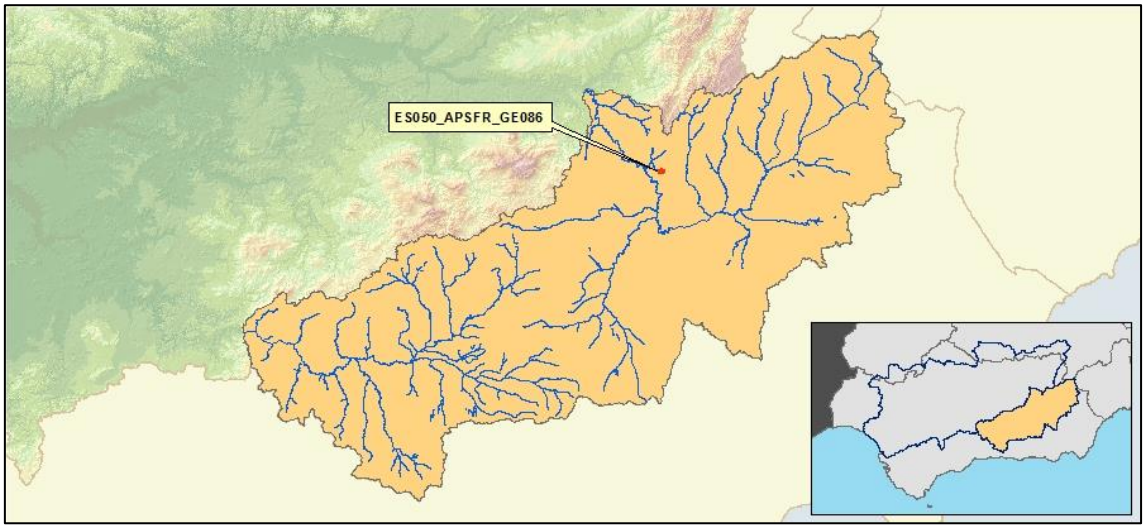


Figura 1. Tramo ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares.

Las imágenes siguientes muestran el estado actual del puente que se analiza en el presente estudio.



Figura 2. Imágenes del puente objeto de actuación. Fuente: MAPRI 1er ciclo.

Como se ha indicado, el tramo del río Turrillas tiene categoría de tramo ARPSI (ES050_APSFR_GE086-01), es decir, es un tramo catalogado como de riesgo potencial significativo de inundación, de acuerdo con lo preestablecido en el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que transpone la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación.

El tramo fue declarado ARPSI en los trabajos de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI) Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (DHG) 1er ciclo y dicha declaración fue revisada y ratificada en el contexto de los trabajos del EPRI 2do ciclo, los cuales fueron debidamente sometidos a consulta pública y finalmente informados favorablemente por el Comité de Autoridades Competentes con fecha 26 de febrero de 2019.

Por su parte, los artículos 8 y 9 del R.D. 903/2010 establecen la obligación de desarrollar los Mapas de Peligrosidad y los Mapas de Riesgo de Inundación (MAPRI) para cada Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación, identificada en la EPRI, para los escenarios de alta (cuando proceda), media y baja probabilidad, correspondientes a las avenidas con periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

En cumplimiento con lo anteriormente indicado, se elaboraron los correspondientes Mapas de Peligrosidad y Riesgo para el tramo ARPSI del río Turrillas en Hinojares en el contexto de los trabajos del MAPRI 1er ciclo, los cuales fueron revisados y actualizados en el marco de los trabajos del MAPRI 2do ciclo. Los resultados de estos trabajos fueron sometidos a consulta pública y finalmente informados favorablemente por el Comité de Autoridades Competentes con fecha 21 de mayo de 2021.

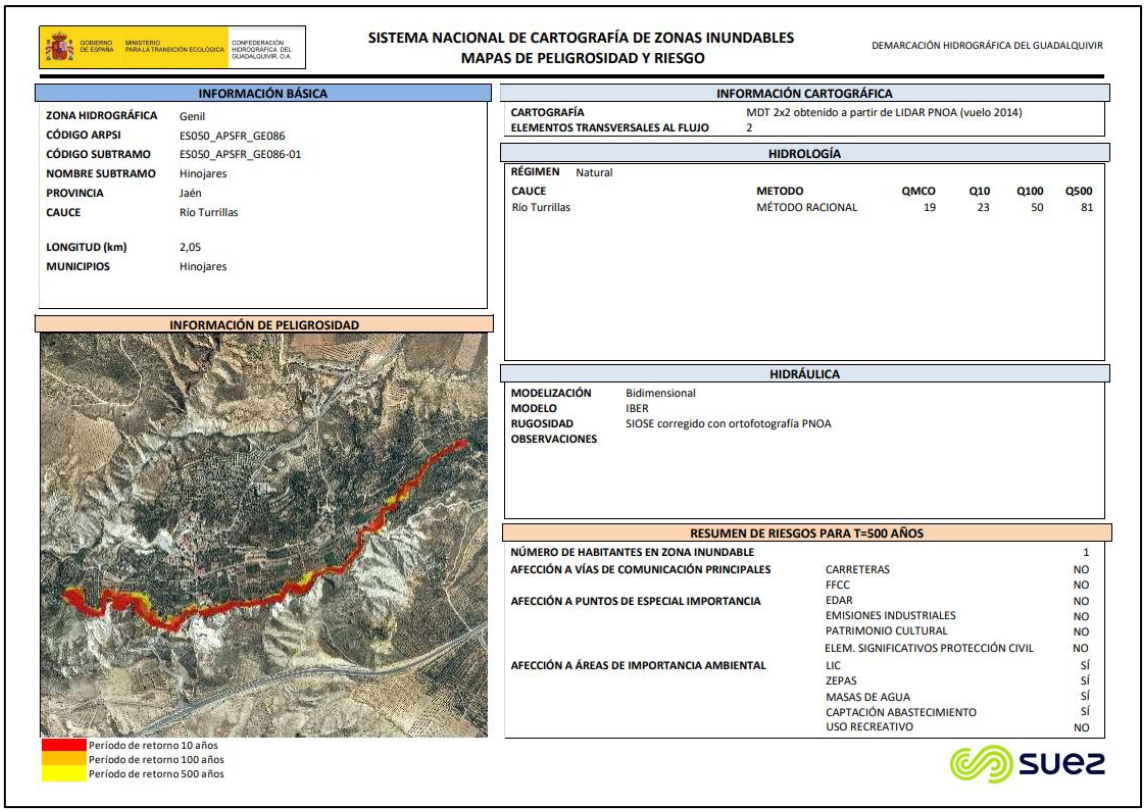


Figura 3. Ficha ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares.

A continuación, se muestran las zonas inundables, para distintos períodos de retorno, que pueden consultarse en el visor del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (*SNCZI*).

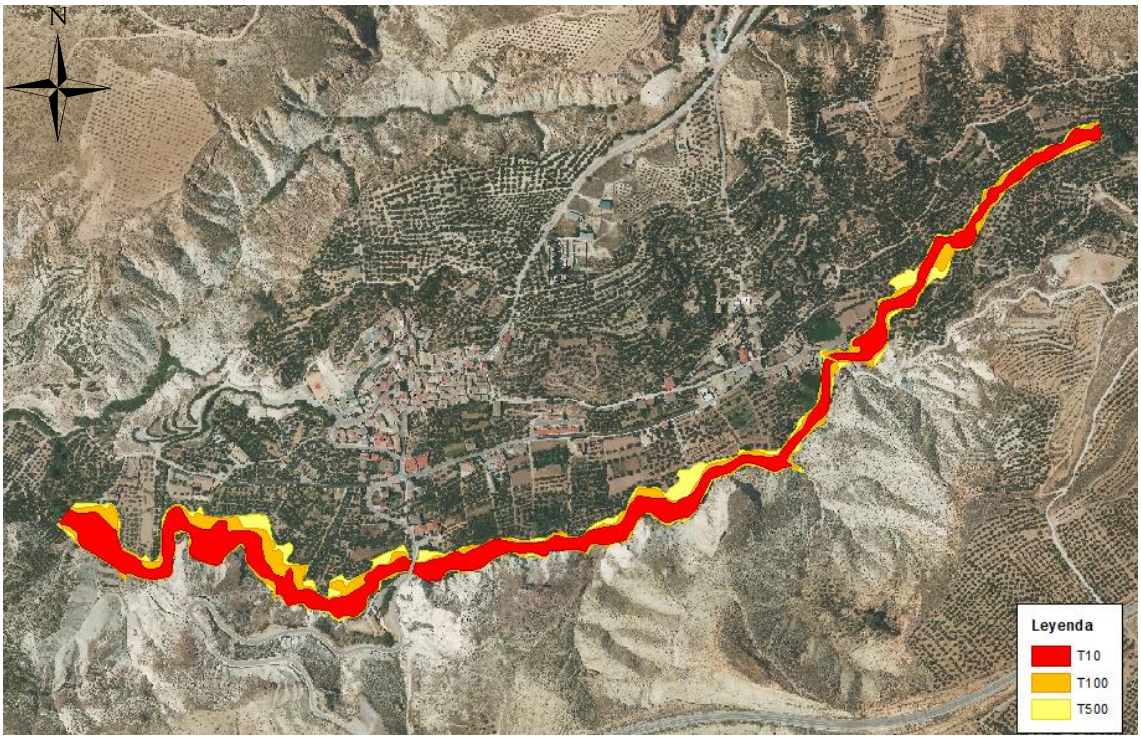


Figura 4. Zonas inundables para diferentes periodos de retorno (10, 100 y 500 años) según el SNCZI en el ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares.

1.1 Localizaciones y zonas de actuación de las alternativas

A continuación, se detalla gráficamente la localización y zonas en las que se actúa particularmente para cada alternativa.

Alternativa 0: Se ha considerado un escenario inicial que contempla una situación en la que el puente del Barrio Alto se encuentra totalmente obturado, debido a acumulación de restos vegetales y otros depósitos. Este escenario, que difiere del contemplado en los resultados del MAPRI, ya que éste contempla obras de paso con secciones libres, permitirá contrastar los resultados obtenidos en el análisis de las distintas alternativas que aquí se plantean.

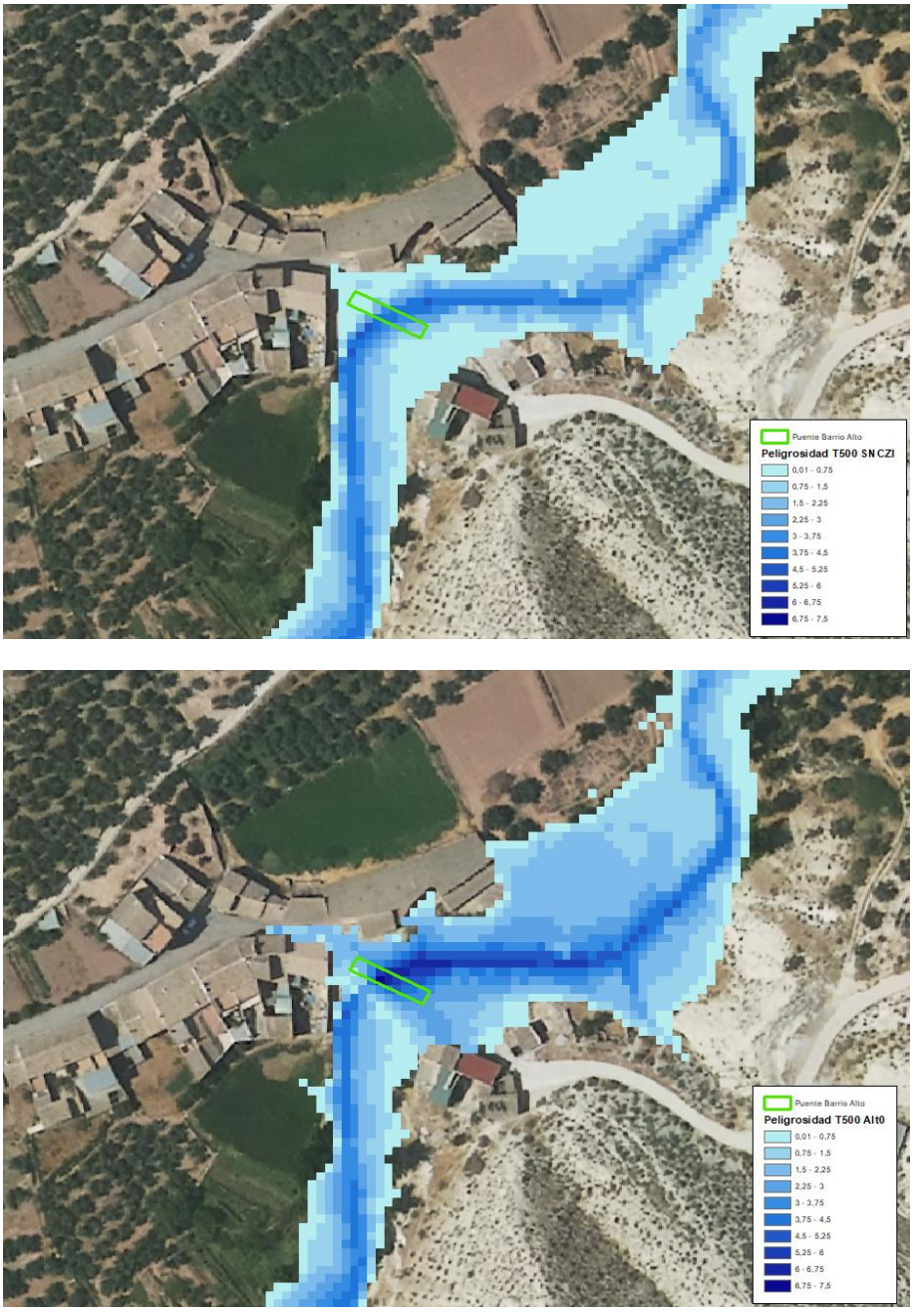


Figura 5. Detalle de la comparativa en la zona del puente del Barrio Alto de los mapas de peligrosidad para T500 según el SNCZI (imagen superior) y calculado para la Alternativa 0 con el puente obturado al 100% (imagen inferior). Valores en metros.

Alternativa 1: Ampliación de la sección libre del puente en aproximadamente 1,5 metros en el estribo izquierdo.

Localización actuaciones:



Figura 6. Localización de las actuaciones en la Alternativa 1.

Zona de actuación de la ampliación de la sección libre del puente:



Figura 7. Zona de actuación de la ampliación de la sección libre del puente.

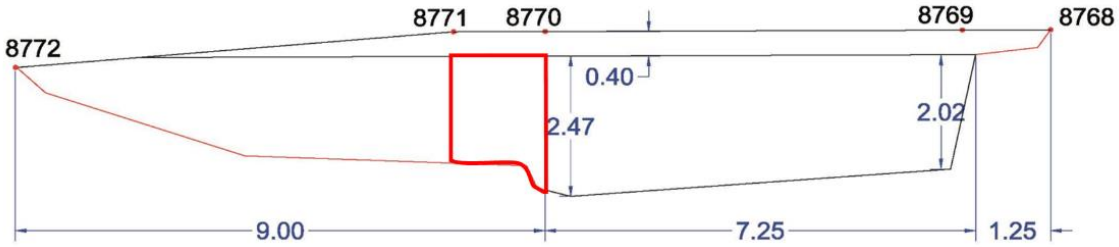


Figura 8. Zona de actuación (sobre el croquis) del puente para la ampliación de la sección libre. Cotas en metros

Alternativa 2: Alternativa 1 + Ampliación de la capacidad hidráulica del cauce en la margen izquierda.

Localización actuaciones:



Figura 9. Localización de las actuaciones en la Alternativa 2

Zona de actuación aproximada de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce sobre el terreno:

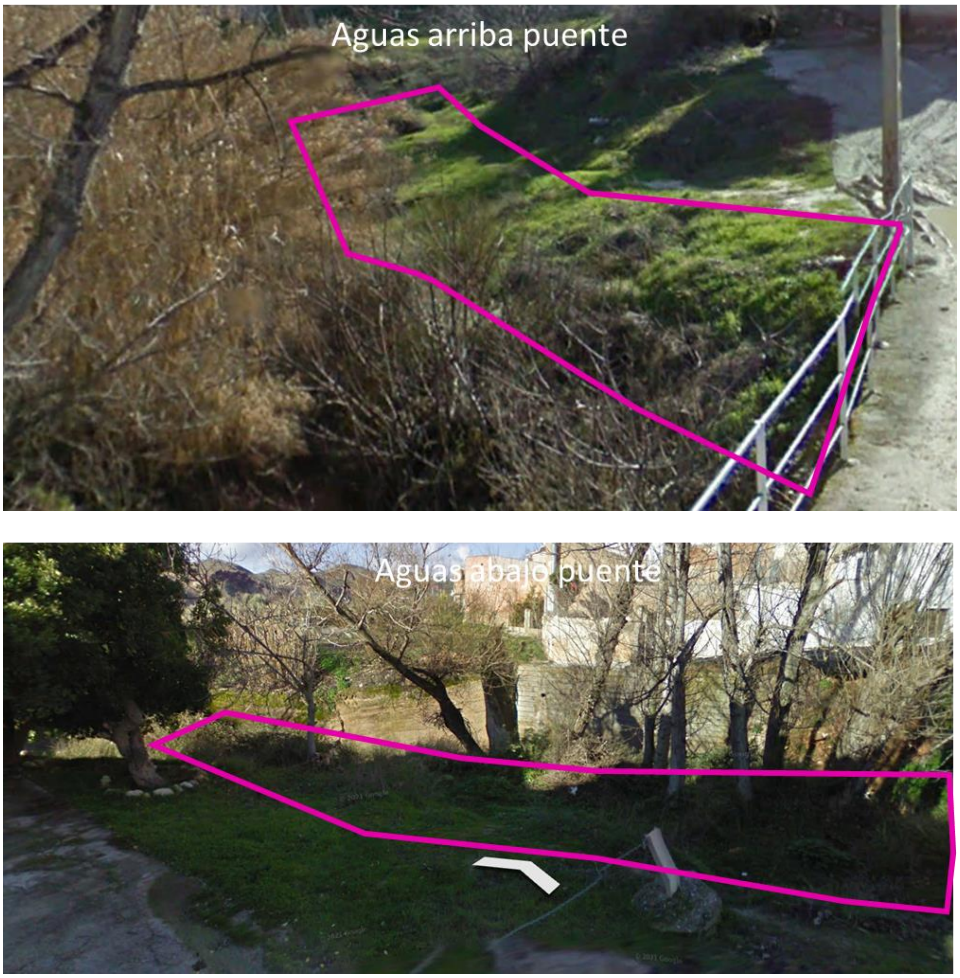


Figura 10. Zona de actuación de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce sobre el terreno.

Alternativa 3: Alternativa 2 + Instalación en cauce de barrera permeable mediante malla de anillos de acero para retención de sólidos.

Localización actuaciones:

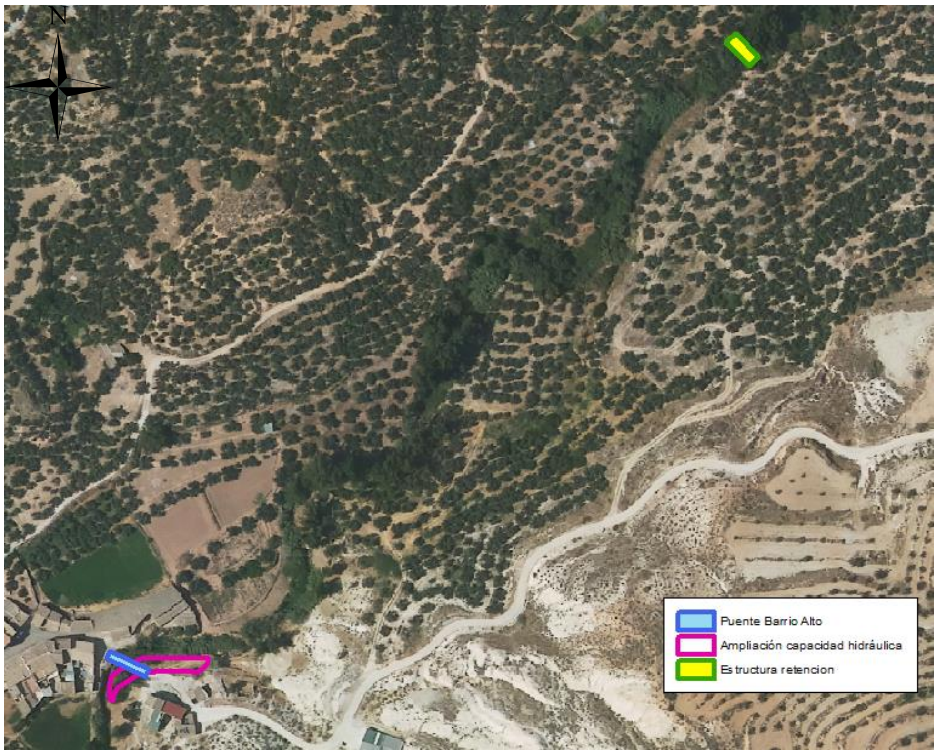


Figura 11. Localización de las actuaciones en la Alternativa 3.

Ejemplo de estructura para malla de anillos de acero para retención de sólidos:

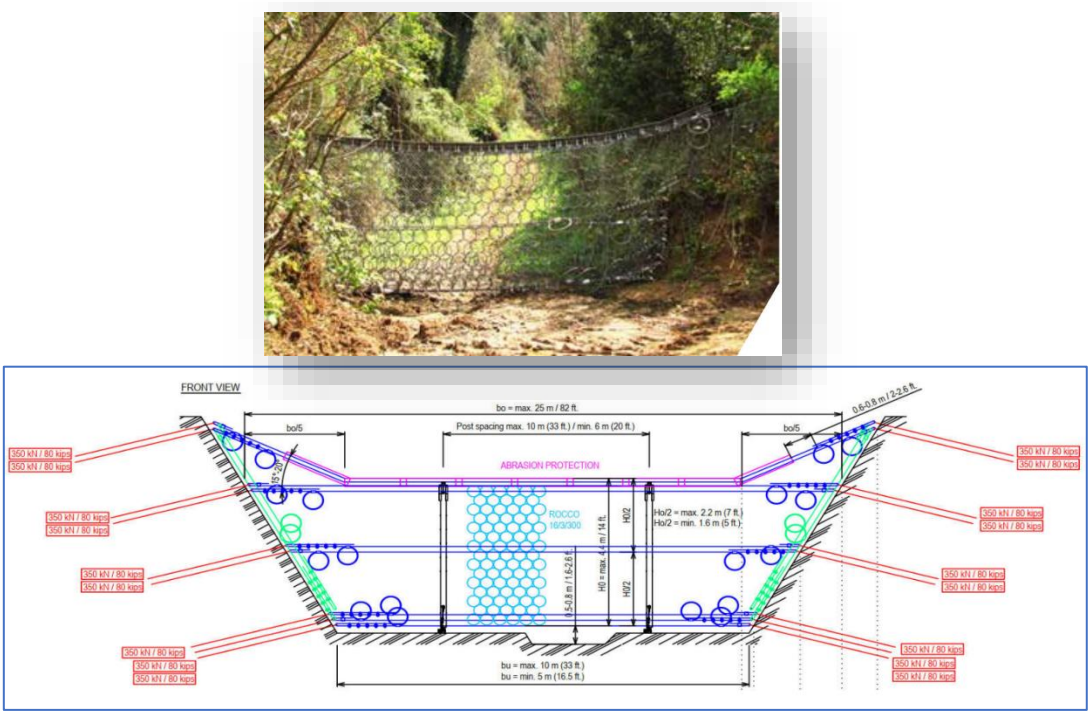


Figura 12. Imagen de ejemplo y esquema de la malla de anillos de acero para retención de sólidos que contempla la actuación. Fuente: Geobrugg.

Alternativa 4: Alternativa 2 + Instalación en cauce de estructura de valla permeable para retención de sólidos.

Localización actuaciones:

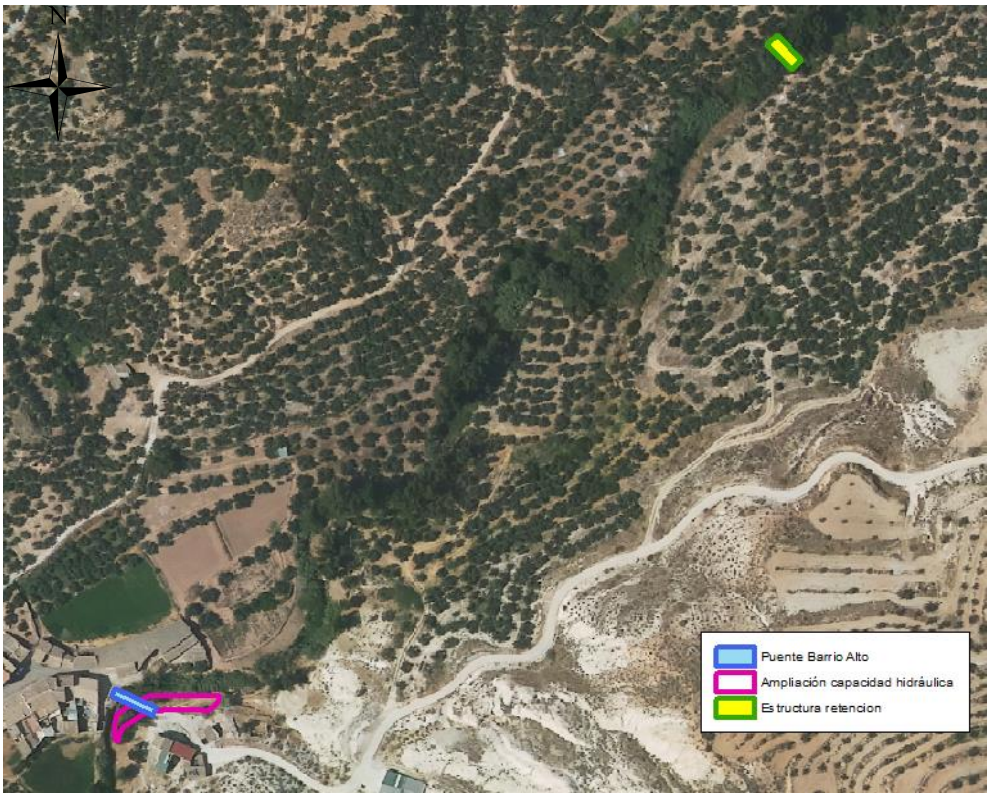


Figura 13. Localización de las actuaciones en la Alternativa 4.

Ejemplo de estructura de valla permeable para retención de sólidos que contempla la actuación:



Figura 14. Ejemplo de estructura de valla permeable para retención de sólidos que contempla la actuación. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (proyecto de restauración fluvial del rio Manzanares en El Pardo).

Alternativa 5.1/Alternativa 5.2: Instalación en cauce de barrera permeable mediante malla de anillos de acero/estructura de valla permeable para retención de sólidos (ver ejemplo de barreras en Alternativas 3 y 4):



Figura 15. Localización de las actuaciones tanto en la Alternativa 5.1, como en la Alternativa 5.2.

2. Estado social

Prioridad DGA	-
Prioridad CCHH	Alta
Actuación prevista en PGRI	Si
Prioridad en PGRI	Alta
Actuación del PHC	3er Ciclo
Actuación de Interés General Estado	No
Actuación del PHN	No
Nombre medida en PGRI y PHC	Estudio coste-beneficio de mejora del drenaje del Puente del Barrio Alto (Hinojares)
Código medida en PGRI y PHC	ES050_3_Guadalquivir5772
Plazo ejecución	2022-2027

Tabla 2. Estado social de las actuaciones.

Esta actuación está contemplada en el programa de medidas tanto en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de 2do ciclo, como en el Plan Hidrológico de Cuenca (PHC) de 3er ciclo del Guadalquivir con el nombre de “Estudio coste-beneficio de mejora del drenaje del Puente del Barrio Alto (Hinojares)” con el código ES050_3_Guadalquivir5772 para ambos Planes (también se ha usado este código en el *reporting* a la Comisión Europea) y cuyo plazo de ejecución está previsto entre 2022 y 2027.

3. Presupuestos

A continuación, se detallan los presupuestos recogidos en el PGRI y PHC del Guadalquivir de la medida “Estudio coste-beneficio de mejora del drenaje del Puente del Barrio Alto (Hinojares)”, código ES050_3_Guadalquivir5772:

	Presupuesto estimado medida (€)		
	2016-2021	2022-2027	2028-2033
DGA	-	-	-
PGRI	-	50.000	-
PHC	-	50.000	-

Tabla 3. Presupuestos contemplados en el PGRI y PHC del Guadalquivir.

4. Áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs)

ARPSI	Sí
Código ARPSI (subtramo)	ES050_APSFR_GE086-01
Nombre ARPSI	Hinojares
Longitud (km)	2,05
Ciclo declaración ARPSI	1er ciclo (2015)
Ciclo elaboración cartografía ZI	1er ciclo (2015)
Número de inundaciones históricas	0
Criterio de selección	Potencial
Índice de peligrosidad	1,9
Índice Riesgo	0,6

Tabla 4. Características del ARPSI en el que se localiza las actuaciones.

Datos de la zona inundable consultados en el SNCZI:

	T010	T100	T500
Caudal (m^3/s)	23	50	81
Superficie zona inundable (km^2)	0,0118	0,0226	0,0322
Superficie urbana concentrada (ha)	0	0	0
Superficie industrial (ha)	0,02	0,05	0,06
Superficie regadío (ha)	0,91	1,72	2,49
Industrial IPPC (nº)	0	0	0
Población afectada total (hab):	0	1	1

Tabla 5. Datos de afecciones consultados en el SNCZI agregado por actuación y periodo de retorno.

5. Medio ambiente

Todo el municipio de Hinojares y, por tanto, la zona de actuación, se encuentran dentro del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas. Este Parque Natural es Zona de Importancia Comunitaria ZIC (ZEPA/ZEC), con código ES0000035, y es Reserva de la Biosfera. Además, en el ARPSI sobre el que se localiza la actuación se sitúan dos captaciones de abastecimiento humano, con códigos ES050ZPROTZCCM050100023 y ES050ZPROTZCCM050200038.

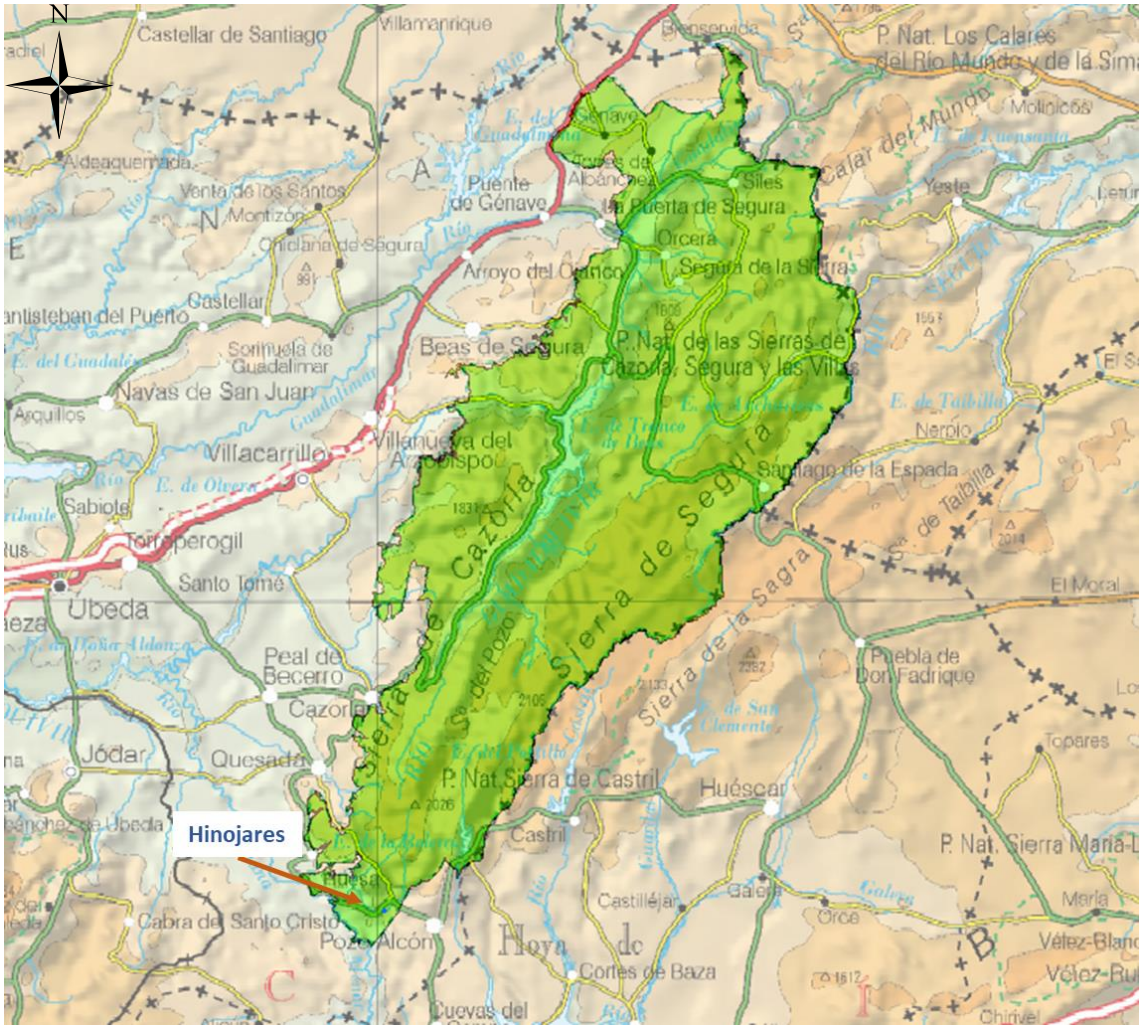


Figura 16. Localización del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas.

6. Masas de agua relacionadas con la actuación

6.1 Masas de agua superficiales

Datos masa de agua superficial 2022-2027 (PHC 3er ciclo y PGRI 2do ciclo):

Código masa	ES050MSPF011009049
Nombre masa	Río Turrillas y afluentes
Tipo de masa	R-T09 – Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
Longitud (km)	22,49
Objetivo	Buen estado
Estado global de la masa de agua	Buen estado
Presiones significativas – Tipo de presión	4.2.8 - Presas, obstáculos y esclusas - Otros
Impactos – Tipo de impacto	Alteración de hábitats debida a cambios morfológicos (incluida la conectividad)
Observaciones	En el periodo 2016-2021 el código de esta masa de agua era ES0511009049, con un estado Peor que bueno, y objetivo Prórroga 2021.

Tabla 6. Datos masa de agua superficial.

Estado masa de agua superficial ES050MSPF011009049:

Estado químico	Bueno
Estado ecológico	Bueno
Año en el que se basa la clasificación	2018

Tabla 7. Estado masa de agua superficial ES050MSPF011009049.

Detalle estado masa de agua superficial ES050MSPF011009049:

Biológicos	**Macrófitas**	Muy bueno
	Fitobentos	Bueno
	Invertebrados bentónicos	Bueno
Contaminantes específicos	**Cont. Específicos de cuenca fluvial**	Muy bueno
Físico-químicos	**Condiciones de oxigenación**	Bueno
	Condiciones de acidificación	Bueno
	Condiciones de nitrógeno	Muy bueno

	Condiciones de fósforo	Muy bueno
	Amonio	Muy bueno
Hidromorfológicos	**Régimen hidrológico o de marea**	Muy bueno
	Condiciones de continuidad del río	Deficiente
	Condiciones morfológicas	Deficiente

Tabla 8. Detalle estado masa de agua superficial ES050MSPF011009049.

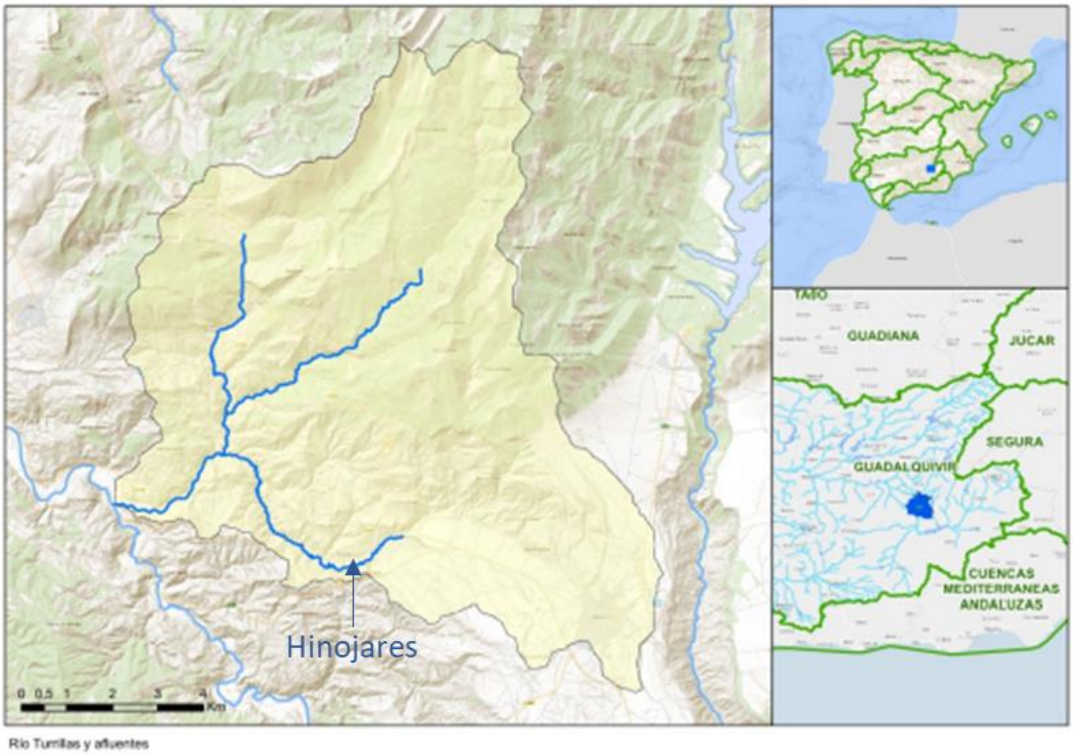


Figura 17. Localización masa agua superficial ES050MSPF011009049 - Río Turrillas y afluentes, según el Plan hidrológico del Guadalquivir de tercer ciclo (anejo 2, apéndice 1.2).

6.2 Masas de agua subterránea

Datos masa de agua subterránea 2022-2027 (PHC 3er ciclo):

Código masa	ES050MSBT000050200
Nombre masa	Quesada - Castril
Formación	Acuíferos fisurados incluido karst - alta productividad
Área (km²)	1356,97
Objetivo	Buen estado

Estado global de la masa de agua	Buen estado
Presiones significativas – Tipo de presión	Sin presión significativa
Impactos – Tipo de impacto	Sin impactos significativos

Tabla 9. Datos masa de agua subterránea.

Estado masa de agua subterránea ES050MSBT000050200:

Estado químico	Bueno
Estado cuantitativo	Bueno

Tabla 10. Estado masa de agua subterránea ES050MSPF011009049.

Detalle estado masa de agua subterránea ES050MSBT000050200:

Biológicos	**Macrófitas**	Muy bueno
	Fitobentos	Bueno
	Invertebrados bentónicos	Bueno
Contaminantes específicos	**Cont. Específicos de cuenca fluvial**	Muy bueno
Físico-químicos	**Condiciones de oxigenación**	Bueno
	Condiciones de acidificación	Bueno
	Condiciones de nitrógeno	Muy bueno
	Condiciones de fósforo	Muy bueno
	Amonio	Muy bueno
Hidromorfológicos	**Régimen hidrológico o de marea**	Muy bueno
	Condiciones de continuidad del río	Deficiente
	Condiciones morfológicas	Deficiente

Tabla 11. Detalle estado masa de agua subterránea ES050MSPF011009049.

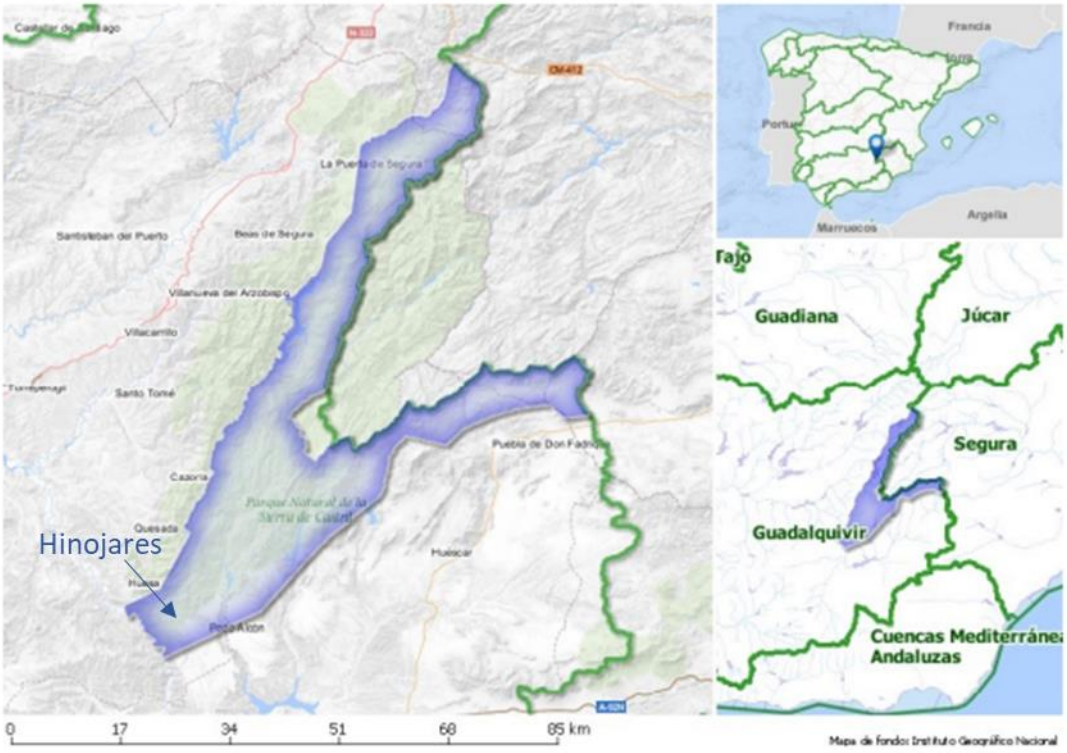


Figura 18. Localización masa agua subterránea ES050MSBT000050200 - Quesada - Castril, según el Plan hidrológico del Guadalquivir de tercer ciclo (anejo 2, apéndice 1.2).

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

APÉNDICE Nº2

INFORME HIDRÁULICO DE LA ACTUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

ÁPENDICE Nº2
INFORME HIDRÁULICO DE LA ACTUACIÓN

Índice

1 Revisión y actualización de modelos existentes 1
1.1 Descripción general del modelo hidráulico original existente 1
1.2 Modelo digital del terreno MDT 2
1.3 Mallado 5
1.4 Rugosidad 5
1.5 Caudales 7
1.6 Condiciones de contorno e iniciales 9
1.7 Estructuras 9
1.8 Obtención del DPH 10
1.9 Resultados obtenidos 11
1.10 Resumen de revisión y actualización 12
2. Modelo hidráulico Alternativa 0 (situación actual) 13
2.1 Información base 13
2.2 Características del modelo 13
2.3 Resultados obtenidos 16
3. Modelo hidráulico Alternativa 1 17
3.1 Información base 17
3.2 Características del modelo 17
3.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual 18
4. Modelo hidráulico Alternativa 2 20
4.1 Información base 20
4.2 Características del modelo 20
4.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual 21
5. Modelo hidráulico Alternativa 3 23
5.1 Información base 23
5.2 Características del modelo 23
5.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual 24
6. Modelo hidráulico Alternativa 4 26
6.1 Información base 26
6.2 Características del modelo 26

6.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual 27
7. Modelo hidráulico Alternativa 5.1 29
7.1 Información base 29
7.2 Características del modelo 29
7.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual 30
8. Modelo hidráulico Alternativa 5.2 32
8.1 Información base 32
8.2 Características del modelo 32
8.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual 33

Índice de Figuras

Figura 1. Tramo ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares. 1

Figura 2. Comparativa de ortofoto de Máxima actualidad y ortofoto de 2014. 2

Figura 3. Especificaciones técnicas de 1ª Cobertura y 2ª Cobertura de LiDAR del PNOA. 3

Figura 4. Comparativa MDT de 2014 y MDT de 2020. 4

Figura 5. Diferencia de cotas entre MDT (2014) y MDT LiDAR (2020). Valores en metros 4

Figura 6. Detalle de la malla de cálculo del modelo. 5

Figura 7. Superposición de la capa de Manning y los usos de suelo de SIOSE. 6

Figura 8. Ubicación de los usos de suelo desactualizados. Calados en metros. 6

Figura 9. Entorno gráfico aplicación CAUMAX. 7

Figura 10. Detalle de los parámetros empleados en el método racional para T100. 8

Figura 11. OD sobre carretera JA-315. 9

Figura 12. Puente del Barrio Alto. 10

Figura 13. Ubicación del puente de la JA-315 (verde) y ubicación del puente del Barrio Alto (rojo). 10

Figura 14. Zona de DPH, zona de policía y zona de servidumbre consultados en el visor del SNCZI. 11

Figura 15. Resultados SNCZI de zonas inundables 11

Figura 16. Croquis del modelo hidráulico de la alternativa 0 13

Figura 17. Zonas inundables generadas en la situación actual. 16

Figura 18. Croquis del modelo hidráulico de la alternativa 1 17

Figura 19. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 1. 19

Figura 20. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 1. 19

Figura 21. Croquis del modelo hidráulico de la alternativa 2 20

Figura 22. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 2. 22

Figura 23. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 2. 22

Figura 24. Croquis del modelo hidráulico de la alternativa 3 23

Figura 25. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 3. 25

Figura 26. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 3. 25

Figura 27. Croquis del modelo hidráulico de la Alternativa 4 26

Figura 28. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 4. 28

Figura 29. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 4. 28

Figura 30. Croquis del modelo hidráulico de la Alternativa 5.1. 29

Figura 31. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 5.1. .. 31

Figura 32. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 5.1. .. 31

Figura 33. Croquis del modelo hidráulico de la Alternativa 5. 32

Figura 34. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 5.2. .. 33

Figura 35. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 5.2. .. 34

Índice de Tablas

Tabla 1. Valores de caudales punta introducidos en el modelo, procedentes del SNCZI. 8

Tabla 2: Resumen revisión y actualización del modelo del ARPSI ES050_ARPS_GE086-01. 12

Tabla 3. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 0. 14

Tabla 4. Hidrogramas para cada periodo de retorno usados en el modelo de la Alternativa 0 15

Tabla 5. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 1 18

Tabla 6. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 2. 21

Tabla 7. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 3 24

Tabla 8. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 4. 27

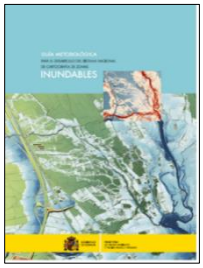
Tabla 9. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 5.1. 30

Tabla 10. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 5. 33

1 Revisión y actualización de modelos existentes

En este apartado se hará una revisión de los modelos hidráulicos disponibles de la zona de estudio para comprobar que se ajustan a la situación actual, y si es necesario, su modificación de cara a modelizar una situación actual del ámbito de estudio lo más actualizada posible y acorde con las necesidades requeridas por el Estudio Coste – Beneficio.

El modelo hidráulico de partida procede de los modelos empleados para la elaboración de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo para el tramo ARPSI del río Turrillas en Hinojares en el contexto de los trabajos del MAPRI 1er ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (DHG), los cuales fueron revisados y actualizados en el marco de los trabajos del MAPRI 2do ciclo. Los resultados de estos Mapas, que incluyen Zonas Inundables (ZI), capas de peligrosidad y Mapas de Riesgo asociados a periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, se muestran al público a través del visor de Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (*SNCZI*).



En este análisis se han contemplado los criterios y técnicas recomendados en la "*Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables*" (en adelante *Guía SNCZI*), editada en 2011 por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

A continuación, se revisa la validez de los distintos aspectos en los que se ha apoyado la construcción del modelo hidráulico existente.

1.1 Descripción general del modelo hidráulico original existente

El modelo hidráulico por medio del cual se obtuvieron las llanuras de inundación del tramo analizado del río Turrillas se construyó para la delimitación cartográfica de zonas inundables del tramo ARPSI: ES050_ARPS_GE086-01: Hinojares, tramo catalogado como de riesgo potencial significativo de inundación, de acuerdo con lo preestablecido en el Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, que transpone la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a Evaluación y Gestión de los Riesgos de Inundación.



Figura 1. Tramo ARPSI ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares.

El tramo se emplaza en el municipio de Hinojares, con una longitud de 2,05 km. El ARPSI modelizado discurre encajado en el terreno y su zona inundable presenta presión antrópica por la presencia de zonas de cultivo. Dadas las características de la topografía de la zona, se esperan llanuras de inundación de amplitud limitada. El modelo original, se realizó con el software 2D IBER v.2.0. y todos los modelos se han ubicado espacialmente en el sistema de referencia ETRS89, proyección UTM huso 30, zona N.

1.2 Modelo digital del terreno MDT

De acuerdo con las prescripciones de la *Guía SNCZI* y los criterios técnicos establecidos por la Comisión Europea y el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), para la realización de los modelos hidráulicos de los Mapas de Peligrosidad y los Mapas de Riesgo de Inundación (MAPRI), se han empleado MDTs generados mediante la tecnología LiDAR (*Laser Imaging Detection and Ranging*), los cuales, han sido tratados para eliminar los valores correspondientes a elementos diferenciados del terreno: vegetación, puentes, etc.

Como se ha comentado, el modelo hidráulico original del tramo del río Turrillas fue construido en el marco de los trabajos de 1er ciclo del MAPRI. Este modelo empleó cartografía de precisión en forma de MDT generado a partir del vuelo LiDAR realizado en 2014 por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en el marco del proyecto PNOA – LiDAR (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea). Los MDTs mencionados proceden de la primera cobertura completa del territorio español, en el marco del proyecto PNOA – LiDAR. Se ha trabajado sobre mallas con resolución 2x2 m.

Para determinar si ha habido modificaciones en el terreno, que pudieran afectar a los resultados de las modelizaciones, se ha realiza una revisión del MDT empleado en los modelos de primer ciclo (en adelante MDT 2014), contrastándolo con diferentes fuentes de información del terreno en la actualidad.

En primer lugar, se ha hecho uso del comparador de ortofotos del PNOA para tratar de detectar modificaciones que se hayan podido producir desde el 2014. Para ello se ha comparado la ortofoto de máxima actualidad disponible en el visor (2018) y la del año más próximo a 2014, en este caso 2013. No se han observado cambios destacables en la zona modelizada que pudieran afectar a los resultados de la modelización.

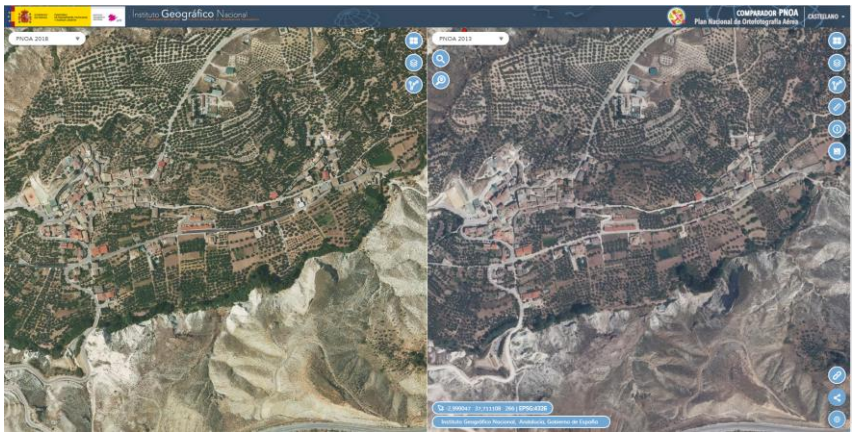


Figura 2. Comparativa de ortofoto de Máxima actualidad y ortofoto de 2014.

Además, se han consultado las ortofotos de máxima actualidad del PNOA (2019) y se ha hecho uso de la herramienta *Google Earth*, por si aparecieran modificaciones muy actuales y no se han apreciado cambios en el terreno ni la inclusión de nuevas infraestructuras en el entorno modelizado.

En segundo lugar, se han descargado los MDT procedentes de los datos LiDAR de 2ª cobertura, correspondientes al año 2020 (en adelante MDT 2020), y se han comparado con el MDT 2014 del modelo original.

Cabe recordar que la precisión de los datos LiDAR 2014 es de 40cm y la de 2020 es de 20cm, por lo que el mismo punto podría tener una diferencia de 60cm de un LiDAR a otro y aun así se cumpliría con las precisiones requeridas.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Característica	Primera cobertura	Segunda cobertura
Densidad mínima de puntos	0.5 puntos/m²	0.5 - 2 puntos/m²
Años de vuelo	2009 - 2015	2015 - 2021
Sistema geodésico de referencia	ETRS89 husos 28, 29, 30 y 31 según corresponda	
Sistema de referencia altimétrico	Altitudes ortométricas, geoide de referencia EGM08	
RMSE Z	≤ 40 cm	≤ 20 cm
Precisión planimétrica estimada	≤ 30 cm	≤ 30 cm
Imagen simultánea	No (excepción Baleares)	Sí, desde 2016
Tamaño ficheros	2 x 2 km	2 x 2 km (excepción Madrid)
Formato ficheros	LAS 1.2 format 3	
Paso de malla del MDE	5 m x 5 m	2 m x 2 m
RMSE Z (MDE)	≤ 50 cm	≤ 25 cm
Precisión planimétrica estimada (MDE)	≤ 50 cm	≤ 50 cm

Figura 3. Especificaciones técnicas de 1ª Cobertura y 2ª Cobertura de LiDAR del PNOA.

Para determinar de manera analítica si ha habido modificaciones del terreno, más allá de las derivadas de las precisiones altimétricas de cada MDT, se ha realizado una resta MDT 2020 – MDT 2014.

Comparando ambos MDT se observan diferencias generales, la mayoría asumibles a las precisiones de los datos. Sin embargo, se aprecian diferencias destacables en la zona de cauce y en las zonas de ladera. En la zona de cauce el nivel de detalle del MDT de 2014 es superior al de 2020, generando dichas diferencias. Se asumen que estas diferencias se derivan de un trabajo más detallado con información topográfica realizado en la zona de cauce del MDT 2014.

En cuanto a las zonas de ladera, en la margen izquierda del río hay diferencias de cota muy destacables, llegando en algunas áreas a diferencias de hasta 6 m. En la margen derecha se observan diferencias de cota de menor entidad, con zonas con diferencias de hasta 3 m. Sin embargo, en estos casos las diferencias no influyen en la modelización hidráulica ya que son sectores que se encuentran fuera de la zona inundable asociada a un periodo de retorno de 500 años.

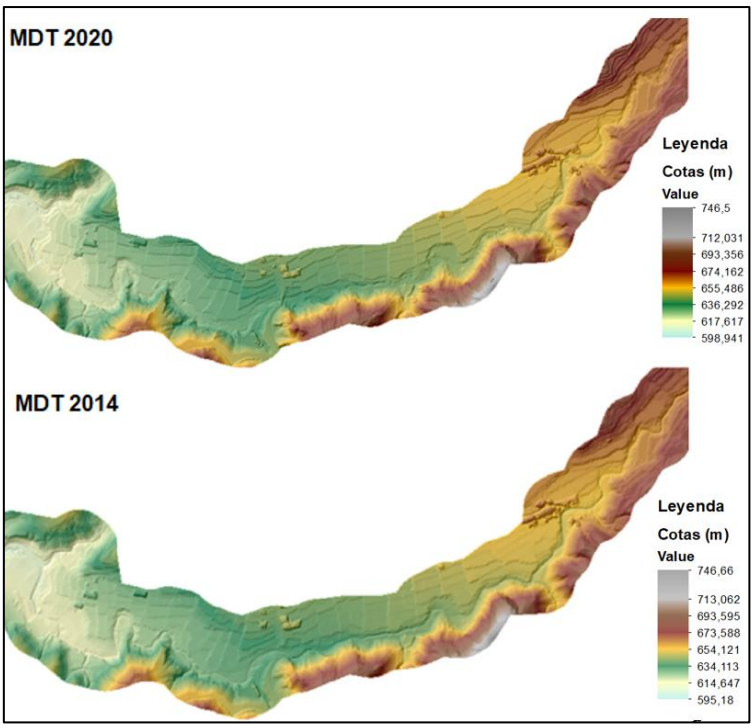


Figura 4. Comparativa MDT de 2014 y MDT de 2020.

A continuación, se muestra la capa ráster obtenida como diferencia de cotas entre MDTs.

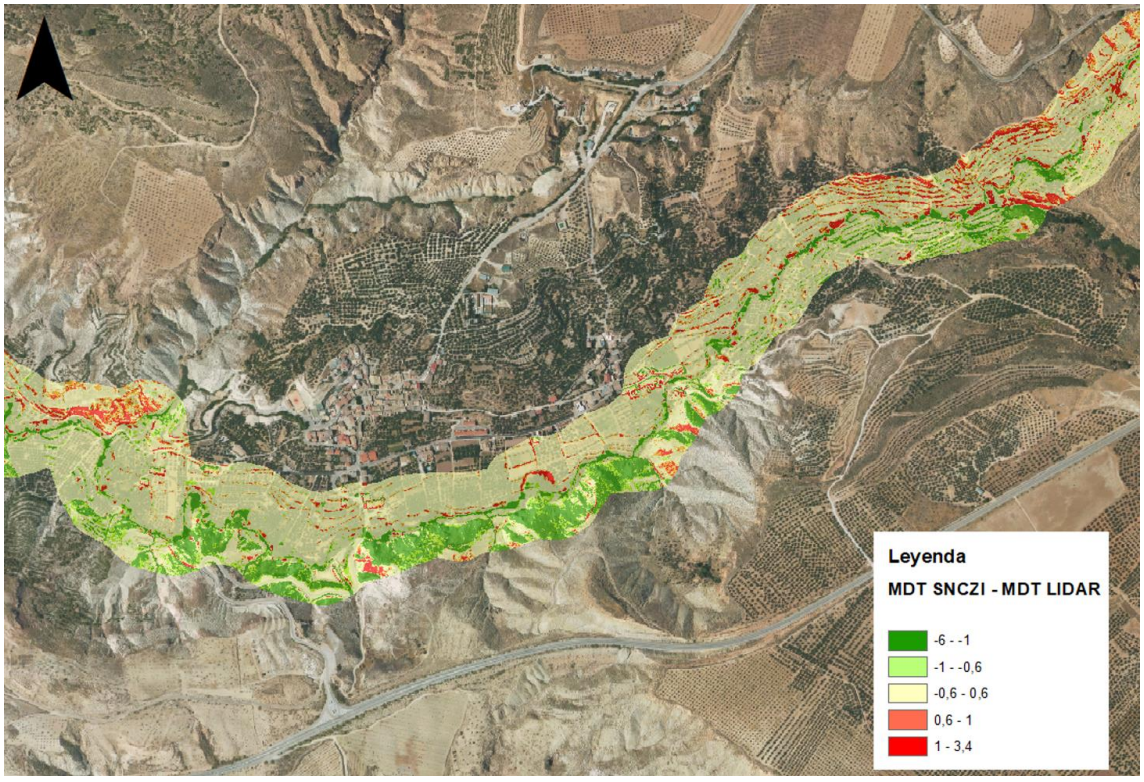


Figura 5. Diferencia de cotas entre MDT (2014) y MDT LiDAR (2020). Valores en metros

Por tanto, debido a la ausencia de modificaciones importantes del terreno desde el 2014 que pudieran afectar a los resultados de las modelizaciones y el mayor grado de definición del cauce en el MDT 2014 frente al MDT 2020, se concluye que el MDT está actualizado y **no requeriría modificarlo para las modelizaciones de este análisis**.

1.3 Mallado

El modelo original contempla una malla triangular no estructurada de tipo RTIN de 127.739 elementos, con tamaño mínimo de arista 2 m y máximo de 23 m. En este mallado también se incluyen los edificios.

No se observan líneas de rotura incluidas en el mallado, pero no se considera un aspecto crítico dadas las características de la zona de estudio.



Figura 6. Detalle de la malla de cálculo del modelo.

El ámbito del mallado se considera adecuado para asegurar una correcta representatividad de la zona de interés para este análisis.

Por tanto, **la malla se considera actualizada y no requeriría modificaciones**.

1.4 Rugosidad

Para analizar este aspecto, se realiza una primera comparación entre la capa de valores Manning empleada en la modelización de (2014) y la capa de usos del suelo de la última versión disponible en el Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE), que para el ámbito de estudio corresponde al año 2014. De esta forma se buscan posibles cambios en los usos de suelo que puedan afectar al ámbito de la zona de análisis.

Se aprecia un mayor detalle en la delimitación de los usos de suelo en la capa Manning del modelo respecto a la de SIOSE. Principalmente se observa en la adicción de polígonos correspondientes a zonas urbanas dispersas e infraestructuras viarias y el mayor detalle en la delimitación de usos junto al cauce.

La imagen siguiente superpone la capa de números de Manning (polígonos con contorno negro) sobre la cobertura de usos del suelo de SIOSE.

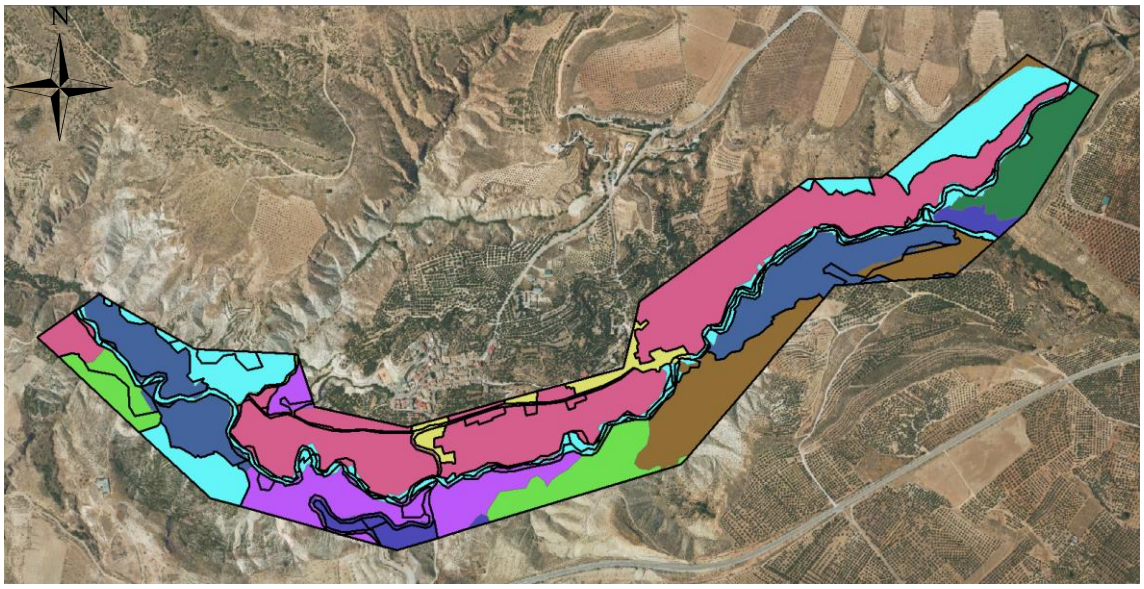


Figura 7. Superposición de la capa de Manning y los usos de suelo de SIOSE.

Se realiza una segunda comparación de la capa Manning con la ortofoto de máxima actualidad del PNOA (2019), observándose que los polígonos se corresponden, de forma general, con los usos de suelo actuales. Se identifican algunas áreas puntuales con usos de suelo desactualizados, como es el caso de alguna zona urbana dispersa que no aparece representada. Sin embargo, debido a que estas zonas no son afectadas por la zona inundable de T500 no suponen ningún tipo de afección sobre los resultados de la modelización.

En cuanto a los valores de la rugosidad de cada uso de suelo estos coinciden, en general, con los valores propuestos en la "*Guía SNCZI*".

Por tanto, se concluye que **no es necesario realizar una modificación de la rugosidad**.

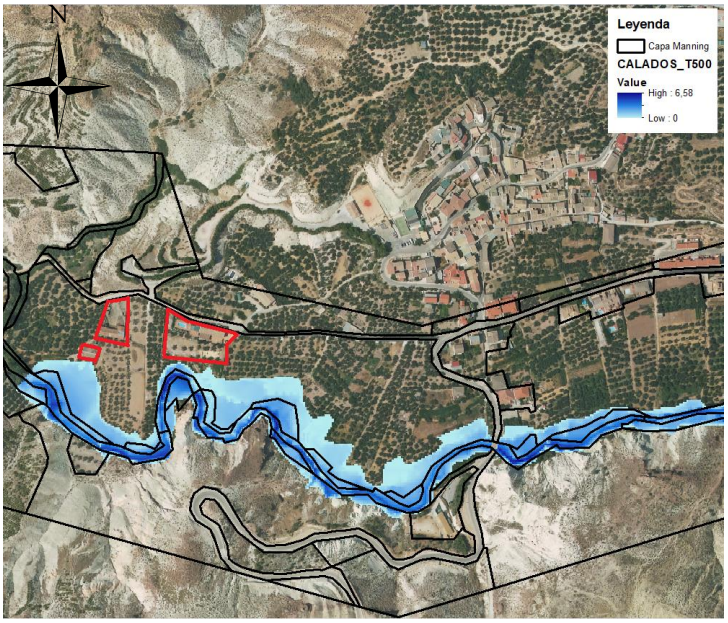


Figura 8. Ubicación de los usos de suelo desactualizados. Calados en metros.

1.5 Caudales

Los caudales introducidos en cabecera del tramo que conforma el modelo global original fueron obtenidos a partir del método racional empleando CAUMAX. La aplicación es una de las herramientas más utilizadas en la península para la obtención de caudales punta de avenida para distintos períodos de retorno, fue desarrollada por el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) y la versión mayo 2014 incluye ya la cuenca del Guadalquivir.

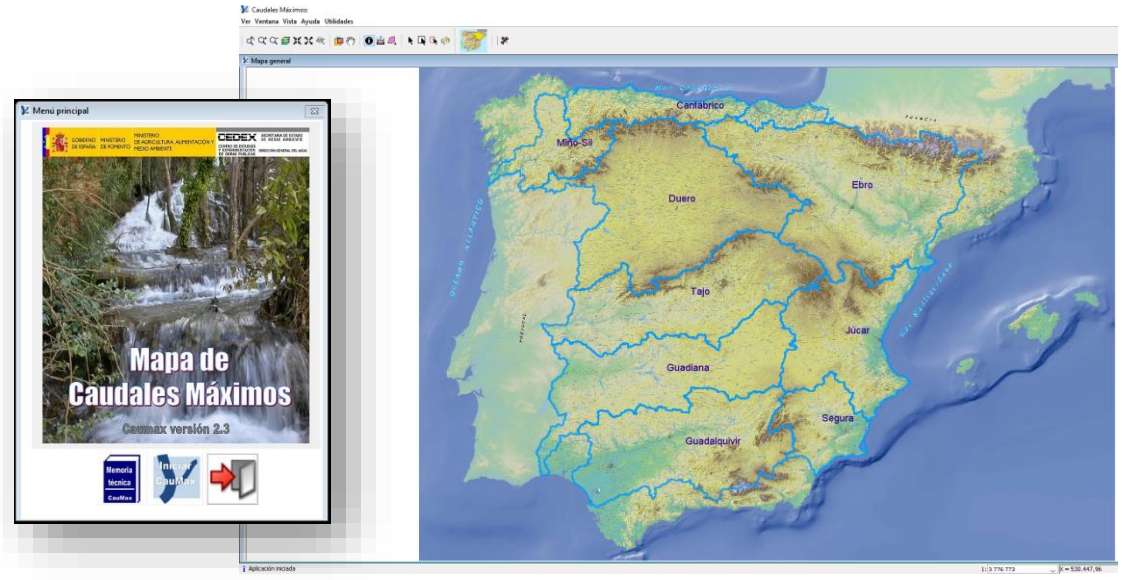
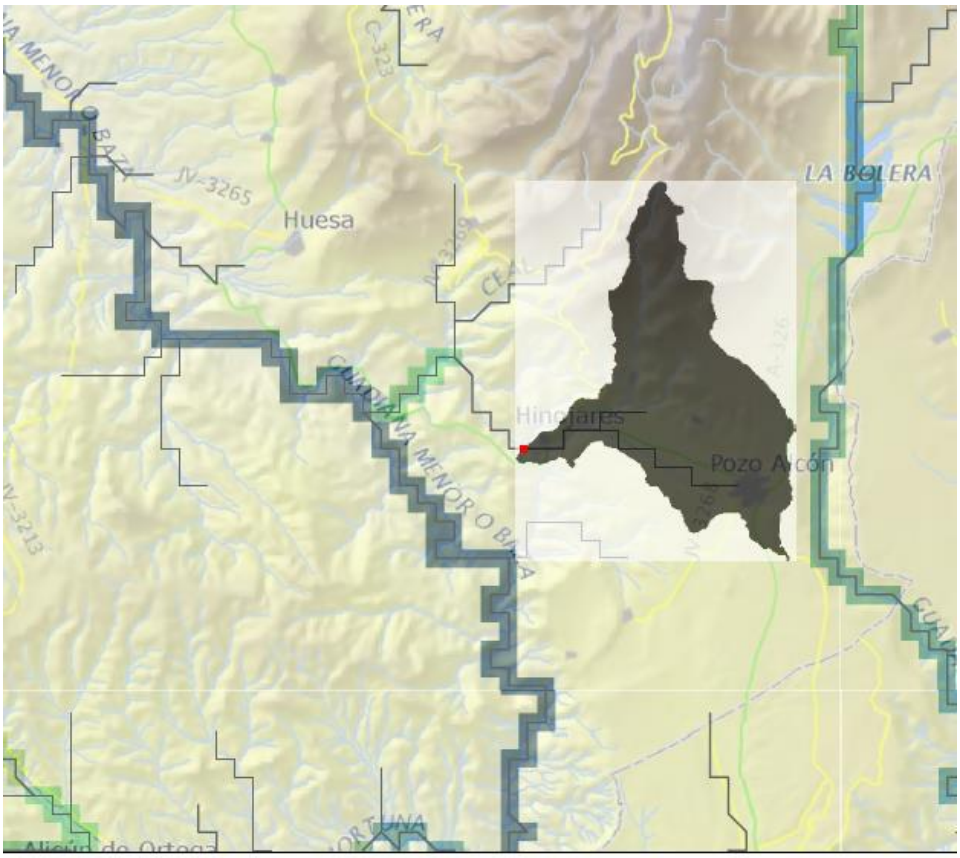


Figura 9. Entorno gráfico aplicación CAUMAX.

Se han revisado los parámetros que alimentan el estudio hidrológico sin encontrar ninguna incongruencia.



INFORME CÁLCULO CON MÉTODO RACIONAL

PARÁMETROS GENERALES

X utm : 499699.4 Y utm : 4174274.2	Factor de torrencialidad (I1/Id) : 9.99
Área (km2) : 30.92	Intensidad (I) (mm/h) : 23.22
Distancia al punto mas alejado (m) : 14140.36	P0 (mm) : 17.38
Cota del punto mas alejado (msnm) : 1396.677978515625	Coeficiente corrector del P0 : 3.15
Cota del punto de cálculo (msnm) : 613.5910034179688	Corrección P0 en funcion del periodo de retorno : 1.0
Tiempo de concentración (h) : 3.89	P0 corregido (mm) : 54.75
Precipitación (mm) : 144.46	Coeficiente de escorrentía (C): 0.2
Factor corrector del área : 0.9	Coeficiente de uniformidad (K) : 1.28
Precipitación corregida (mm) : 130.11	

Figura 10. Detalle de los parámetros empleados en el método racional para T100.

A continuación, se muestran los caudales punta obtenidos.

	Caudal punta (m^3/s)		
Nombre entrada	**Q010**	**Q100**	**Q500**
Río Turrillas	23	50	81

Tabla 1. Valores de caudales punta introducidos en el modelo, procedentes del SNCZI.

Los caudales se han introducido en el modelo mediante un hidrograma sintético a partir de los valores pico anteriores.

De los resultados anteriores se concluye que **los caudales son correctos y no requieren modificación.**

1.6 Condiciones de contorno e iniciales

Se han estudiado las condiciones iniciales y de contorno, de entrada y salida, incluidas en el modelo.

La condición inicial ha sido calado con valor nulo.

Como condición de entrada se ha introducido un único caudal correspondiente al río Turrillas.

Como condición de salida, se ha introducido una condición crítica/supercrítica.

Tras el análisis realizado, **las condiciones de contorno se consideran correctas y no requiere realizar ninguna modificación**.

1.7 Estructuras

El tramo analizado se ve afectado por la presencia de dos obras de drenaje, una de ellas, denominada APSFR_GE086-01_OFP001, que permite a la JA-315 cruzar sobre el río Turrillas y la segunda, objeto del presente Estudio, denominada APSFR_GE086-01_OFP002 o puente del Barrio Alto.

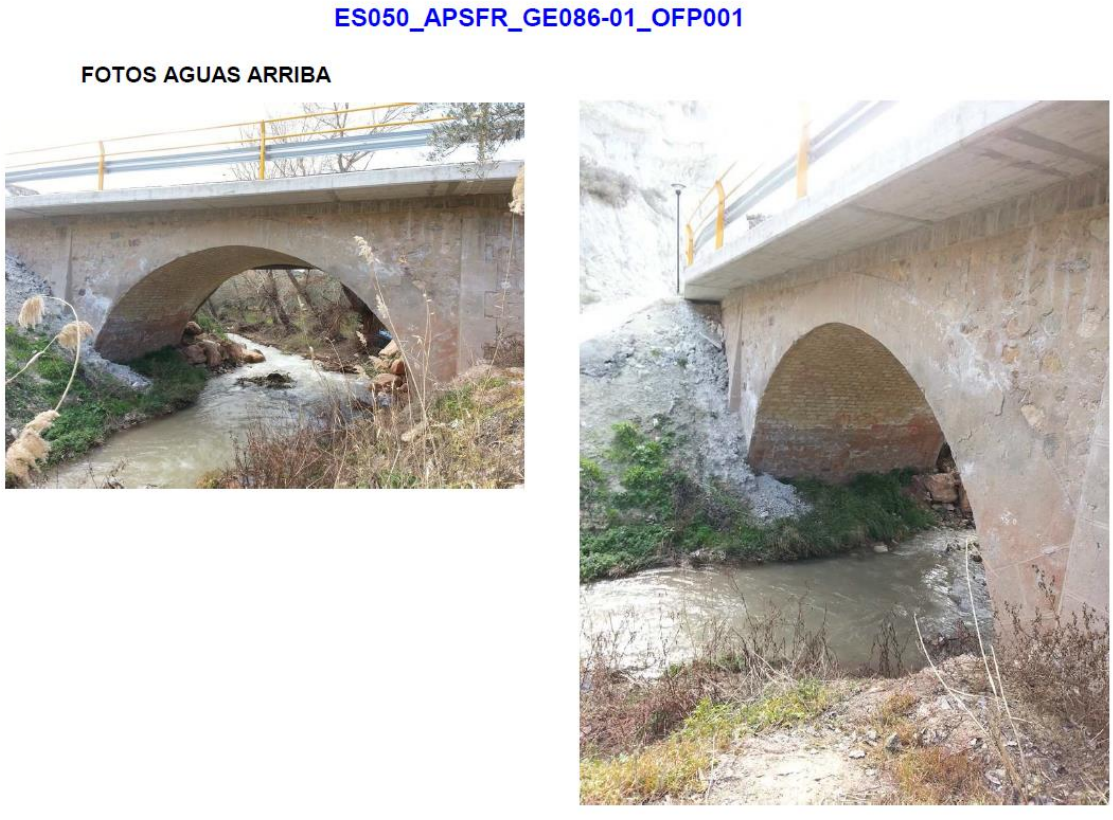


Figura 11. OD sobre carretera JA-315.



Figura 12. Puente del Barrio Alto.

Ambas estructuras están incluidas en el modelo hidráulico. El puente de la JA-315 se ha introducido en el modelo como una estructura puente, mientras que el puente del Barrio Alto se ha introducido en el modelo como un vertedero.



Figura 13. Ubicación del puente de la JA-315 (verde) y ubicación del puente del Barrio Alto (rojo).

Tras el análisis realizado, **las estructuras introducidas en el modelo se consideran correctas y no requiere realizar ninguna modificación.**

1.8 Obtención del DPH

La zona delimitada como DPH cartográfico es la obtenida por la aplicación conjunta del criterio geomorfológico e hidráulico. La delimitación hidráulica se realiza a partir de la zona inundable generada por la Máxima crecida ordinaria (en adelante MCO). De acuerdo con la información de CAUMAX en este tramo la MCO va ligada a un T=5.5 años con un caudal de 19 m^3/s.

A partir de este DPH se identificarán las zonas inundables asociadas a un daño nulo, muy importantes para la generación de los daños asociados a un episodio de inundaciones.

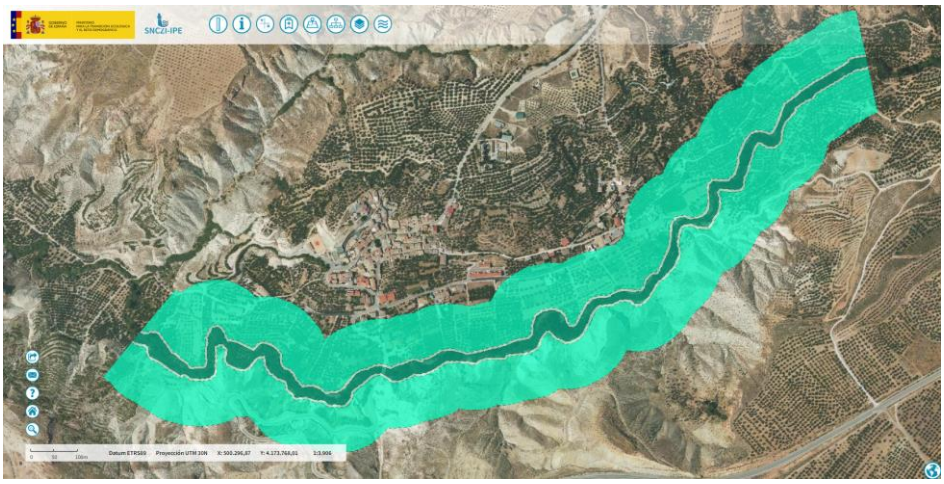


Figura 14. Zona de DPH, zona de policía y zona de servidumbre consultados en el visor del SNCZI.

1.9 Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos en el modelo original se ajustan a las condiciones iniciales y de contorno implementadas, por lo que se considera un modelo válido. Sin embargo, los resultados de este modelo no representan la problemática actual generada por las obstrucciones en el puente del Barrio Alto en episodios de avenida que se abordan en este análisis. Como se verá más adelante, será necesario generar una nueva situación actual, únicamente válida a efectos del presente estudio, que reproduzca los fenómenos de obstrucción del puente que actualmente se están observando y que motivan estos análisis.



Figura 15. Resultados SNCZI de zonas inundables

1.10 Resumen de revisión y actualización

La siguiente tabla resume los aspectos que han sido analizados, junto con las observaciones y conclusiones a las que se ha llegado, así como la necesidad, o no, de actualización.

MODELO ARPSI ES050_ARPS_GE086-01			
Aspecto	**Observaciones**	**Conclusiones**	**Actualización**
MDT	No se detectan nuevas actuaciones ni cambios en el terreno que requieran actualizaciones.	MDT ✓	NO REQUERIDA
Mallado	El ámbito del mallado es adecuado para asegurar una correcta representatividad de la zona de interés.	Mallado ✓	NO REQUERIDA
Rugosidad	Topología y valores de n Manning coherentes. Algún polígono con topología diferente a SIOSE, pero no afecta a la zona de cálculo.	Rugosidad ✓	NO REQUERIDA
Caudales	Los caudales empleados se consideran coherentes.	Caudales ✓	NO REQUERIDA
Cond. Contorno e iniciales	Coherentes.	Condición contorno ✓	NO REQUERIDA
Estructuras	Coherentes.	Estructuras ✓	NO REQUERIDA

Tabla 2: Resumen revisión y actualización del modelo del ARPSI ES050_ARPS_GE086-01.

2. Modelo hidráulico Alternativa 0 (situación actual)

Esta es la alternativa que representa la situación actual de las inundaciones en el ámbito de estudio. En esta alternativa se incluye la modelización del puente del Barrio Alto con una obstrucción de su luz del 100% para reproducir la situación actual de los problemas de inundaciones generados por el taponamiento del puente por restos vegetales arrastrados por el río.

2.1 Información base

Se realiza una nueva simulación con el puente obstruido un 100% y se calculan los daños generados en esta nueva situación actual.

Tanto el MDT, como los valores de rugosidad, caudales y condiciones de contorno e iniciales son los mismos que los empleados en el modelo original

2.2 Características del modelo

Modelo: Se ha empleado el software bidimensional IBER v 2.6, el modelo de cálculo cuenta con 176.303 triángulos. La malla se ha construido con elementos con Error/Lado máx de 0,15/20 m.

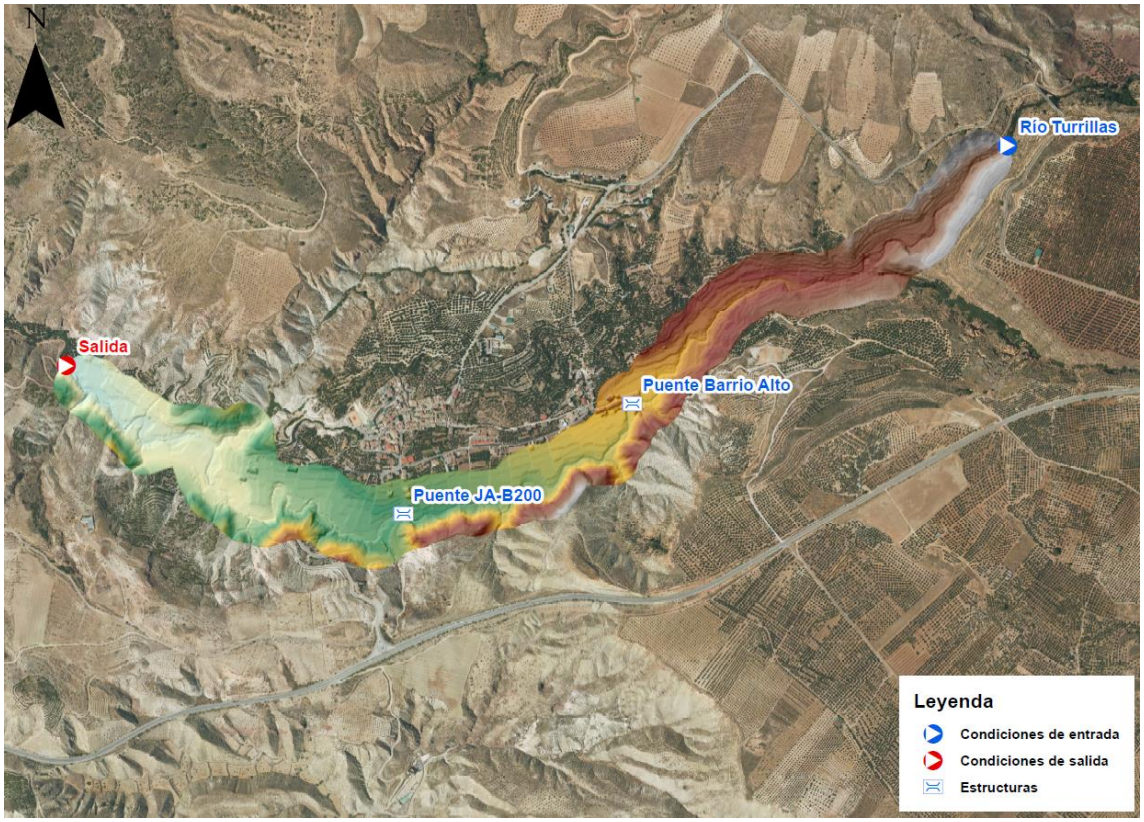


Figura 16. Croquis del modelo hidráulico de la alternativa 0

Condiciones de entrada: los hidrogramas de los caudales se han introducido mediante curva Q(t). En el modelo se ha introducido una única entrada correspondiente al río Turrillas.

	Caudal punta (m^3/s)		
Nombre entrada	**Q010**	**Q100**	**Q500**
Río Turrillas	23	50	81

Tabla 3. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 0.

Los caudales se han introducido en el modelo mediante un hidrograma sintético a partir de los caudales punta previamente presentados.

Condiciones de salida: Se ha establecido 1 salida con condición de Flujo supercrítico/crítico correspondiente al río Turrillas.

Estructuras: Se han introducido en el modelo dos estructuras. La primera corresponde al puente bajo la JA-B200. La segunda estructura corresponde al puente del Barrio Alto. Este puente se ha introducido en el modelo con una obstrucción de su luz de un 100% para representar la problemática actual de la obstrucción del puente por el arrastre de vegetación y su acumulación. Este taponamiento genera una sobrelevación del nivel del río y afecta a las viviendas colindantes.

Hidrogramas: se han introducido los siguientes hidrogramas para cada uno de los periodos de retorno estudiados.

Hidrogramas					
T10 años		T100 años		T500 años	
t(s)	Caudal (m^3/s)	t(s)	Caudal (m^3/s)	t(s)	Caudal (m^3/s)
2520	0	6120	0	10080	0
5040	0,42450966	12240	0,92284709	20160	1,49501229
7560	1,07512891	18360	2,33723676	30240	3,78632355
10080	1,95518288	24480	4,25039757	40320	6,88564407
12600	3,06023806	30600	6,65269144	50400	10,7773601
15120	4,37477712	36720	9,51038504	60480	15,4068238
17640	5,86887379	42840	12,7584213	70560	20,6686425
20160	7,50262638	48960	16,3100573	80640	26,4222929
22680	9,2250494	55080	20,0544552	90720	32,4882174
25200	10,9818322	61200	23,8735483	100800	38,6751482
27720	12,7164474	67320	27,6444509	110880	44,7840104
30240	14,3801263	73440	31,261144	120960	50,6430533
32760	15,9285336	79560	34,6272469	131040	56,0961399
35280	17,3328514	85680	37,6801118	141120	61,0417811
37800	18,573129	91800	40,3763674	151200	65,4097152
40320	19,642716	97920	42,7015566	161280	69,1765216
42840	20,5438292	104040	44,6604983	171360	72,3500072
45360	21,2842273	110160	46,2700593	181440	74,957496
47880	21,8761024	116280	47,5567443	191520	77,0419257
50400	22,3338634	122400	48,551877	201600	78,6540408
52920	22,6685943	128520	49,2795528	211680	79,8328755
55440	22,8902703	134640	49,7614573	221760	80,6135608
57960	23	140760	50	231840	81
60480	22,1676064	146880	48,1904487	241920	78,0685268
63000	19,6371741	153000	42,6895089	252000	69,1570045
65520	17,290733	159120	37,5885499	262080	60,8934509
68040	13,7816009	165240	29,9600019	272160	48,5352031
70560	8,31285239	171360	18,0714182	282240	29,2756976
73080	6,65028191	177480	14,4571346	292320	23,420558
75600	5,23377187	183600	11,3777649	302400	18,4319792
78120	4,92342538	189720	10,7030986	312480	17,3390198
80640	4,60421185	195840	10,0091562	322560	16,214833
83160	4,28388993	201960	9,3128042	332640	15,0867428
85680	3,96910992	208080	8,62849983	342720	13,9781697
88200	3,6665221	214200	7,97070021	352800	12,9125343
90720	3,38055997	220320	7,34904342	362880	11,9054503
93240	3,1145487	226440	6,77075804	372960	10,968628
95760	2,87070503	232560	6,2406631	383040	10,1098742
98280	2,6523541	238680	5,76598718	393120	9,34089923
100800	2,45949593	244800	5,34673028	403200	8,66170305
103320	2,29102212	250920	4,98048287	413280	8,06838225
105840	2,14804106	257040	4,66965447	423360	7,56484025
108360	2,03055274	263160	4,4142451	433440	7,15107706
110880	1,93634042	269280	4,20943569	443520	6,81928582
113400	1,86651246	275400	4,05763578	453600	6,57336996
115920	1,81996048	281520	3,95643583	463680	6,40942605
118440	1,7966845	287640	3,90583586	473760	6,3274541
120960	1,7966845	293760	3,90583586	483840	6,3274541

Tabla 4. Hidrogramas para cada periodo de retorno usados en el modelo de la Alternativa 0

2.3 Resultados obtenidos

Se aprecia que, debido a la obstrucción del 100% del puente, para T10 se produce una sobreelevación del nivel del río que genera inundaciones aguas arriba de la estructura. La zona inundable derivada de esta problemática afecta a las viviendas aledañas al puente y a la calle Real. En las zonas más cercanas al puente se alcanzan calados de hasta 1,5 m. Aguas arriba también se observa afecciones a parcelas agrícolas de la margen derecha con calados próximos a 1 m.

Para T100 la zona inundable aumenta en un 10% respecto a T10 pero se observa un incremento general de los calados en un 10%.

Por último, para T500 la zona inundable apenas aumenta su extensión respecto a T100 pero los calados sufren un incremento del 40%.

Comparando los resultados de esta situación actual (con el puente obstruido al 100%) con la situación actual de 1ºciclo (con el puente sin obstrucción) se observa un incremento de la zona inundable aguas arriba del puente y un incremento de los calados superior al 50% en toda la zona.



Figura 17. Zonas inundables generadas en la situación actual.

3. Modelo hidráulico Alternativa 1

3.1 Información base

Este modelo representa la Alternativa 1 que consiste en la ampliación de la sección del puente del Barrio Alto, demoliendo aproximadamente 1,5 m del estribo de la margen izquierda. De esta forma se busca ampliar la luz de la sección del puente sin tener que modificar o sustituir el puente actual.

El MDT empleado se ha generado a partir del MDT de la situación actual pero añadiendo la ampliación de la sección del puente. La rugosidad también se ha generado a partir de la rugosidad de la situación actual realizando las modificaciones necesarias en la zona de ampliación de la sección.

3.2 Características del modelo

Mismas características que en la Alternativa 0, a excepción de las modificaciones sobre la sección del puente y el porcentaje de apertura que se estima.

Modelo: Se ha empleado el software bidimensional IBER 2.6, el modelo de cálculo cuenta con 176.303 triángulos. La malla se ha construido con elementos con Error/Lado máx de 0,15/20 m.

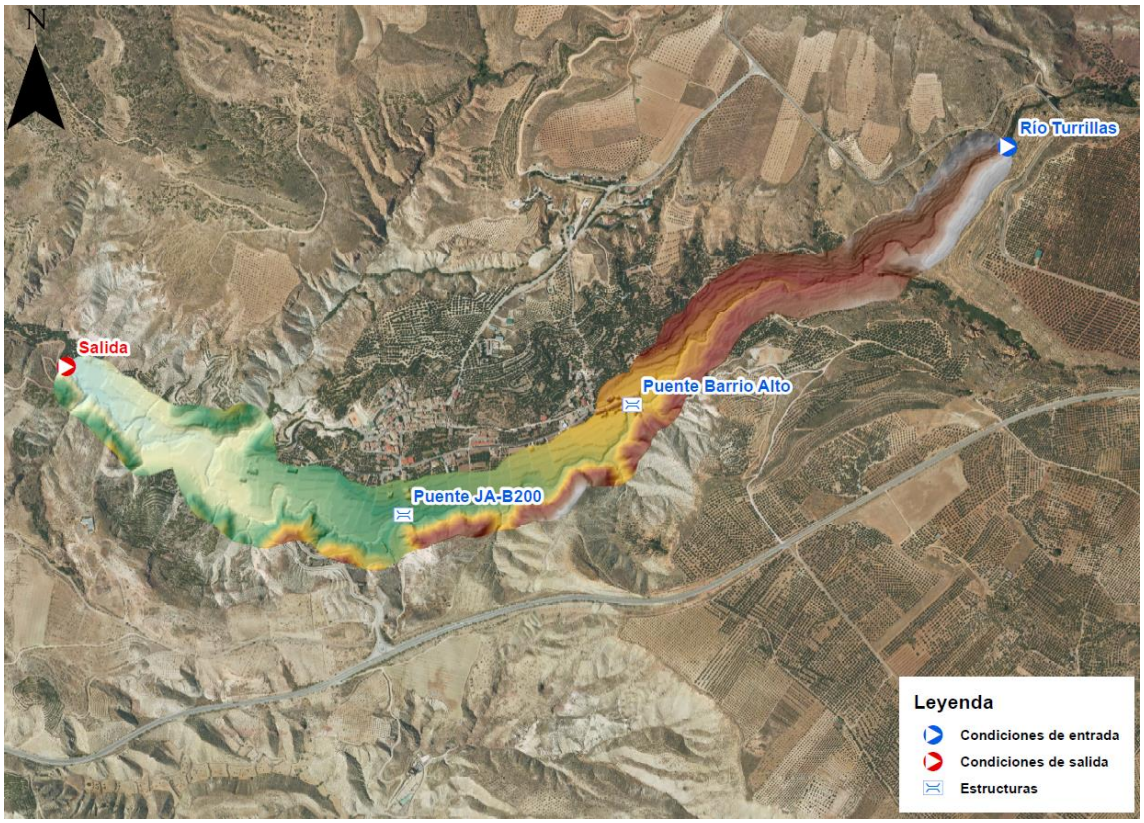


Figura 18. Croquis del modelo hidráulico de la alternativa 1

Condiciones de entrada: los hidrogramas de los caudales se han introducido mediante curva Q(t). En el modelo se ha introducido una única entrada correspondiente al río Turrillas.

	Caudal punta (m^3/s)		
Nombre entrada	**Q010**	**Q100**	**Q500**
Río Turrillas	23	50	81

Tabla 5. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 1

Los caudales se han introducido en el modelo mediante un hidrograma sintético a partir de los caudales punta previamente presentados.

Condiciones de salida: Se ha establecido 1 salida con condición de Flujo supercrítico/crítico correspondiente al río Turrillas.

Estructuras: Se han introducido en el modelo las dos estructuras presentadas en la situación actual. En esta alternativa el puente situado en el Barrio Alto se ha implementado en el modelo con un porcentaje de obstrucción del 90%. De esta manera se pretende reflejar la posibilidad de que el puente quede obstruido a pesar de haber sido ampliado.

Hidrogramas: se han introducido los mismos hidrogramas que para la situación actual (alternativa 0).

3.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual

Comparando la lámina T10 de la alternativa 1 con la de T10 de situación actual se observa una reducción del 70% de la zona inundable inmediatamente aguas arriba del puente del Barrio Alto. La mejora de la capacidad hidráulica del puente reduce los calados aguas arriba eliminando así las inundaciones en la calle Real y las viviendas aledañas al cauce.

Comparando las láminas de T100 se observa una reducción de la zona inundable aguas arriba del puente del 15%. Los calados en la calle Real y las viviendas aledañas se ven reducidos aunque las zonas más cercanas al cauce continúan afectadas.

A partir de los resultados, se observa que esta alternativa es muy eficaz para proteger para un periodo de retorno de 10 años, pero presenta limitaciones para periodos de retorno superiores.

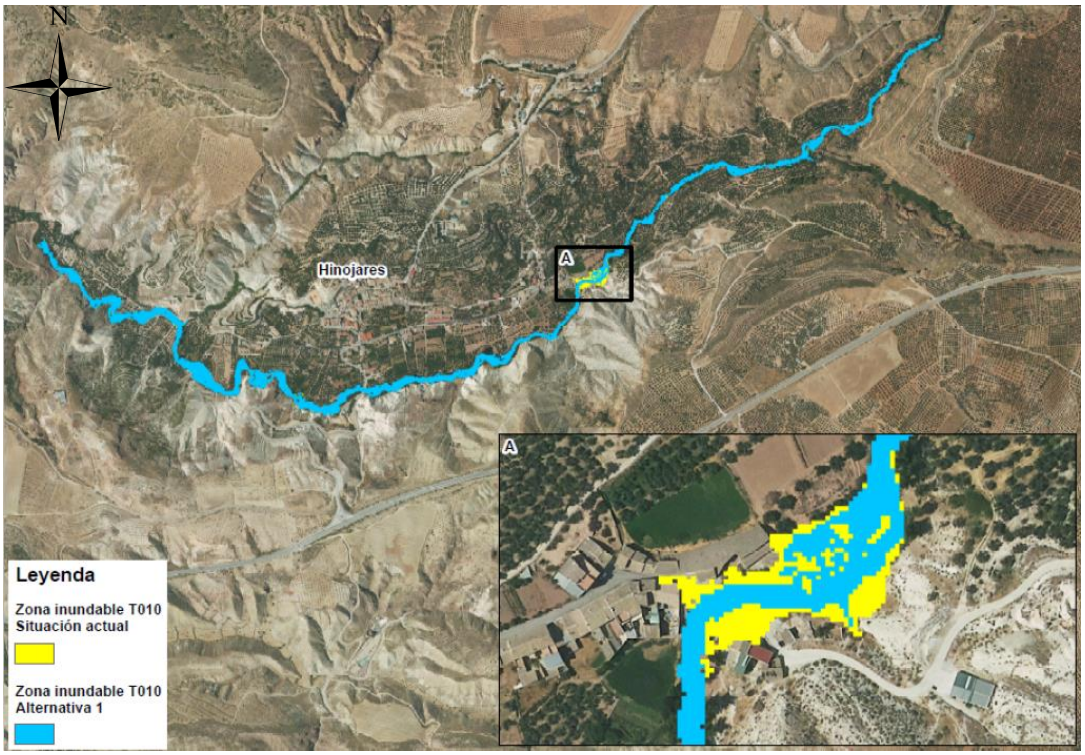


Figura 19. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 1.

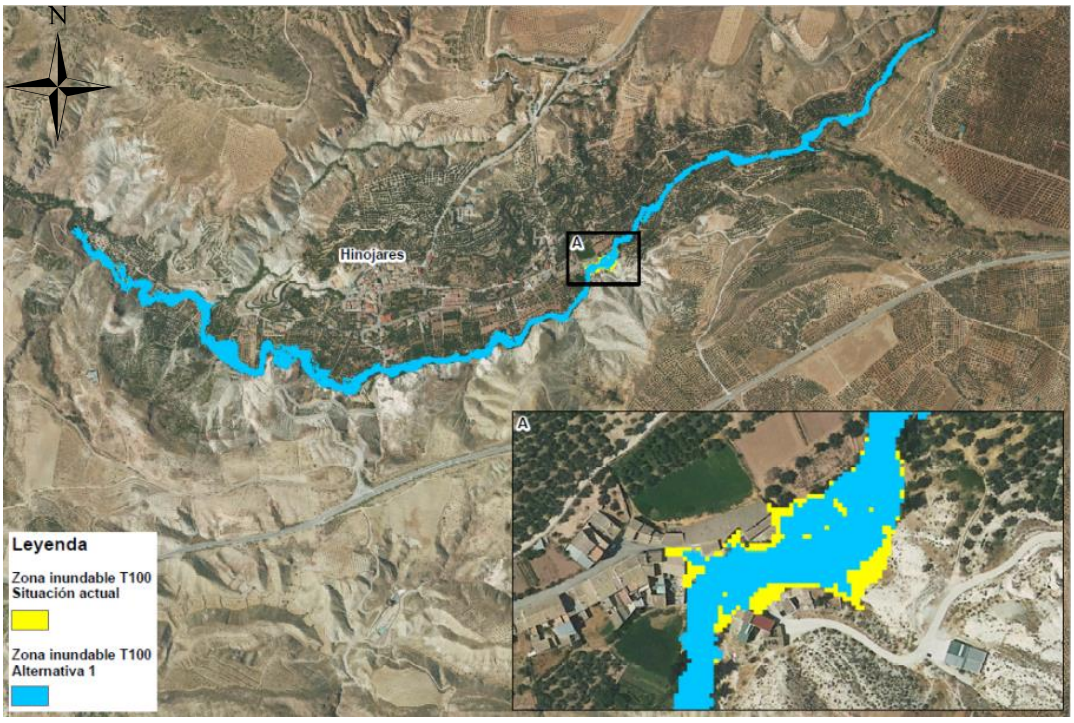


Figura 20. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 1.

4. Modelo hidráulico Alternativa 2

4.1 Información base

En la Alternativa 2 se realizarían las actuaciones previstas en la Alternativa 1 y adicionalmente, se amplia la capacidad hidráulica del cauce en el entorno del puente del Barrio Alto, unos 60 m. Esta ampliación consistirá en el perfilado del cauce para incrementar ligeramente la sección del tramo. Se considera que con esta medida se reducirá el porcentaje de obturación del puente frente a la alternativa 1.

El MDT empleado se ha generado a partir del MDT de la situación actual, añadiendo la ampliación de la sección del puente y la ampliación del cauce en el entorno de este. La rugosidad también se ha generado a partir de la rugosidad de la situación actual realizando las modificaciones necesarias en las zonas de actuación.

4.2 Características del modelo

Se ha partido del modelo empleado en la Alternativa 0, añadiendo las modificaciones sobre la sección del puente, la sección del río inmediatamente aguas arriba y abajo del puente del barrio alto y el porcentaje de apertura del puente

Modelo: Se ha empleado el software bidimensional IBER 2.6, el modelo de cálculo cuenta con 176.303 triángulos. La malla se ha construido con elementos con Error/Lado máx de 0,15/20 m.

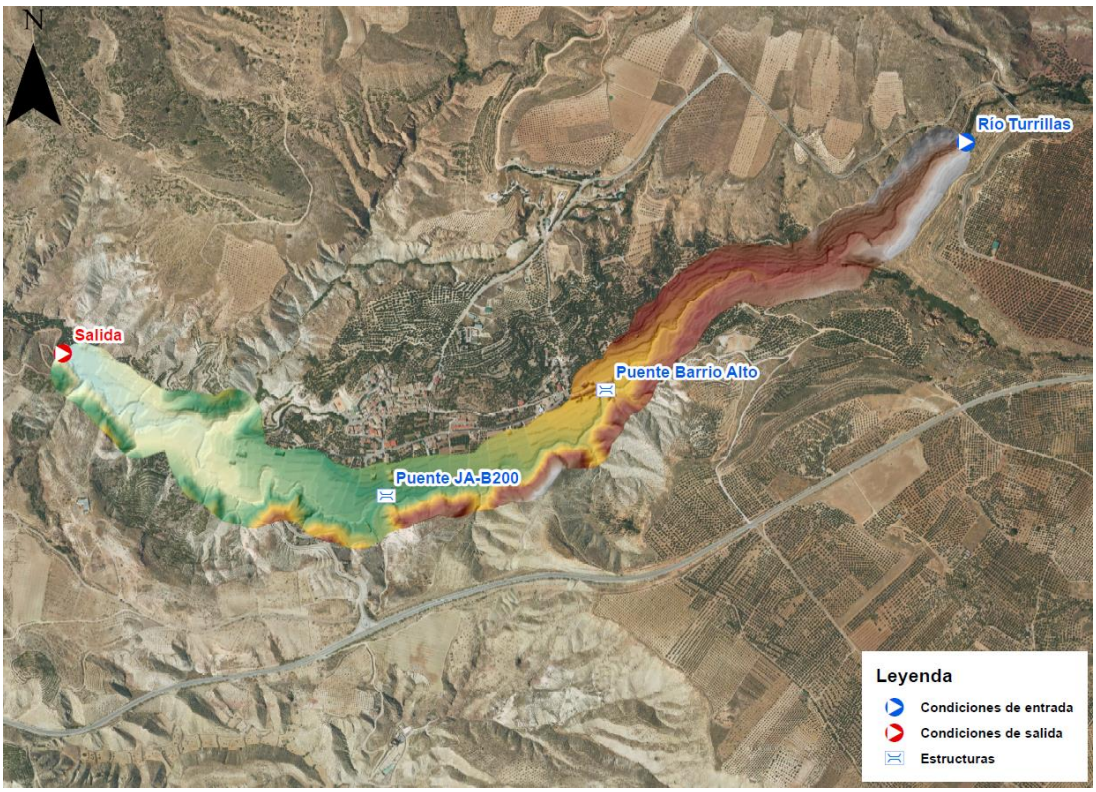


Figura 21. Croquis del modelo hidráulico de la alternativa 2

Condiciones de entrada: los hidrogramas de los caudales se han introducido mediante curva Q(t). En el modelo se ha introducido una única entrada correspondiente al río Turrillas.

	Caudal punta (m^3/s)		
Nombre entrada	**Q010**	**Q100**	**Q500**
Río Turrillas	23	50	81

Tabla 6. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 2.

Los caudales se han introducido en el modelo mediante un hidrograma sintético a partir de los caudales punta previamente presentados.

Condiciones de salida: Se han establecido 1 salida con condición de Flujo supercrítico/crítico correspondiente al río Turrillas.

Estructuras: Se han introducido en el modelo las dos estructuras presentadas en la situación actual. En esta alternativa, el puente situado en el Barrio Alto se ha introducido en el modelo representando una ligera mejora en el porcentaje de obstrucción respecto a la situación actual y a la alternativa 1. De esta manera se pretende contemplar la posibilidad de que la estructura se bloquee, a pesar de las obras de ampliación de la sección y del cauce. En este caso se ha contemplado un puente con un 80% de obstrucción.

Hidrogramas: se han introducido los mismos hidrogramas que para la situación actual (alternativa 0).

4.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual

Comparando la lámina T10 de la alternativa 2 con la de T10 de situación actual se aprecia una reducción del 80% de la zona inundable aguas arriba del puente. La mejora de la capacidad hidráulica del puente y la mejora de drenaje permiten circular el caudal del río sin desbordarse en este punto.

Para la lámina de T100 la situación se repite, reduciendo la zona inundable en un 60%. La inundación en la Calle Real y las viviendas se elimina. Sin embargo, aguas arriba la inundación en la zona de cultivos de la margen derecha se mantiene pero reduciéndose los calados hasta 0,5 m.

Analizando estos resultados se concluye que esta alternativa es eficaz para reducir las inundaciones localizadas en el Barrio alto para periodos de retorno de 100 años.

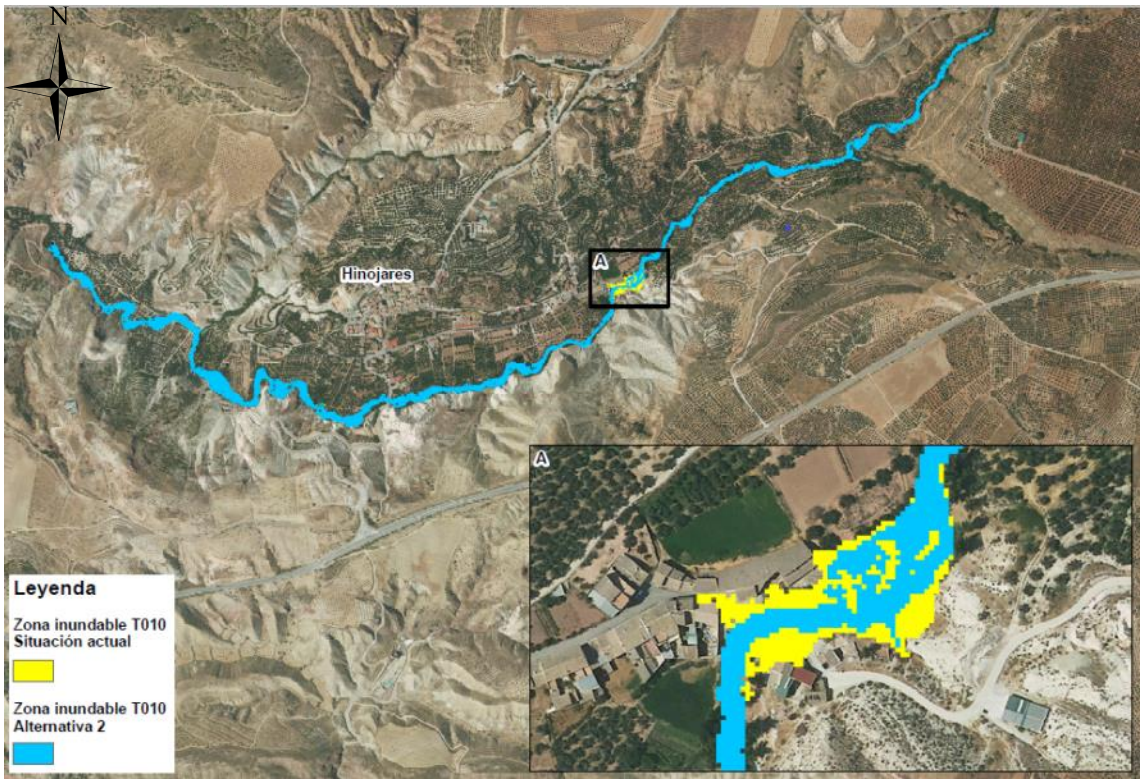


Figura 22. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 2.

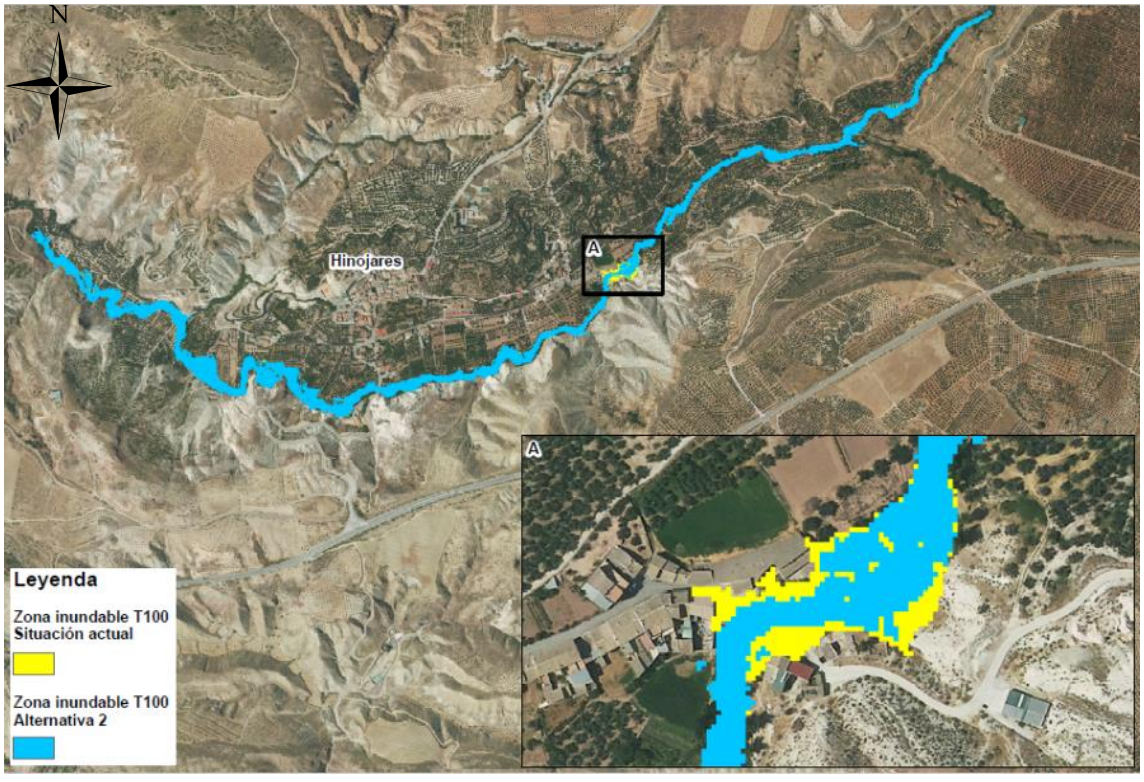


Figura 23. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 2.

5. Modelo hidráulico Alternativa 3

5.1 Información base

En la Alternativa 3 se realizan las actuaciones previstas en la Alternativa 2 y adicionalmente, se instalará en el cauce un mallado de acero permeable para retención de sólidos, a unos 475 m aguas arriba del puente, en una zona con baja vulnerabilidad para evitar posibles daños por el incremento del nivel del río aguas arriba de la estructura. Se considera que con esta medida se eliminaría gran parte de la obturación del puente.

El MDT de la Alternativa 3 es el empleado en la Alternativa 2. La rugosidad se mantiene igual respecto a la Alternativa 0.

5.2 Características del modelo

Modelo: Se ha empleado el software bidimensional IBER 2.6, el modelo de cálculo cuenta con 176.303 triángulos. La malla se ha construido con elementos con Error/Lado máx de 0,15/20 m.

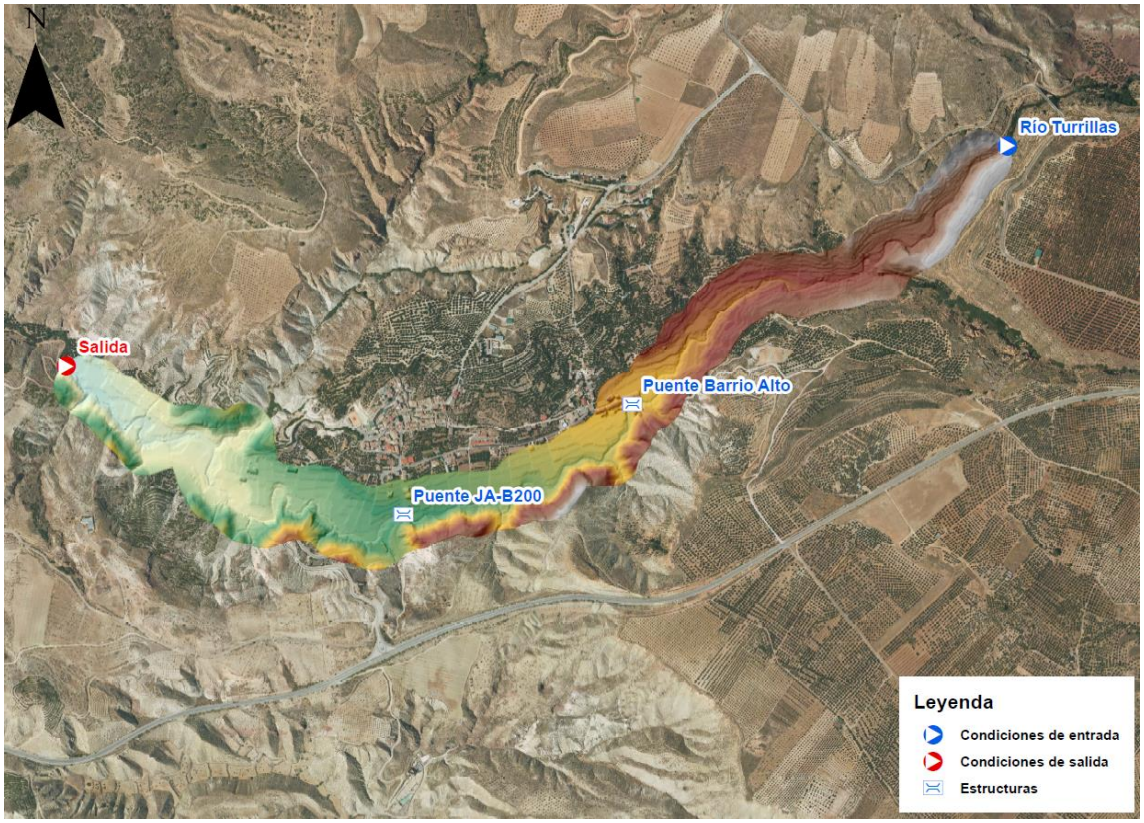


Figura 24. Croquis del modelo hidráulico de la alternativa 3

Condiciones de entrada: los hidrogramas de los caudales se han introducido mediante curva Q(t). En el modelo se ha introducido una única entrada correspondiente al río Turrillas.

	Caudal punta (m^3/s)		
Nombre entrada	**Q010**	**Q100**	**Q500**
Río Turrillas	23	50	81

Tabla 7. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 3

Los caudales se han introducido en el modelo mediante un hidrograma sintético a partir de los caudales punta previamente presentados.

Condiciones de salida: Se han establecido 1 salida con condición de Flujo supercrítico/crítico correspondiente al río Turrillas.

Estructuras: Se han introducido en el modelo las dos estructuras presentadas en la situación actual. En esta alternativa el puente situado en el Barrio Alto se ha introducido en el modelo representando una mejora destacable en el porcentaje de obstrucción respecto a la situación actual.

El mallado de acero no se ha introducido en el modelo como estructura, sino que se ha representado reduciendo el porcentaje de obstrucción del puente, para representar el efecto de contención de solidos vegetales que retendría la barrera.

Aplicando las medidas propuestas se ha adoptado la hipótesis de una reducción de la obstrucción a un valor final del 5%.

Hidrogramas: se han introducido los mismos hidrogramas que para la situación actual (alternativa 0).

5.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual

Comparando la lámina T10 de la alternativa 3 con la de T10 de situación actual se aprecia una reducción del 80% de la zona inundable aguas arriba del puente. Se elimina por completo la inundación en la Calle Real y las viviendas aledañas. En la zona de cauce inmediatamente aguas arriba del puente, los calados se reducen hasta un 50%.

Comparando las láminas de T100 los resultandos también son muy positivos. Se reduce la zona inundable en un 60%, eliminando por completo la inundación en suelo urbano. Las parcelas de cultivos de la margen derecha continúan inundándose pero los calados se reducen en un 20%. En el cauce los calados se reducen hasta en un 60%.

Analizando los resultados se observa la eficacia de esta alternativa para reducir las inundaciones locales para periodos de retorno de 100 años.

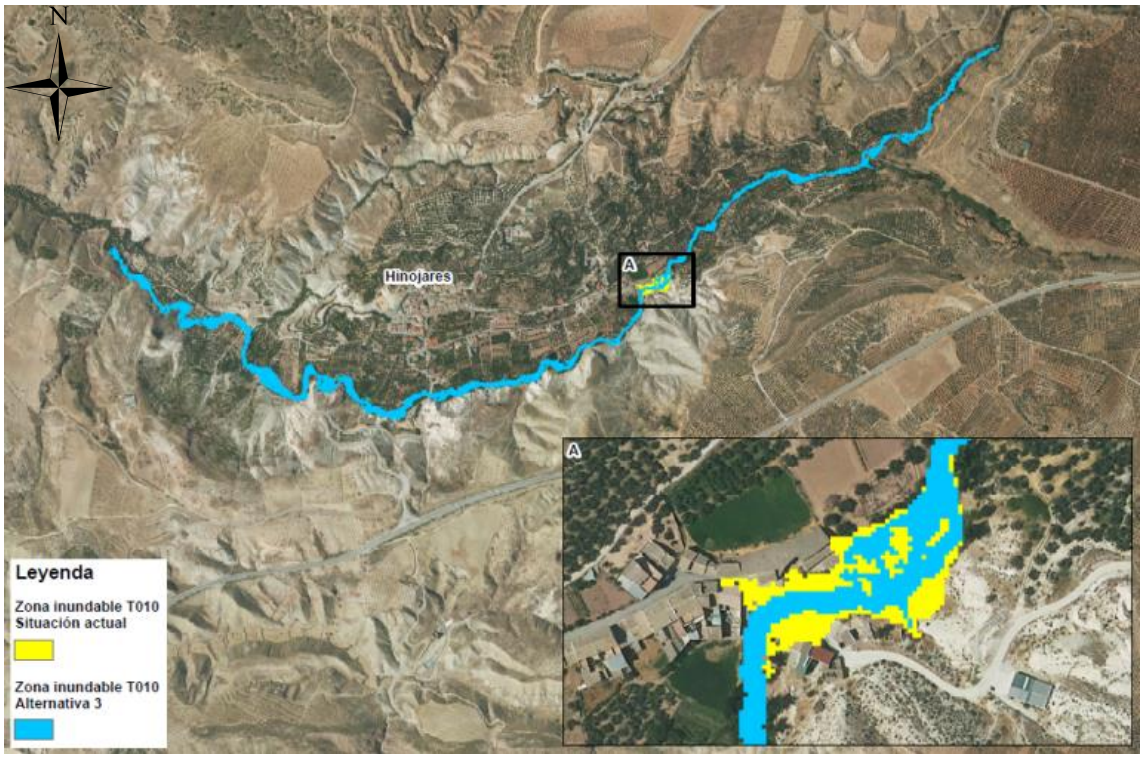


Figura 25. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 3.

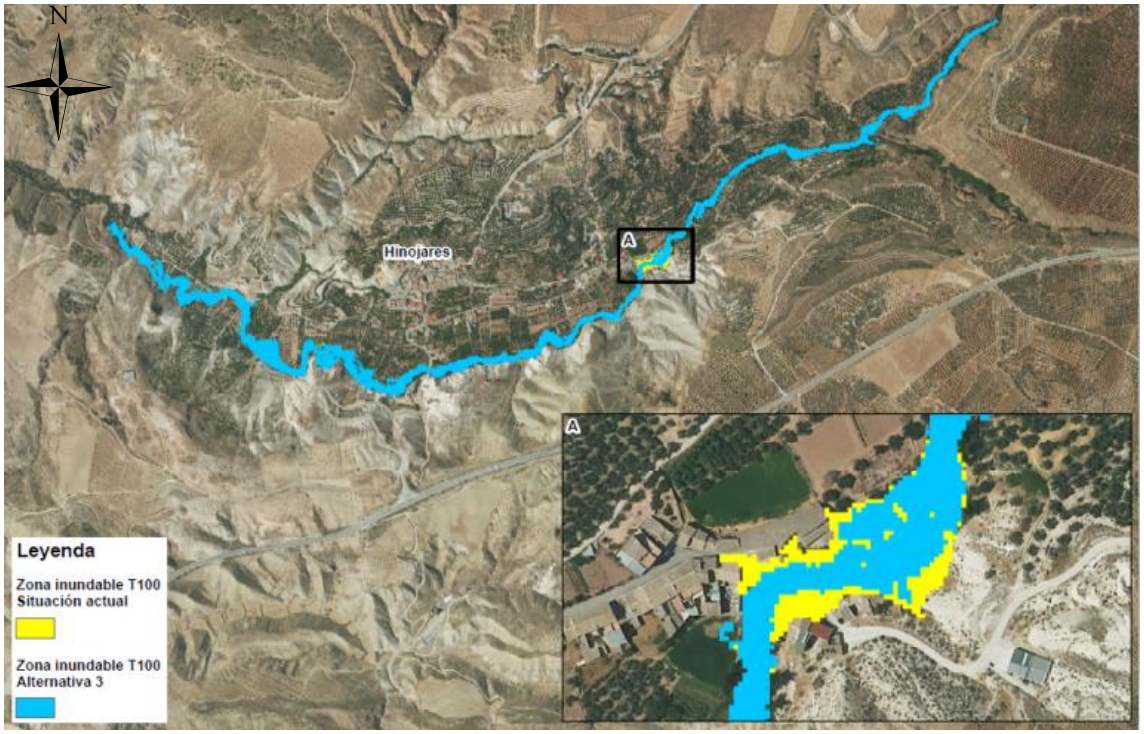


Figura 26. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 3.

6. Modelo hidráulico Alternativa 4

6.1 Información base

En la Alternativa 4 se realizaran las actuaciones previstas en la Alternativa 2 y adicionalmente, se instalaría en el cauce un vallado permeable para retención de sólidos, a unos 475m aguas arriba del puente, en una zona con baja vulnerabilidad para evitar posibles daños por el incremento del nivel del río aguas arriba de la estructura. Se considera que con esta medida se eliminaría gran parte de la obturación del puente.

El MDT de la Alternativa 4 es el empleado en la Alternativa 2. La rugosidad se mantiene igual respecto a la Alternativa 0.

6.2 Características del modelo

Modelo: Se ha empleado el software bidimensional IBER 2.6, el modelo de cálculo cuenta con 176.303 triángulos. La malla se ha construido con elementos con Error/Lado máx de 0,15/20 m.

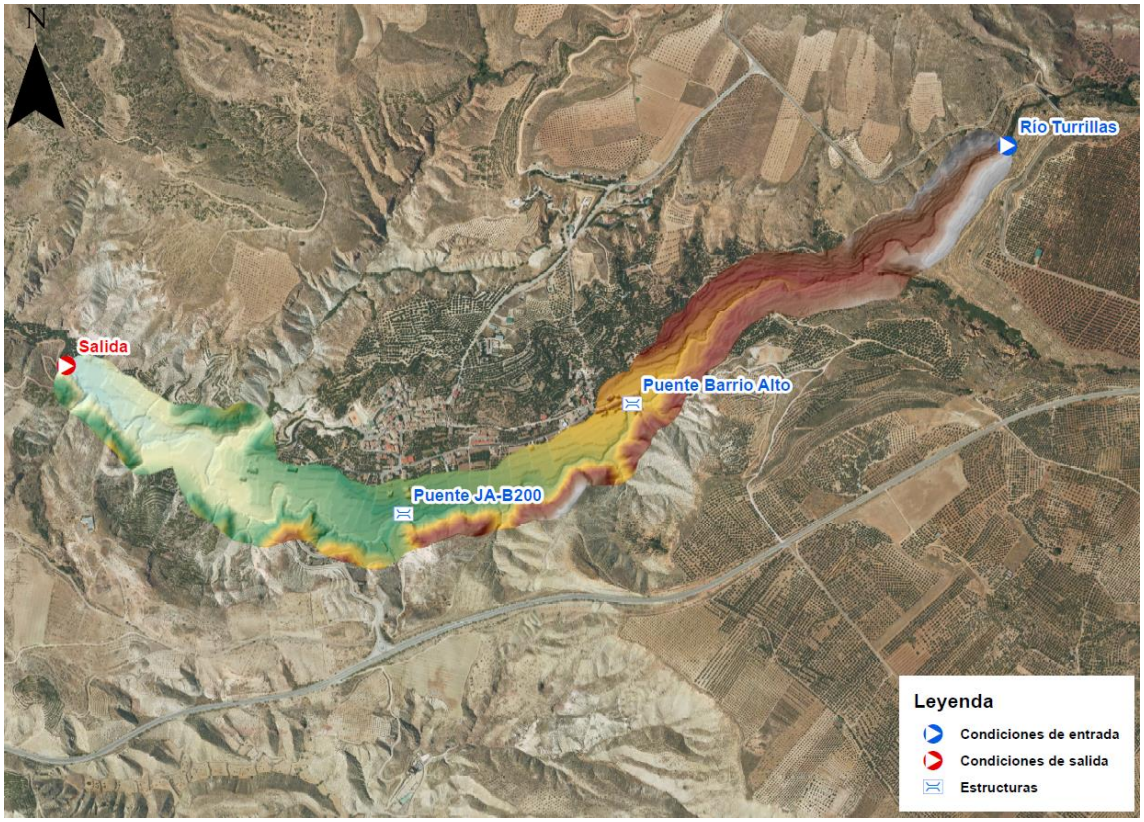


Figura 27. Croquis del modelo hidráulico de la Alternativa 4

Condiciones de entrada: los hidrogramas de los caudales se han introducido mediante curva Q(t). En el modelo se ha introducido una única entrada correspondiente al río Turrillas.

	Caudal punta (m^3/s)		
Nombre entrada	**Q010**	**Q100**	**Q500**
Río Turrillas	23	50	81

Tabla 8. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 4.

Los caudales se han introducido en el modelo mediante un hidrograma sintético a partir de los caudales punta previamente presentados.

Condiciones de salida: Se ha establecido 1 salida con condición de Flujo supercrítico/crítico correspondiente al río Turrillas.

Estructuras: Se han introducido en el modelo las dos estructuras presentadas en la situación actual. En esta alternativa el puente situado en el Barrio Alto se ha introducido en el modelo representando una mejora destacable en el porcentaje de obstrucción respecto a la situación actual.

La barrera metálica no se ha introducido en el modelo como estructura, sino que se ha representado reduciendo el porcentaje de obstrucción del puente, para representar el efecto de contención de solidos vegetales que retendría la barrera.

Aplicando las medidas propuestas se ha adoptado la hipótesis de una reducción de la obstrucción a un valor final del 5%.

Hidrogramas: se han introducido los mismos hidrogramas que para la situación actual (alternativa 0).

6.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual

Los resultados de la zona inundable de la alternativa 4 coinciden con los generados en la alternativa 3.

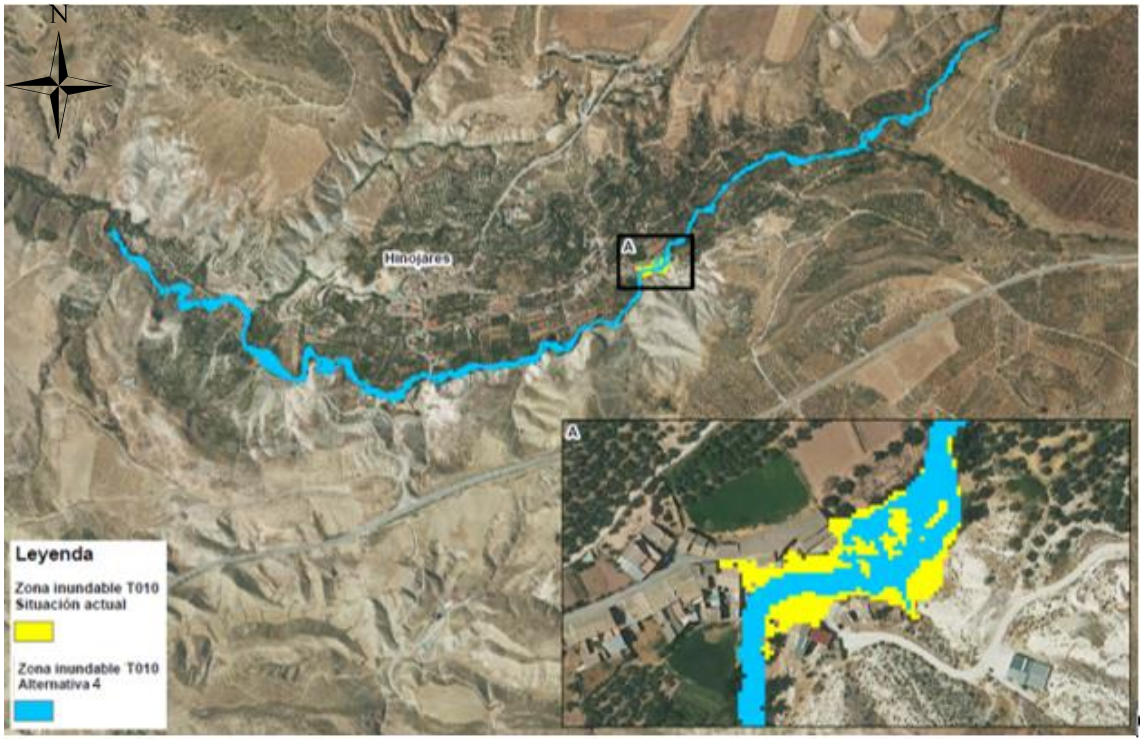


Figura 28. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 4.

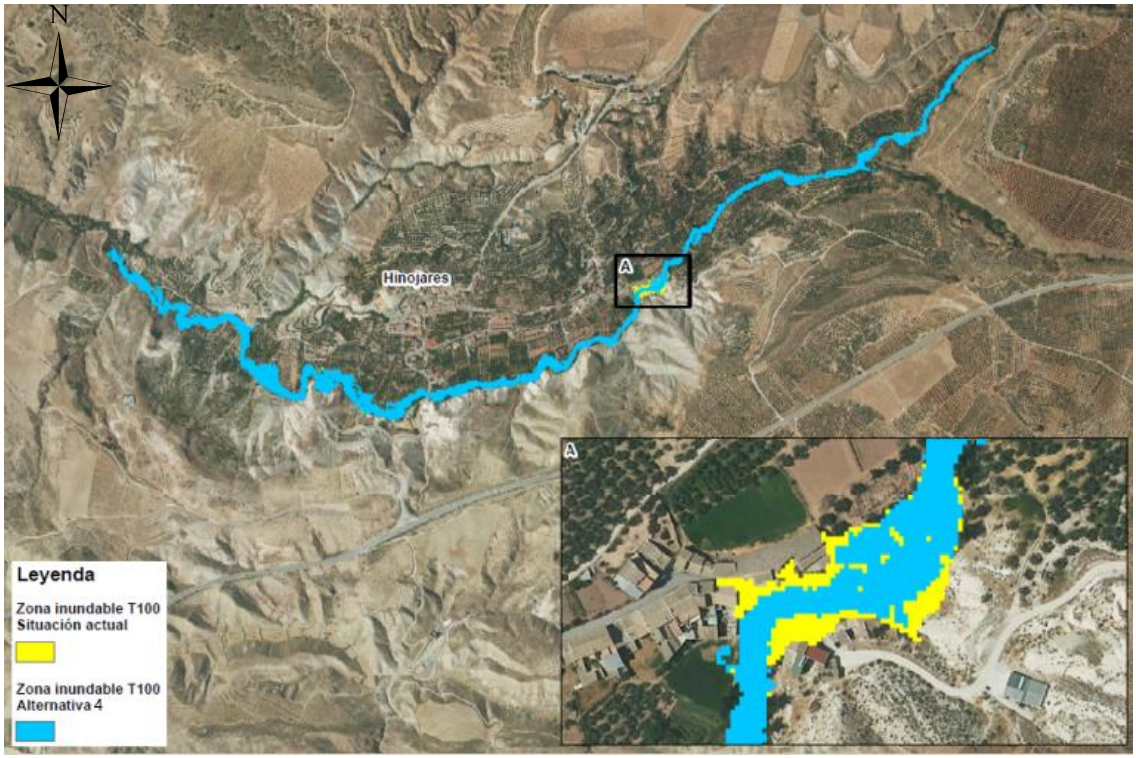


Figura 29. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 4.

7. Modelo hidráulico Alternativa 5.1

7.1 Información base

En la Alternativa 5.1 se propone unicamente la instalación en el cauce del mallado de acero permeable para retención de sólidos propuesto en la alternativa 3. Se mantiene también su ubicación aguas arriba para evitar afecciones a zonas pobladas. Se considera que con esta medida se eliminaría gran parte de la obturación del puente.

El MDT de la Alternativa 5.1 es el empleado en la situación actual (Alternativa 0), ya que la medida propuesta no requiere modificar el MDT. La rugosidad se mantiene igual respecto a la Alternativa 0.

7.2 Características del modelo

Modelo: Se ha empleado el modelo bidimensional IBER 2.6, el modelo de cálculo cuenta con 176.303 triángulos. La malla se ha construido con elementos con Error/Lado máx de 0,15/20 m.

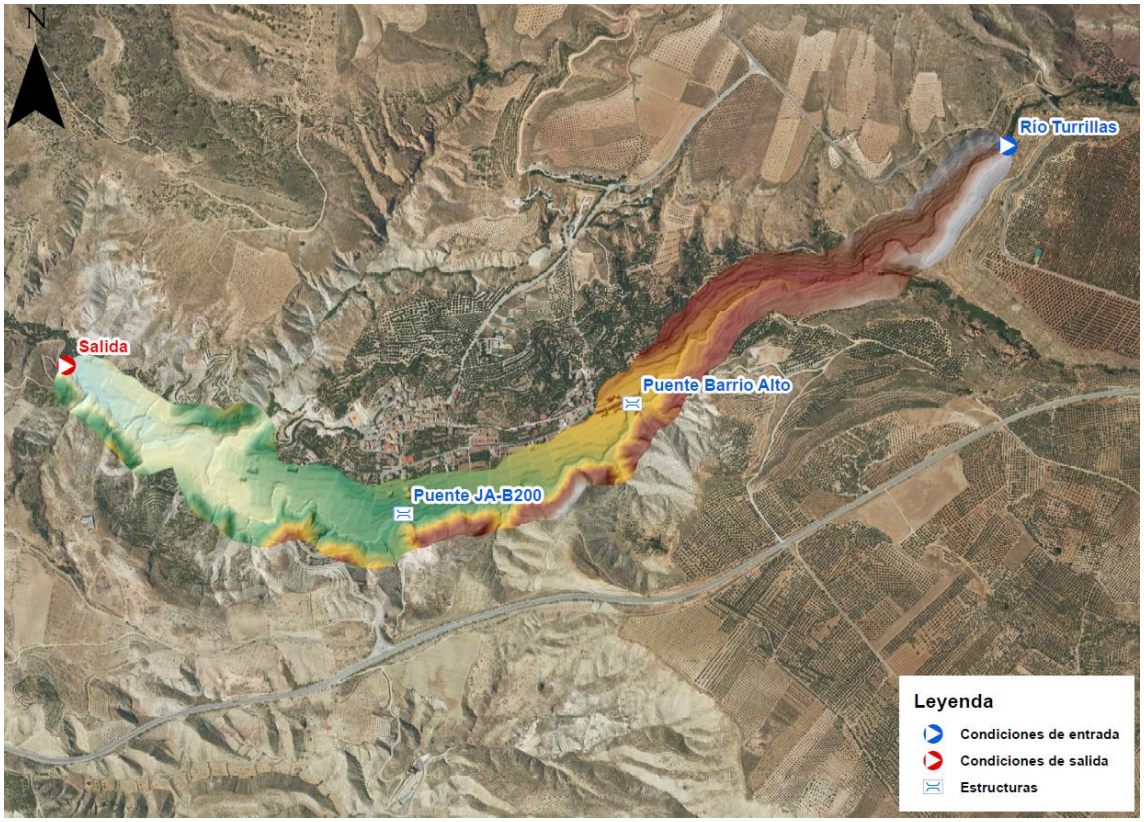


Figura 30. Croquis del modelo hidráulico de la Alternativa 5.1.

Condiciones de entrada: los hidrogramas de los caudales se han introducido mediante curva Q(t). En el modelo se ha introducido una única entrada correspondiente al río Turrillas.

	Caudal punta (m^3/s)		
Nombre entrada	Q010	Q100	Q500
Río Turrillas	23	50	81

Tabla 9. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 5.1.

Los caudales se han introducido en el modelo mediante un hidrograma sintético a partir de los caudales punta previamente presentados.

Condiciones de salida: Se ha establecido 1 salida con condición de Flujo supercrítico/crítico correspondiente al río Turrillas.

Estructuras: Se han introducido en el modelo las dos estructuras presentadas en la situación actual. Como en el caso anterior, en esta alternativa el puente situado en el Barrio Alto se ha introducido con un porcentaje de obstrucción del 20%., contemplando la posibilidad de un bloqueo parcial de la estructura por posibles materiales no retenidos por el elemento de contención ubicado aguas arriba.

Hidrogramas: se han introducido los mismos hidrogramas que para la situación actual (alternativa 0).

7.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual

Comparando la lámina T010 de la alternativa 5.1 con la de T10 de situación actual se aprecia una reducción sustancial de la zona inundable aguas arriba del puente del Barrio Alto. Se elimina el 100% de la inundación en suelo urbano y el 50% en terreno agrícola. En cuanto a los calados, en los terrenos agrícolas que se mantienen inundados los calados se reducen un 40%, mientras que en el cauce los calados se reducen en un 50%.

Comparando las láminas de T100 la reducción de la zona inundable es del 60%, llegando a eliminar por completo la inundación en suelo urbano. En los terrenos agrícolas de la margen derecha se reduce ligeramente la zona inundable acompañado de una reducción en los calados de un 20%. En el cauce esta reducción de los calados llega hasta el 50%.

Analizando los resultados se observa que la alternativa 5.1 es eficaz para reducir el riesgo de inundación para periodos de retorno de 100 años.

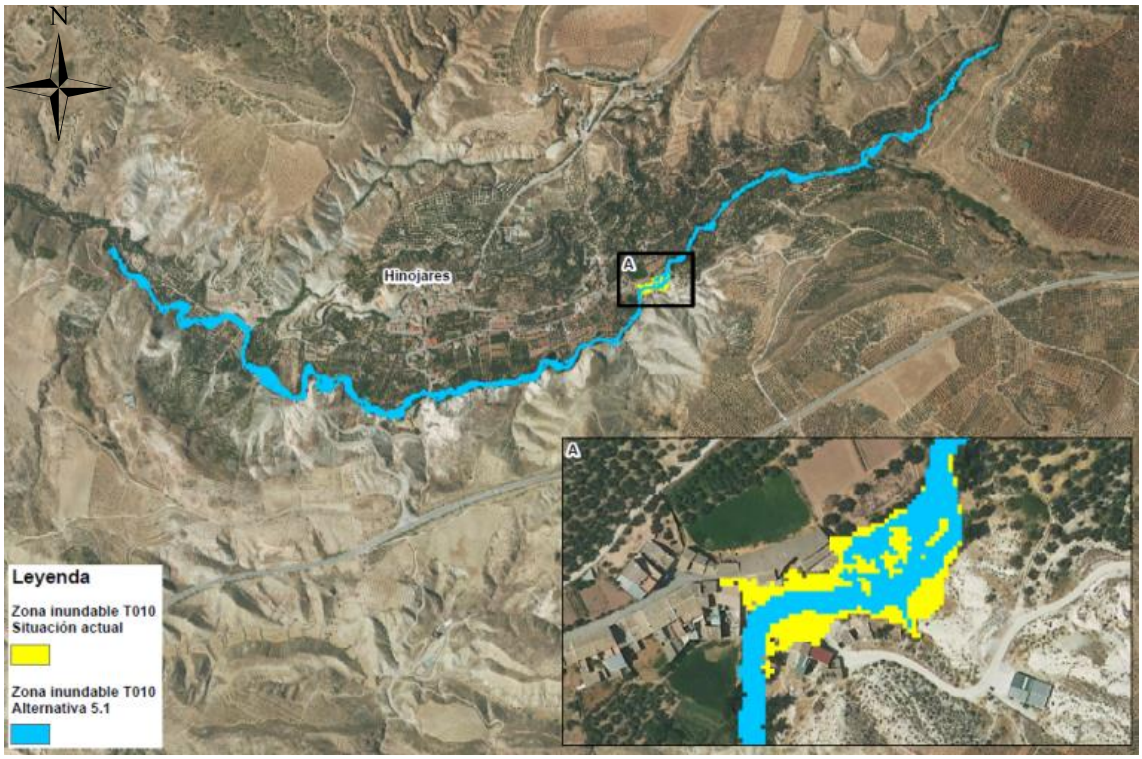


Figura 31. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 5.1.

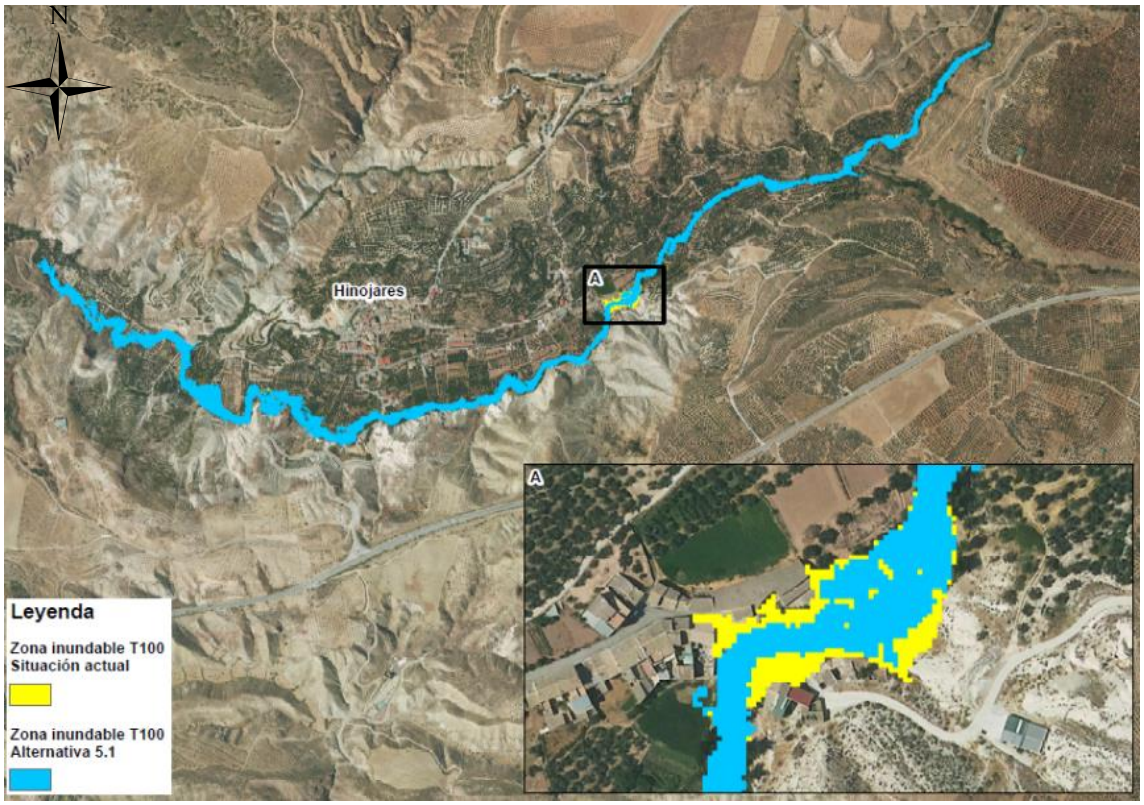


Figura 32. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 5.1.

8. Modelo hidráulico Alternativa 5.2

8.1 Información base

En la Alternativa 5.2 se propone unicamente la instalación en el cauce de un vallado permeable para retención de sólidos propuesta en la alternativa 4. Se mantiene también su ubicación aguas arriba para evitar afecciones a zonas pobladas. Se considera que con esta medida se eliminaría gran parte de la obturación del puente.

El MDT de la Alternativa 5.1 es el empleado en la situación actual (Alternativa 0), ya que la medida propuesta no requiere modificar el MDT. La rugosidad se mantiene igual respecto a la Alternativa 0.

8.2 Características del modelo

Modelo: Se ha empleado el modelo bidimensional IBER 2.6, el modelo de cálculo cuenta con 176.303 triángulos. La malla se ha construido con elementos con Error/Lado máx de 0,15/20 m.

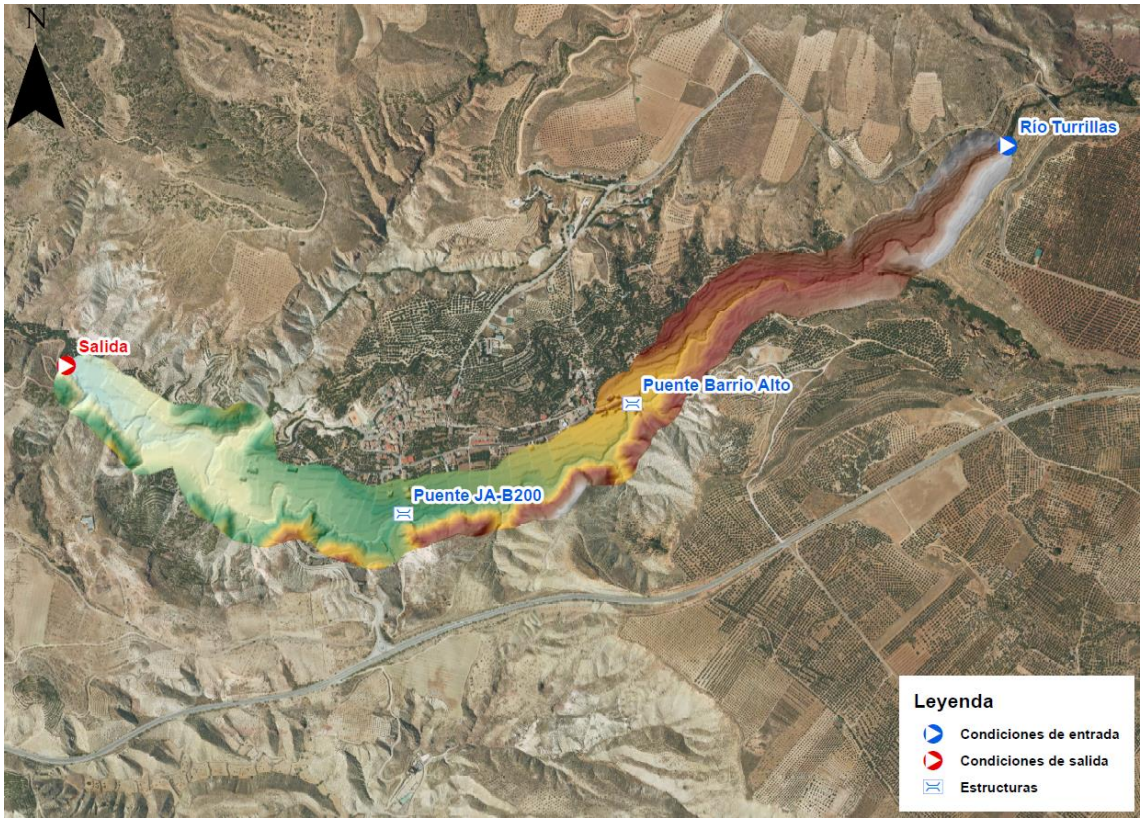


Figura 33. Croquis del modelo hidráulico de la Alternativa 5.

Condiciones de entrada: los hidrogramas de los caudales se han introducido mediante curva Q(t). En el modelo se ha introducido una única entrada correspondiente al río Turrillas.

	Caudal punta (m^3/s)		
Nombre entrada	**Q010**	**Q100**	**Q500**
Río Turrillas	23	50	81

Tabla 10. Valores de entrada en el modelo hidráulico de la Alternativa 5.

Los caudales se han introducido en el modelo mediante un hidrograma sintético a partir de los caudales punta previamente presentados.

Condiciones de salida: Se ha establecido 1 salida con condición de Flujo supercrítico/crítico correspondiente al río Turrillas.

Estructuras: Se han introducido en el modelo las dos estructuras presentadas en la situación actual. En esta alternativa el puente situado en el Barrio Alto se ha implementado con un porcentaje de obstrucción del 20%, manteniendo el mismo enfoque conservador que en la alternativa anterior.

Hidrogramas: se han introducido los mismos hidrogramas que para la Situación actual.

8.3 Comparativa de los resultados obtenidos con la situación actual

Los resultados obtenidos en la alternativa 5.2 coinciden con los obtenidos en la alternativa 5.1.

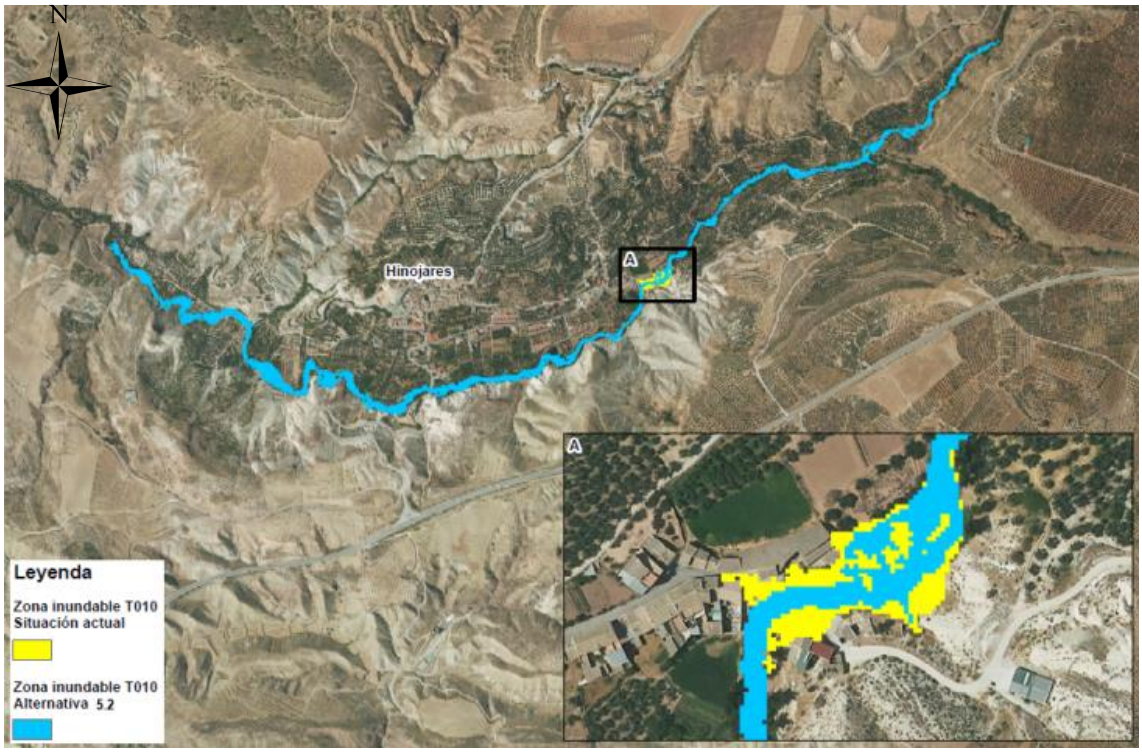


Figura 34. Comparativa zona inundable T010 en Situación actual y Alternativa 5.2.

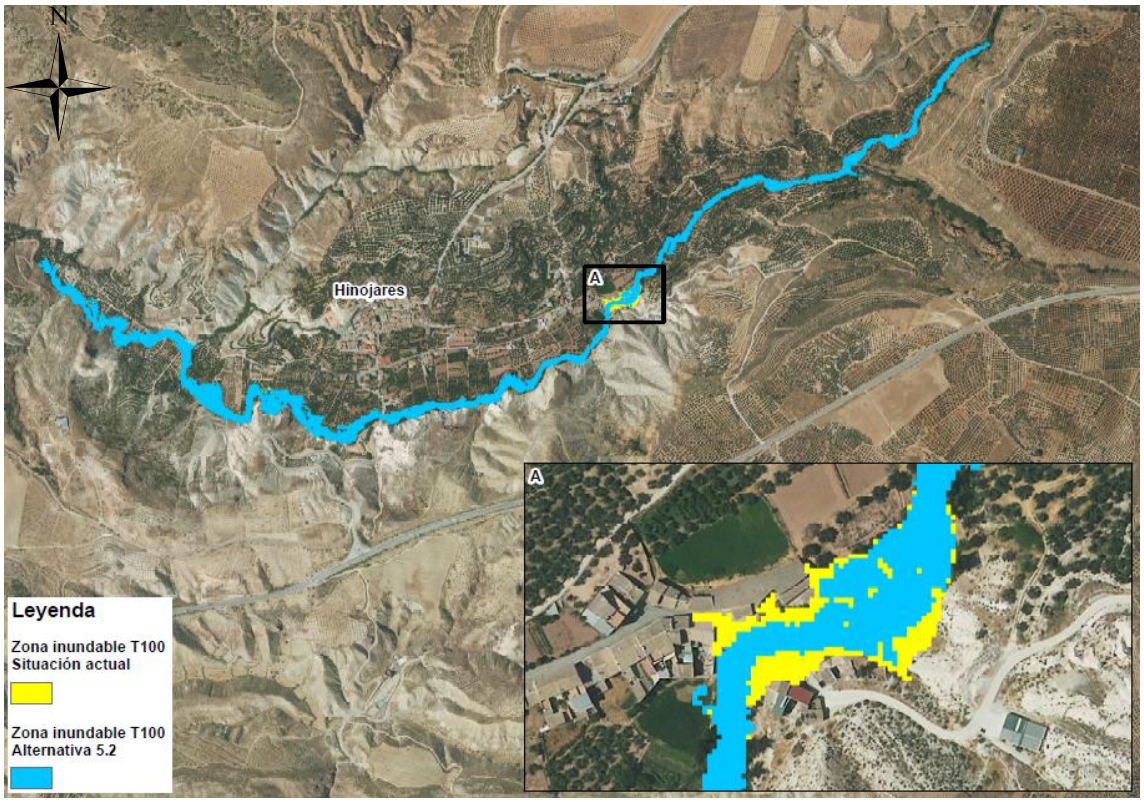


Figura 35. Comparativa zona inundable T100 en Situación actual y Alternativa 5.2.

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

APÉNDICE Nº3

INFORME COSTE-BENEFICIO DE LA ACTUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

ÁPENDICE Nº3

INFORME COSTE-BENEFICIO DE LA ACTUACIÓN

Índice

1. Introducción 1

2. Metodología análisis coste-beneficio 2

2.1. Selección del periodo de análisis 2

2.2. Definición de la situación de referencia y alternativas 3

2.3. Estimación de los costes de actuación 3

2.3.1. Estimación de los costes de expropiación 4

2.4. Preparación de la información base para la obtención del valor de los daños ocasionados por las avenidas 7

2.4.1. Elaboración de capas de información de ocupación del suelo 7

2.4.2. Precios asociados a la actividad económica 8

2.4.3. Identificación de puntos de especial importancia 8

2.4.4. Tratamiento de las capas de calado procedentes de la modelización hidráulica 10

2.5. Calibración CCS 12

2.6. Cálculo del beneficio generado con la actuación 13

2.7. Cálculo automatizado de daños 14

2.8. Análisis coste-beneficio 15

2.9. Aplicación de los criterios de rentabilidad económica 17

2.10. Análisis de sensibilidad 17

3. Puntos de especial importancia presentes en la zona de actuación 18

4. Resumen de costes 19

4.1. Justificación e hipótesis de la estimación de los costes de la actuación 19

4.2. Resumen costes de actuación 20

5. Resumen de los daños y beneficios estimados para la actuación 23

5.1. Análisis de calibración 24

6. Resumen del estudio de rentabilidad de la actuación 25

7. Resultados del análisis de sensibilidad 28

8. Fases constructivas y plazos de actuación 29

9. Conclusiones 30

10. Bibliografía 31

ANEXO 1..... 1

FICHAS RESUMEN ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS 1

Índice de Figuras

Figura 1. Situación de la medida de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce respecto al DPH cartográfico. 6

Figura 2. Situación de la medida de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce respecto a la cartografía del Catastro. Se indica la zona objeto de expropiación (fuera de DPH cartográfico). 6

Figura 3. Ficha catastral de la parcela afectada por una posible expropiación. 7

Figura 4. Calados recalculados 12

Figura 5. Herramienta creada para cuantificación de daños. Fuente: elaboración propia 14

Figura 6. Integración de la curva daños - probabilidad. Fuente: Guía ACB del CEDEX 16

Figura 7. Localización de la Fuente del Barrio Alto respecto a las zonas inundables resultantes de la modelización. 18

Figura 8. Mapa de daños (€/m²). Alternativa 0 T500 24

Figura 9. Relación de beneficios y costes para cada alternativa 25

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos de precios de la tierra para la provincia de Jaén, según la Encuesta de precios de la tierra en Andalucía, año 2021. 5

Tabla 2. Valor del riesgo por uso del suelo (actividad económica) según la Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación del MITECO. 8

Tabla 3. Coeficientes minorizantes de afección en relación con el calado. Fuente: "Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Actualización de la metodología de elaboración de la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación. Directiva de Inundaciones – 2º Ciclo" 11

Tabla 4. Valores de reclasificación de los calados 11

Tabla 5. Resumen costes de las alternativas. 20

Tabla 6. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 1. 21

Tabla 7. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 2. 21

Tabla 8. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 3. 21

Tabla 9. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 4. 22

Tabla 10. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 5.1. 22

Tabla 11. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 5.2. 22

Tabla 12. Resumen de los resultados de los daños estimados para las alternativas estudiadas. 23

Tabla 13. Resumen de los daños y beneficios anuales esperados estimados para las alternativas

estudiadas. *23*

Tabla 14. Resumen del beneficio y los costes de las alternativas estudiadas *25*

Tabla 15. Resumen de la rentabilidad de las alternativas estudiadas. *26*

Tabla 16. Alternativas más rentables según el indicador de rentabilidad. *26*

Tabla 17. Resumen de la sensibilidad de la rentabilidad de las Alternativas a cambios en la tasa de descuento. *28*

1. Introducción

En este Apéndice se presenta la metodología empleada en el análisis coste-beneficio de las distintas alternativas contempladas. Se han utilizado diversas herramientas e indicadores para estimar la rentabilidad de la posible futura ejecución de cada alternativa. A partir de esta información, se han comparado las diferentes inversiones con el objetivo de definir aquellas que sean más rentables desde el punto de vista económico.

El análisis coste-beneficio realizado se ha basado en el cálculo económico de todos los costes y beneficios de las alternativas propuestas, comparando todos los datos económicos de las actuaciones en un mismo año común.

El presente estudio se ha basado principalmente en las recomendaciones recogidas en la "*Guía metodológica para el análisis coste-beneficio de actuaciones estructurales de defensa frente a inundaciones*" (CEDEX, 2021) (en adelante, *Guía ACB*). También se han tomado como referencia otras metodologías y documentos relacionados como "*Metodología Análisis Coste Beneficio y Análisis Multicriterio*" de Augas de Galicia o la "*Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Actualización de la metodología de elaboración de la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación. Directiva de Inundaciones – 2º Ciclo. Versión 2*" (MITECO, 2022). Se debe tener en cuenta que no se tiene constancia de la existencia de proyectos previos en la zona de estudio, sin embargo, se han consultado algunos proyectos de tipología y alcance similar.

Se puede consultar el listado completo de documentos de referencia en el apartado 10 "Bibliografía" en este Apéndice.

2. Metodología análisis coste-beneficio

Para la realización de un análisis coste-beneficio, es necesaria la definición de los costes y los beneficios derivados de la implantación de una medida en relación con una situación actual o de referencia. De esta forma se aborda el estudio de las alternativas propuestas desde el punto de vista de la rentabilidad económica ligada a la inversión de las mismas.

Básicamente, el proceso consiste en contrastar los beneficios que generará la actuación, como valor diferencial entre los daños producidos por las inundaciones sin actuación frente a los generados con actuación, y los costes derivados de la implantación de las medidas. Realizado este análisis se realiza el cálculo de los indicadores económicos de rentabilidad (VAN, TIR, B/C).

En el presente estudio solamente se han considerado beneficios y costes materiales directos y tangibles ligados a medidas estructurales. Es decir, sólo se han considerado beneficios y costes generados por la acción directa del agua, con valor tangible y susceptibles de ser cuantificados económicamente. No se han contemplado los costes indirectos, como puedan ser los desvíos de tráfico o las pérdidas de negocios; ni los intangibles, como puedan ser los daños personales o ambientales.

En los siguientes apartados se definen y detallan las consideraciones realizadas para cada uno de estos aspectos y los diferentes pasos de la metodología utilizada.

2.1. Selección del periodo de análisis

El periodo de análisis es el plazo a lo largo del cual se analiza el flujo de costes y beneficios del proyecto para determinar su rentabilidad económica.

El periodo de explotación de este estudio se establece en 50 años, ya que permite comparar actuaciones de obras civiles con actuaciones de menor entidad, teniendo en cuenta los costes de reposición y/o reconstrucción necesarios para asegurar una vida útil de 50 años, de acuerdo con las siguientes propiedades:

- Obra civil menor (p.ej. pretiles, encauzamientos menores, muros de protección, edificaciones): Vida útil=50 años.
- Equipos electromecánicos: Vida útil=25 años.

Por todo ello, para este estudio, se establece un periodo de análisis de 50 años. Este periodo concuerda con las recomendaciones que se recogen en la *Guía ACB* del CEDEX, a partir de guías y documentos publicados por la Comisión Europea para proyectos de protección y prevención de riesgos naturales y de inundaciones.

2.2. Definición de la situación de referencia y alternativas

La situación de referencia consiste en no realizar ninguna actuación manteniendo el estado actual en el ámbito de estudio y se denomina como situación actual o Alternativa 0. En esta situación actual se considera que el puente objeto del estudio se encuentra taponado en caso de avenida (se simula con un 100% de obturación) y que, por tanto, supone un obstáculo al flujo. Esta Alternativa 0, con el puente obstruido, se compara con las diferentes medidas propuestas en el resto de las alternativas.

Aunque no se ha tenido en cuenta como medida específica y no se ha estimado su coste en los presupuestos de cada Alternativa, en todas las alternativas se recomienda tomar como medida adicional el fomento del mantenimiento y conservación del cauce, limpiando periódicamente vegetación, sedimentos y cualquier otro tipo de elemento que puedan obstruir el puente en caso de crecida. También se debe realizar tratamiento y/o erradicación de la caña (*Arundo donax*) que se encuentra en el cauce.

2.3. Estimación de los costes de actuación

Para poder realizar una comparativa de la rentabilidad de las diferentes alternativas es necesario actualizarlas a un mismo año de referencia (año 0).

En términos generales se han considerado dos tipos de costes: los periódicos, de carácter anual, y los no periódicos.

Dentro del grupo de costes no periódicos, y que han sido aplicados al año de referencia o año 0, se han contemplado los costes de inversión o ejecución de la medida, los costes de redacción del proyecto, los de dirección de la obra y los asociados a tareas de mantenimiento ocasional.

Por otro lado, se han estimado, cuando resultó procedente, los costes de operación y mantenimiento anual (costes periódicos).

El cálculo de los costes de las actuaciones se ha realizado a nivel macro, sin entrar en detalle en cada una de las partidas, puesto que se considera que dicho detalle se llevará a cabo en la futura redacción del proyecto de la alternativa seleccionada. Así pues, todos los costes aquí contemplados son meras estimaciones, elaboradas con el objeto de tener un orden de magnitud en la presente fase pero sin validez para fases posteriores, en las que deberán ser recalculados.

Dado que no se dispone de un proyecto previo en la zona, se ha generado una base de precios para la estimación de estos costes a nivel macro, a partir de las siguientes fuentes:

- Precios de Tragsa 2022 no sujetas a impuesto;
- Precios Caminos Naturales 2020;
- Precios Dirección General de Carreteras 2021;
- Proyectos de tipología y alcance similar.

Se han estimado tanto los costes producidos en la fase de construcción (costes de ejecución e inversión, dirección de obra, redacción de proyecto y expropiaciones si procede), como los costes producidos durante el periodo de explotación (costes de explotación y mantenimiento, revisiones de seguridad, reposición de equipos electromecánicos y reconstrucción de obras menores por agotamiento de la vida útil). Estos costes se estiman para el presupuesto a nivel general, sin entrar en detalle en cada una de las partidas.

A todos los precios de las fuentes anteriores se les ha incrementado un 10% de su valor para ajustarlos a la realidad del mercado en 2022 y absorber las simplificaciones realizadas o el nivel de detalle del presupuesto macro.

Para definir el Presupuesto de Ejecución Material, a nivel general, se han asumido las siguientes hipótesis, siguiendo las directrices de los documentos de referencias, como la *Guía ACB*:

- El coste de construcción representa todos los costes asociados a la ejecución de las medidas planteadas;
- El coste de inversión sería el resultado de incrementar los costes de construcción en un 20%, por posibles imprevistos y contingencias;
- Los costes de redacción del proyecto de cada alternativa se fijan en un 8% del coste de inversión (incluyendo trabajos de redacción de estudios y proyectos, ensayos y campañas requeridas);
- En la dirección de la obra, se asume como un 5% del coste de inversión;
- En concepto de tareas de mantenimiento ocasional (reposición) se considera un 20% del coste de inversión. Estas tareas, sin cadencia prevista, incluirían posibles reparaciones y reposiciones de toda o parte de la estructura;
- En labores de operación y mantenimiento anual, durante el período de análisis del ACB (fijado en 50 años), se aplica a nivel general un 1,2% anual sobre el coste de inversión;
- Se estiman costes de expropiación, si es necesario;
- Para poder realizar el estudio de rentabilidad de manera adecuada, los costes de construcción no contemplan impuestos indirectos, subvenciones, IVA, etc.

Se debe tener en cuenta que dentro de los costes de construcción se ha incluido una partida alzada en seguridad y salud por un importe del 3% sobre los costes, y una partida alzada de control de calidad equivalente al 1% de los costes. Por su parte, para el cálculo del coste-beneficio, no se ha estimado el Presupuesto Base de Licitación, no incluyéndose Gastos Generales ni Beneficio Industrial ni, como se ha comentado anteriormente, IVA u otros impuestos. Por último, dado que se trata de una estimación de costes, el total de costes que se asume para las actuaciones en cada alternativa se ha redondeado al alza.

2.3.1. Estimación de los costes de expropiación

De acuerdo con lo previsto en las distintas alternativas, podría ser preciso expropiar los terrenos particulares que puedan ser ocupados de forma permanente para implantar

alguna de las medidas. Se ha intentado, en la medida de lo posible, disminuir estas expropiaciones, localizando las actuaciones siempre que se pueda en terrenos de titularidad pública, si bien hay casos puntuales en el que esto no ha sido viable.

Para la determinación de los terrenos de titularidad pública, en este caso, los límites del dominio público hidráulico (DPH), se ha considerado tanto la cartografía del Catastro (DPH catastral) como la del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (*SNCZI*) (DPH cartográfico). En Hinojares se ha comprobado que los límites del DPH catastral no concuerdan con la realidad del terreno y tienen una anchura considerablemente menor al DPH cartográfico, más preciso respecto a la situación actual del río Turrillas. Por ello, para la estimación de la superficie a expropiar se ha tomado como referencia el DPH cartográfico disponible, estimado durante la elaboración de la cartografía de zonas inundables del ARPSI de Hinojares, realizada durante el primer ciclo (año 2014).

Para el cálculo del coste de las expropiaciones se ha tenido en cuenta la superficie afectada a expropiar y los valores unitarios por superficie que se dan a continuación, tomados de la "*Encuesta de precios de la tierra en Andalucía, año 2021*" del Servicio de Estudios y Estadísticas de la Consejería de Agricultura, Ganadería y Alimentación (Junta de Andalucía). Dichas cantidades, que dependen del tipo de cultivo o uso del suelo afectado, varían en cada provincia. Se ha empleado la encuesta del año 2021, dado que es la última publicada con datos definitivos. Estos precios para la provincia de Jaén son los siguientes:

Provincia de Jaén			
Cultivo	**Precio Max (€/Ha)**	**Precio Mín (€/Ha)**	**Precio más Frecuente (€/Ha)**
Olivar de transformación regadío	48.605 €	32.706 €	40.967 €
Olivar de transformación secano	30.457 €	20.913 €	25.705 €
Pastizal	2.568 €	1.670 €	2.029 €

**Para la valoración de las expropiaciones se utilizan los Precios más Frecuentes*

Tabla 1. Datos de precios de la tierra para la provincia de Jaén, según la Encuesta de precios de la tierra en Andalucía, año 2021.

En el caso de este ACB de Hinojares, únicamente la medida de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce (presente en las Alternativas 2, 3 y 4) implica actuaciones en terrenos particulares. El resto de las medidas de las distintas Alternativas (ampliación del puente e instalación de barrera permeable) se realizan sobre terrenos de titularidad pública, concretamente, sobre suelo considerado DPH cartográfico.

Todos los terrenos afectados por expropiación pertenecen a una única parcela del término municipal de Hinojares, cuyo uso de suelo, según el Catastro, es de olivar de regadío. La superficie total a expropiar asciende a 93,63 m^2 (parte de la parcela que no se encuentra dentro de DPH cartográfico). De acuerdo con los precios de la tabla anterior para el precio más frecuente para “Olivar de transformación regadío” (40.967

€/ha), el valor de las expropiaciones para la medida de la ampliación de capacidad hidráulica asciende a la cifra de 383,58 €.

A continuación, se exponen las imágenes en las que se pueden observar la afección a terrenos particulares respecto al DPH cartográfico y respecto a la cartografía catastral de la Dirección General del Catastro. También se adjunta la ficha catastral de la parcela afectada.



Figura 1. Situación de la medida de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce respecto al DPH cartográfico.

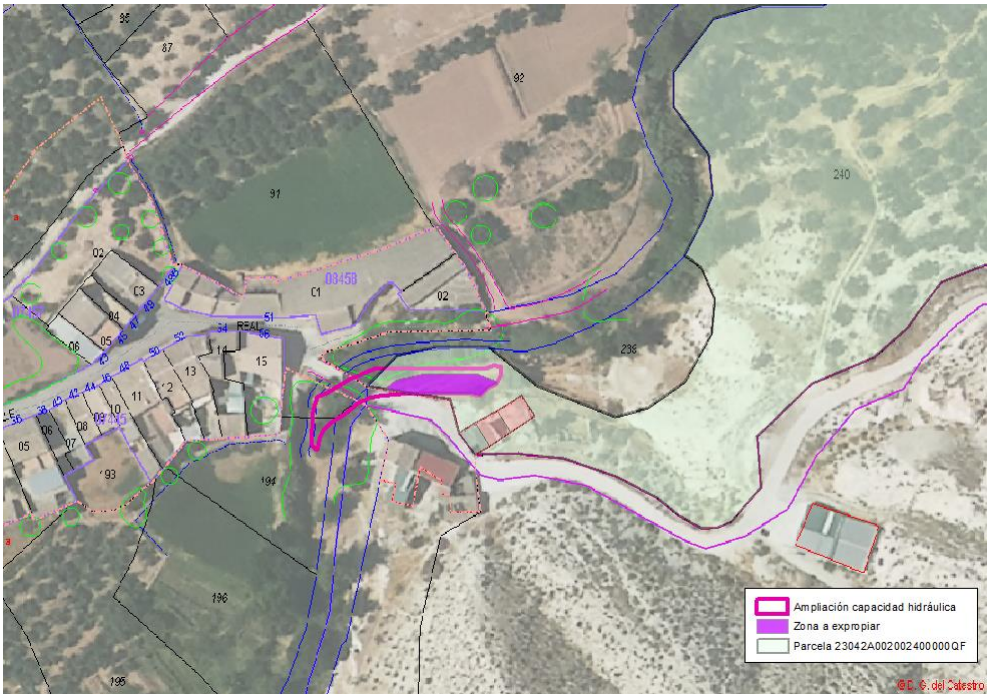
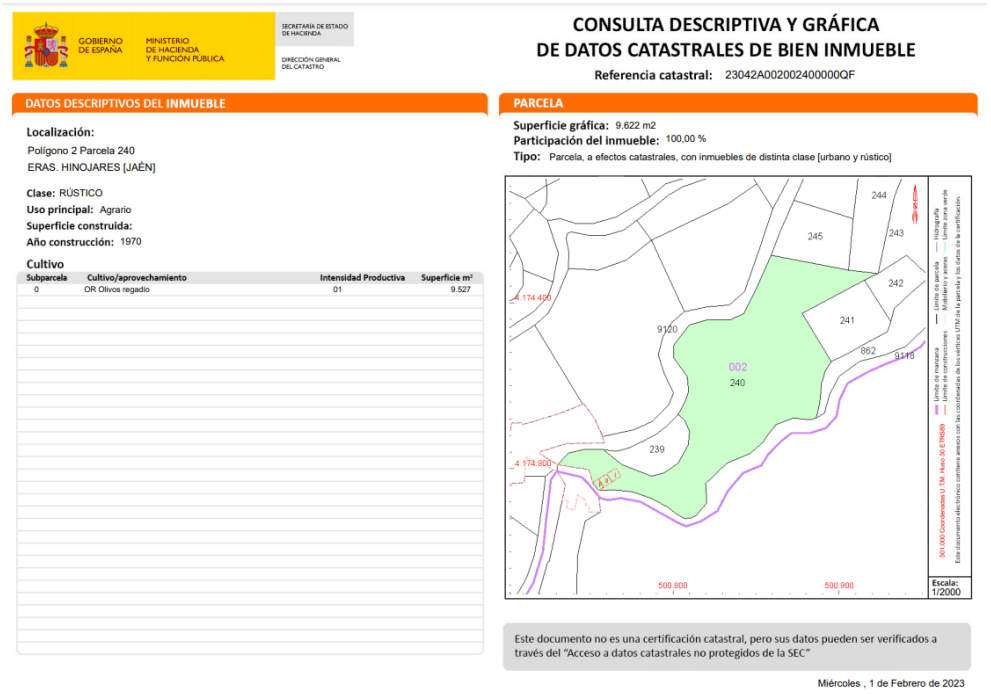


Figura 2. Situación de la medida de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce respecto a la cartografía del Catastro. Se indica la zona objeto de expropiación (fuera de DPH cartográfico).


GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE HACIENDA Y FUNCIÓN PÚBLICA · SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA · DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA
DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE
Referencia catastral: 23042A002002400000QF

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Localización:
Polígono 2 Parcela 240
ERAS. HINOJARES [JAÉN]

Clase: RÚSTICO
Uso principal: Agrario
Superficie construida:
Año construcción: 1970

Cultivo

Subparcela	Cultivo/aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m²
0	OR Olivos regadío	01	9.527

PARCELA

Superficie gráfica: 9.622 m2
Participación del inmueble: 100,00 %
Tipo: Parcela, a efectos catastrales, con inmuebles de distinta clase [urbano y rústico]

Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del "Acceso a datos catastrales no protegidos de la SEC"

Miércoles , 1 de Febrero de 2023

Figura 3. Ficha catastral de la parcela afectada por una posible expropiación.

2.4. Preparación de la información base para la obtención del valor de los daños ocasionados por las avenidas

Previo a la obtención del valor económico de los daños que se producirán por la avenida de estudio, es necesario disponer de toda la información de partida. Estos elementos son:

- Elaboración de las capas de información geográfica de ocupación del suelo;
- Precios asociados a la actividad económica;
- Búsqueda de todos los puntos de especial importancia dentro del ámbito de estudio;
- Tratamiento de las capas de calado procedentes de la modelización hidráulica.

2.4.1. Elaboración de capas de información de ocupación del suelo

Para elaborar la capa vectorial de usos del suelo se ha partido de la capa del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE 2014) para la consideración de las actividades económicas ligadas a cada uso del suelo.

A partir del documento de "*Propuesta de Mínimos*" (MITECO, 2022), se ha determinado la equivalencia existente entre las diferentes coberturas recogidas por el SIOSE y las actividades económicas asociadas, es decir, las tipologías estandarizadas de los mapas de riesgo del *SNCZI*.

2.4.2. Precios asociados a la actividad económica

Una vez elaborada la capa vectorial con la información de la actividad económica asociada a las superficies del ámbito de estudio, se ha asociado un valor €/m^2 a cada actividad económica. Se han tomado como referencia los precios contemplados en la "*Propuesta de Mínimos*" (MITECO, 2022).

Esta capa de actividad económica se ha cruzado con el DPH cartográfico y se ha dado un valor de 0 €/m^2 a las superficies situadas dentro del DPH, por entenderse que cualquier edificación o uso del suelo que quede dentro del DPH no puede ser contemplado como susceptible de ser dañado porque en teoría no deberían ocupar este espacio.

USO DEL SUELO	VALOR DEL RIESGO INICIAL (€/m²)
Urbano concentrado	
Edificación asociada a urbano concentrado (sin desagregar edificaciones)	350
Edificación asociada a urbano concentrado (edificaciones desagregadas)	400
Urbano disperso	
Edificación asociada a urbano disperso (sin desagregar edificaciones)	170
Edificación asociada a urbano disperso (edificaciones desagregadas)	260
Asociado a urbano	150
Infraestructura social	200
Terciario	380
Industrial concentrado	
Industrial concentrado (sin desagregar edificaciones)	450
Industrial concentrado (edificaciones desagregadas)	380
Industrial disperso	
Industrial disperso (sin desagregar edificaciones)	170
Industrial disperso (edificaciones desagregadas)	380
Agrícola-secano	1
Agrícola-regadío	5
Otros usos rurales	0.5
Forestal	0
Infraestructuras: carreteras	250
Infraestructuras: ferrocarriles	350
Infraestructuras: puertos y aeropuertos	450
Infraestructuras: energía	500
Infraestructuras: comunicaciones	500
Infraestructuras: hidráulico-sanitarias	500
Infraestructuras. Residuos	150
Masas de agua	0
Otras áreas sin riesgo	0

Tabla 2. Valor del riesgo por uso del suelo (actividad económica) según la Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación del MITECO.

2.4.3. Identificación de puntos de especial importancia

A la hora de establecer el daño ocasionado por un evento es necesario detectar zonas de especial importancia que, por su valor estratégico, servicio social, disponibilidad en la emergencia, etc. deben tener un valor mayor que repercuta en aumentar la importancia de protegerlos frente a inundaciones. Para lograrlo, se les asigna un coste adicional que, por tanto, incrementará el valor de los daños producidos por la inundación.

Para localizar estos puntos de especial importancia se han utilizado las siguientes fuentes:

- El visor del *SNZCI*https://sig.mapama.gob.es/snczi/, en la que se muestran aquellos puntos de especial importancia de la cartografía de zonas inundables asociados a las ARPSIs, según las tipologías establecidas en la "*Propuesta de Mínimos*".

- Google Maps, mediante la visualización de la zona inundable y la búsqueda de aquellos elementos que pueden ser puntos de especial importancia. Hay algunos cuya visualización sobre el mapa es sencilla (EDARs, vías de ferrocarril o carreteras) mientras que otros elementos requieren cierta indagación (como ayuntamientos y policía). Para estos últimos, y de manera complementaria a los datos del visor SNCZI, se ha empleado el buscador de Google Maps para comprobar su ubicación real y si están situados en la zona inundable.

Como norma general, los criterios seguidos para seleccionar estos puntos de especial importancia son comunes entre distintas poblaciones del territorio nacional, considerándose siempre los siguientes elementos dentro de ellos:

- **Puntos de especial importancia del SNCZI**
  - Emisiones industriales
  - EDAR
  - Patrimonio cultural
  - Protección Civil
- **Ayuntamientos**
- **Colegios, institutos, universidades y otros centros educativos**
- **Hospitales**
- **Centro de Salud y ambulatorios**
- **Museos y centros de exposición**
- **Ferrocarriles**
- **Bienes de Interés Cultural (BIC)**
- **Servicios de Emergencia:**
  - Policía
  - Guardia Civil
  - Parques de Bomberos
- **Gasolineras y zonas de almacenamiento de combustibles**
- **EDAR**
- **ETAP**
- **Industrias Contaminantes (IPPC)**
- **Lugares con gran afluencia de personas** (Centros Comerciales, Discotecas, Pabellones, Tanatorios, Campings, Supermercados…)

Puntos de Protección Civil	
Campo "TIPO_ELTO"	*Campo "SUBTIPO_EL"*
TIPOS	SUBTIPOS
SEGURIDAD	▪ Bomberos ▪ Policía ▪ Guardia Civil
SANIDAD	▪ Hospital
EDUCACIÓN	▪ Educación infantil ▪ Escuela ▪ Educación especial ▪ Campus
RESIDENCIAL ESPECIAL	▪ Residencia de ancianos ▪ Centro penitenciario ▪ Camping
CONCURRENCIA PÚBLICA DESTACADA	▪ Centro comercial ▪ Instalación deportiva ▪ Centro de ocio ▪ Centro religioso
SERVICIOS BÁSICOS	▪ Energía ▪ Agua
TRANSPORTE	▪ Estación de autobús o ferrocarril ▪ Puerto ▪ Aeropuerto
INDUSTRIA	▪ Nuclear ▪ Radiactiva ▪ Química SEVESO

Los siguientes elementos se consideran o no puntos de especial importancia dependiendo de su ubicación o disposición:

- **Carreteras:** siempre se consideran si son autopistas, si aparecen como punto de especial importancia del SNCZI o si la zona de población que comunican se queda totalmente aislada;
- **Polideportivos:** se incluye como punto singular sólo si hay un pabellón donde se pueda reunir o refugiar la gente en emergencia, provocando un problema localizado en caso de inundaciones;

- **Iglesias y parroquias:** se incluyen si el edificio es de suficiente entidad como para reunir un número grande de personas, o sí tiene un gran valor arquitectónico o en su interior se acumulan objetos de gran valor cultural, como ocurre p. ej. en las catedrales;
- **Farmacias:** se añaden sólo si en el ámbito de estudio hay un número reducido de ellas y no hay posibilidad de acceder a otra más lejana debido a la inundación de las carreteras de acceso.

No se consideran como puntos de especial importancia, entre otros, los siguientes elementos:

- **Recintos Feriales al aire libre**: la mayor parte del año están vacíos y no se van a utilizar como refugio en caso de inundación.
- **Depósitos y balsas de riego pequeñas**
- **ITV**
- **Pistas DGT**

2.4.4. Tratamiento de las capas de calado procedentes de la modelización hidráulica

Para el cálculo de los daños producidos por las inundaciones, además de los usos del suelo, se requiere información de los calados generados en las superficies inundadas dentro del ámbito de estudio. Esta información se obtiene a partir de los ráster de calados obtenidos en las simulaciones hidráulicas.

Se emplea la información de los ráster de calados para cada periodo de retorno simulado (T10, T100 y T500), tanto en situación actual (Alternativa 0), como en situación futura aplicando las medidas (Alternativa x).

Para poder usar la información de calados en el cálculo de daños se han realizado los siguientes tratamientos a las láminas de calados:

- Rellenado de huecos de los edificios: En los ráster de calados que se obtienen de la modelización de la avenida, los edificios aparecen como huecos (sin valor de calado), ya que se eliminan del modelo digital del terreno (MDT) que se utiliza como base en el modelo. Sin embargo, para estimar el daño en las edificaciones, es necesario disponer de los datos de calados en estos huecos que dejan los edificios que, en este caso, se han calculado a partir del valor medio de calado en las celdas vecinas al contorno de la edificación.

- Eliminación de islas: Se ha realizado una limpieza de las “islas” o zonas inundables que no presenten conexión con la mancha principal de inundación.

- Reclasificación de los calados: Los daños producidos por las inundaciones están íntimamente ligados a los calados producidos. Para contemplar esta influencia se emplean unos coeficientes (minorizantes) que tratan de reflejar el grado de afección en función del calado real. De esta forma, los daños producidos por un

calado de 0,30 m no serán iguales a los generados por calados superiores a 2 m.

Así pues, en el presente estudio se han empleado los coeficientes propuestos en el Anejo I de Estimación del valor económico de los daños por inundaciones en cada polígono del documento de la "*Propuesta de Mínimos*" del MITECO. Dicha estimación considera que calados inferiores a 0,3 metros provocan poca afección, y que calados a partir de 0,7 metros empiezan a provocar daños notables, ya que, por ejemplo, se verían afectados elementos ubicados sobre mesas dentro de las edificaciones o se podría ver afectado el sistema eléctrico si el agua alcanza enchufes.

ALTURA DEL AGUA (m)	COEFICIENTE
0 – 0.3	20%
0.3 – 0.7	60%
0.7 – 2	90%
> 2	100%

Tabla 3. Coeficientes minorizantes de afección en relación con el calado. Fuente: "Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Actualización de la metodología de elaboración de la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación. Directiva de Inundaciones – 2º Ciclo"

Estos coeficientes únicamente se aplican a determinados usos del suelo:

- Urbano concentrado;
- Urbano disperso;
- Asociado a urbano;
- Infraestructura social;
- Terciario;
- Industrial concentrado;
- Industrial disperso.

El resto de usos tendrán una afección del 100% al entenderse que sobre ellos los daños se producirán de igual manera con independencia del calado generado.

A partir de esta información se han reclasificado las láminas de calados siguiendo este criterio:

Calado (m)	*Gridcode*	Coeficiente
0 – 0,30	1	0,2
0,30 – 0,70	2	0,6
0,70 - 2	3	0,9
> 2	4	1

Tabla 4. Valores de reclasificación de los calados

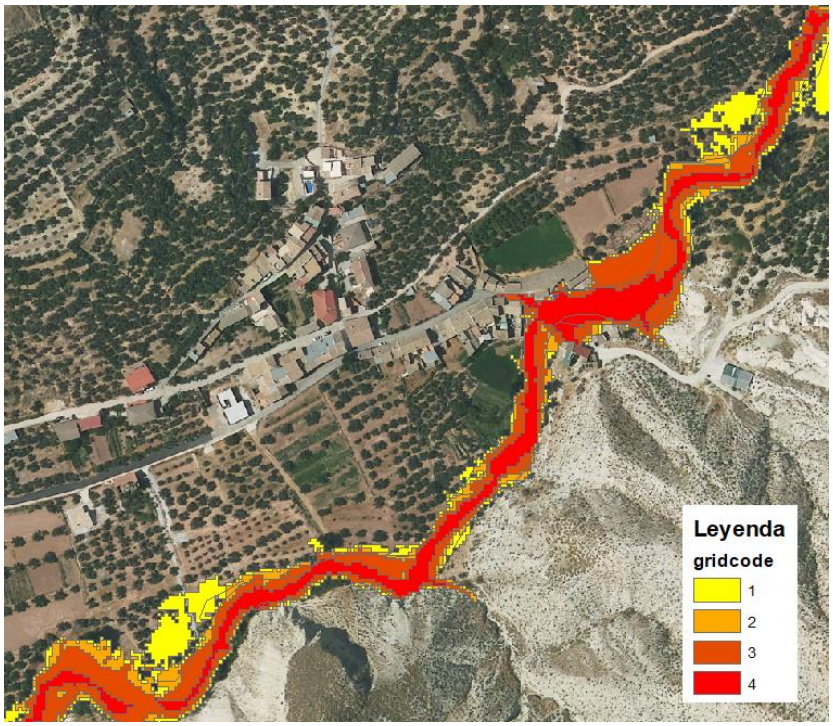


Figura 4. Calados recalculados

2.5. Calibración CCS

Una vez planteada toda la metodología de cálculo a aplicar para la obtención del valor económico de los daños que se producen en la zona de estudio, para un periodo de retorno asociado, es conveniente realizar una serie de comprobaciones o calibraciones que permitan juzgar la bondad de la metodología para los casos en los que no se dispone de información de comparación, y así poderla aplicar en los casos en los que no existen datos con los que sustentar el resultado.

Para ello, una de las primeras fuentes de consulta utilizadas para estimar los daños provocados por efecto de inundaciones extraordinarias es el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS), que dispone de los datos de indemnizaciones realizadas para cada uno de los mismos. Estos datos, sin embargo, no son completamente válidos a la hora de calibrar la metodología, ya que hay ciertas apreciaciones que hay que tener en cuenta a la hora de tratar la información procedente del CCS. Estas apreciaciones consisten en:

- Concepto de “inundación extraordinaria” por el que indemniza el CCS. Se define en el artículo 2, apartado c, del Reglamento del Seguro de Riesgos Extraordinarios como “el anegamiento del terreno producido por la acción directa de las aguas de lluvia, las procedentes de deshielo o las de los lagos que tengan salida natural, de los ríos o rías o de cursos naturales de agua en superficie, cuando éstos se desbordan de sus cauces normales, así como los embates de mar en las costas. No se entenderá por tal la producida por aguas procedentes de presas, canales, alcantarillas, colectores y otros cauces subterráneos, construidos por el hombre, al reventarse, romperse o averiarse por hechos que

no correspondan a riesgos de carácter extraordinario amparados por el Consorcio de Compensación de Seguros, ni la lluvia caída directamente sobre el riesgo asegurado, o la recogida por su cubierta o azotea, su red de desagüe o sus patios";

- No distingue entre inundación por desbordamiento y lluvia in situ, es decir, entre origen fluvial o pluvial, según la definición de inundación extraordinaria del CCS recogida en el punto anterior;
- Objeto de las indemnizaciones: el CCS indemniza a bienes y personas, incluidos la pérdida de beneficios, al titular de la póliza suscrita con cualquier compañía privada, de acuerdo con el capital asegurado, en los siguientes ámbitos:
    - Viviendas y comunidades de propietarios;
    - Comercios, industrias y riesgos similares;
    - Infraestructuras;
    - Vehículos automóviles.

  Es decir, el CCS indemniza algunos aspectos como pérdidas de beneficios o vehículos que no son tenidos en cuenta en el cálculo de daños de esta metodología de análisis coste-beneficio. Y a su vez, no indemniza el ámbito agrario (que se realiza a través de Agroseguro) cuyos daños sí son contemplados en esta metodología;
- Grado de penetración del seguro y cuantías aseguradas. Según el CCS en el artículo “Representación del riesgo de inundación en España a partir de los datos del seguro de riesgos extraordinarios” para la revista número 13 de la revista Consorseguros (2020), el porcentaje de viviendas aseguradas en España es de alrededor del 72% y el grado de aseguramiento de infraestructuras es bastante limitado. Sin embargo, este grado de penetración del seguro variaría dependiendo de la zona geográfica de España en la que se ubique la actuación;
- Correspondencia de la frecuencia del episodio de calibración respecto de los 3 periodos de retorno estudiados (si no hay una correspondencia no se puede realizar la comprobación directa);
- Las ayudas y subvenciones de las Administraciones correspondientes pueden ser del orden de magnitud de las indemnizaciones del CCS (con lo que el valor obtenido del CCS no llega a ser el total de los gastos provocados por el episodio). Según el artículo de la revista Consorseguro mencionado anteriormente, el CCS estima que, en general, cubre alrededor o algo más de la mitad de los daños totales que se producen por inundación.

2.6. Cálculo del beneficio generado con la actuación

Para la obtención del beneficio generado hay que entenderlo como la reducción del riesgo que genera la realización de las medidas respecto de la situación actual, es decir, el daño evitado.

Como se comentó al principio de este Apéndice, en este estudio únicamente se han tenido en cuenta los daños directos, con valor tangible y susceptibles de ser cuantificados económicamente, generados por la acción directa del agua. No se han tenido en cuenta los costes indirectos como pueden ser desvíos de tráfico, pérdidas en negocios o salarios. Tampoco se han considerado en este estudio los costes intangibles, que por sus características no pueden ser cuantificados.

Para la obtención del valor de los daños producidos como consecuencia de un episodio de inundaciones, se realizan las siguientes acciones en el orden indicado:

1. Cruce de las capas de resultados del modelo hidráulico con la capa de usos del suelo para el cálculo de daños directos;
2. Cálculo de los daños;
3. Definición del daño para cada periodo de retorno, los daños incrementales y el daño esperado anual. Los daños estimados se calculan incrementados en un 5% por el coste de los servicios de emergencia.;
4. Contraste de resultados en situación actual y las diferentes alternativas;
5. Cálculo del beneficio esperado anual y del beneficio esperado durante el período de análisis (50 años).

2.7. Cálculo automatizado de daños

Para la realización del cálculo de los daños producidos por un episodio de inundación se ha desarrollado *ad hoc* una herramienta de ArcGIS que permite la realización de las diferentes tareas que son necesarias para poder obtener una capa resultante de polígonos con su area (m^2), calado (m) y daños (€) asociados. La siguiente imagen muestra el diagrama de procesos concatenados de la herramienta.

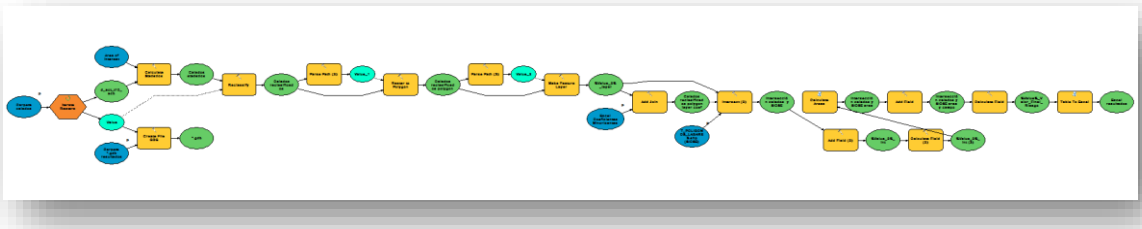


Figura 5. Herramienta creada para cuantificación de daños. Fuente: elaboración propia

De forma resumida las tareas que realiza la herramienta son:

- Reclasificar calados: como se ha comentado en apartados anteriores, se han reclasificado los calados en intervalos de altura y se les ha asociado un coeficiente según el rango de calados en el que se encuentre;

- Cruce de archivos *shape* de calado con SIOSE: mediante un intersect se cruzan ambas capas para obtener una capa de polígonos con datos de calado reclasificado y valor de suelo;
- Cálculo de daños: A partir de la capa anterior se ha añadido un campo denominado Valor riesgo final y se calcula este campo mediante la siguiente fórmula:

Valor del riesgo (€/m^2) x Coeficiente x Área del polígono (m^2) = Daño final en polígono.

2.8. Análisis coste-beneficio

El análisis coste-beneficio se basa en expresar en valores económicos todos los costes y beneficios del proyecto y compararlos en un mismo año común. Este análisis se realiza de acuerdo con la metodología definida en la *Guía ACB* del CEDEX:

- **Beneficio:** es el daño evitado, respecto a una situación actual o de referencia, por la realización de las obras propuestas en la alternativa. El beneficio del daño anual esperado es la integración de la curva probabilidad-daño, de acuerdo con la fórmula de Ven Te Chow.

  Conocida la naturaleza probabilística de un suceso hidrológico y los daños que se producirían en el caso de que este suceso se produjera (Chow et al, 1994), se calcula el coste anual de daños esperado por avenidas mediante la siguiente fórmula que integra los daños y sus frecuencias:

$$D = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{D(x_{i-1}) + D(x_i)}{2} [\mathrm{P}(x \geq x_{i-1}) - \mathrm{P}(x \geq x_i)]$$

  Donde $\mathrm{D(x)}$ es el coste del daño anual esperado que resultaría de ese evento xx y P(x) es la probabilidad de que un evento de magnitud xx ocurra en un año dado, es decir, la inversa del periodo de retorno.

  Si representamos gráficamente la relación daños – probabilidad, tenemos que el Daño Anual Esperado (DAE) será el área bajo su curva, representando así la suma de todos los posibles daños ponderados por su probabilidad de ocurrencia (inverso del período de retorno).

Salvando las imprecisiones que pudieran producirse, el DAE, área bajo la curva, puede obtenerse de forma numérica como suma de los trapecios de base diferencia de probabilidades (de 0 a 1) y altura media de los daños asociados a dichas probabilidades.

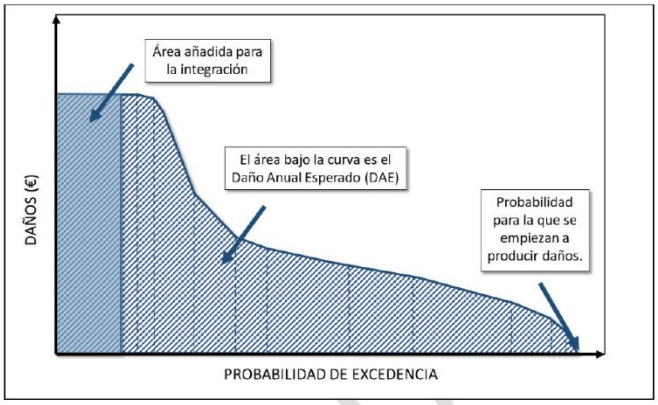


Figura 6. Integración de la curva daños - probabilidad. Fuente: Guía ACB del CEDEX

Para la realización de estos cálculos se han contemplado los períodos de retorno T = 010, 100 y 500 años.

Para la determinación de los daños asociados a los extremos de la curva se ha asumido que para T = 5.5 años los daños son nulos y que para T = 500 años los daños son máximos.

Respecto al valor inicial de probabilidad se ha supuesto que los daños se producen a partir de la avenida de 5.5 años de periodo de retorno, que corresponde con aquella que define la MCO y a partir de la cual se ha delimitado el DPH cartográfico en este caso.

Estos daños, en esencia, vendrán dados por el producto entre el valor económico en función de las actividades desarrolladas en los terrenos afectados por la inundación, para el período de retorno de estudio, el área de estos terrenos y un coeficiente minorizante en función del calado alcanzado. Dada la distribución espacial de todos los factores indicados anteriormente, la obtención de los daños, asociados a inundaciones, debe realizarse con técnicas SIG, en las que se determine valor total del daño descompuesto en el sumatorio de daños asociados a usos y relacionados con cada valor de calado.

Es importante denotar que, en la estimación de los daños producidos por las inundaciones, únicamente se han tenido en consideración las láminas de inundación, derivadas de los modelos hidráulicos empleados, a lo largo de cada tramo de cauce estudiado en los que se han observado diferencias entre la situación actual y la situación proyectada. Es decir, sólo se han cuantificado daños en los tramos sobre los que las medidas implantadas generan efectos sobre la hidráulica de los cauces. Estos daños deben pues entenderse como valoraciones económicas, de ámbito local, que serán empleadas para obtener los beneficios obtenidos.

Finalmente indicar, que los beneficios, o daño anual evitado, calculados como diferencia entre daños sin actuación y con actuación, han sido repartidos de manera uniforme a lo largo del período de análisis de cada actuación.

- **Costes:** son todos los gastos generados por las obras, su mantenimiento y explotación. Como quedó explicado anteriormente, la información procede de la base de precios generada a partir de proyectos de temática similar y distintas bases de precios, actualizados a 2022.

2.9. Aplicación de los criterios de rentabilidad económica

El procedimiento matemático que cuantifica el retorno económico del proyecto se basa en los siguientes indicadores económicos, de acuerdo con la *Guía ACB*:

- VAN (valor actual neto). El VAN calcula la diferencia entre el valor actualizado de los beneficios y de los costes a lo largo de todo el periodo de análisis del proyecto;
- B/C (relación beneficio/coste). La relación B/C calcula el cociente entre los valores actualizados de los beneficios y los costes del proyecto;
- TIR (tasa interna de retorno). Este indicador calcula la tasa de descuento que iguala el valor actualizado de los beneficios y de los costes a lo largo del periodo de análisis de la actuación, es decir, la tasa de descuento que hace el VAN igual a cero.

Estos indicadores se utilizarán para la selección de la alternativa seleccionada y para la priorización de actuaciones. Los criterios económicos aplicados para cada indicador son los siguientes:

- VAN>0 €
- B/C>1
- TIR>tasa de descuento aplicada (3%) *

*Según la *Guía ACB* del CEDEX, se recomienda tomar una tasa de descuento del 3%, que es la tasa establecida por la Comisión Europea en su guía de 2014 (para el periodo 2014-2020) sobre el análisis coste-beneficio de los proyectos de inversión para países que no reciben fondos de cohesión, entre los que está España.

2.10. Análisis de sensibilidad

Finalmente se ha realizado un análisis de sensibilidad en el que se incluye un estudio de comparación de cómo evolucionan los criterios de rentabilidad ante variaciones en la tasa de descuento, de forma que se pueda observar la volatilidad/robustez de los resultados de cada alternativa. En concreto se ha analizado:

- La evolución del VAN en función de la tasa de descuento;
- La evolución del Ratio B/C en función de la tasa de descuento;
- La evolución del TIR en función de la tasa de descuento.

3. Puntos de especial importancia presentes en la zona de actuación

Para el correcto cálculo de esta actuación ha sido necesario realizar una búsqueda de todos los elementos de especial importancia (valor estratégico, servicio social, disponibilidad en la emergencia, etc.) presentes dentro del ámbito de estudio. Se ha revisado la información incluida en el PGRI y mapas de riesgo del segundo ciclo de planificación, ampliándose con una búsqueda específica. En este caso, no se ha identificado ningún punto de especial importancia en la zona. Esto es debido a que el área afectada por la zona inundable es de carácter residencial, industrial y agrícola y se ubica fuera de la zona más céntrica de la población donde se localizan los principales servicios. Únicamente, como punto de importancia en la zona cercana se ha localizado la Fuente del Barrio Alto, pero ubicado fuera de la zona inundable.

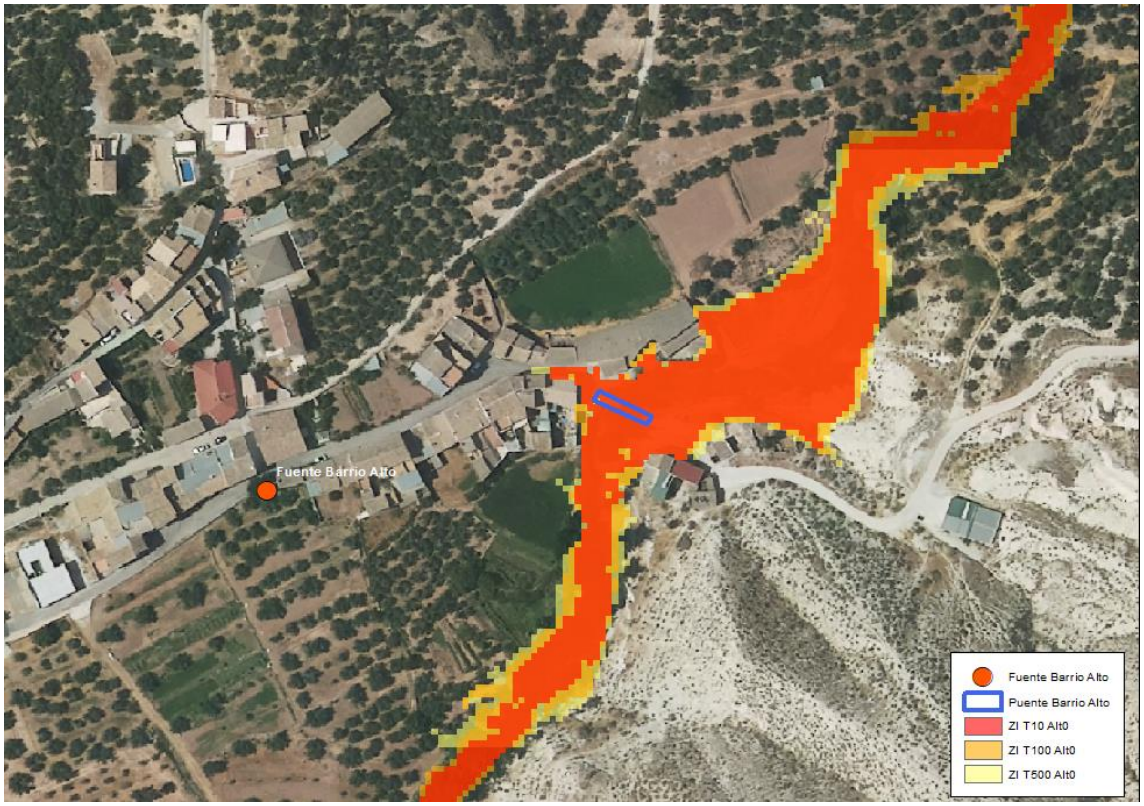


Figura 7. Localización de la Fuente del Barrio Alto respecto a las zonas inundables resultantes de la modelización.

4. Resumen de costes

En este apartado se presentan de forma resumida los costes estimados de cada alternativa. Las actuaciones contempladas para cada alternativa son:

- Alternativa 0: Situación actual, considerando el puente del Barrio Alto obstruido en un 100%;
- Alternativa 1: Ampliación de la sección libre del puente del Barrio Alto en anchura, aproximadamente 1,5 m del estribo de la margen izquierda. Se simulan con un 90% de la obra obstruida;
- Alternativa 2: Alternativa 1 + Ampliación de la capacidad hidráulica del cauce en el entorno de la obra, en una longitud de unos 60 metros. Se simula con un 80% de la obra obstruida;
- Alternativa 3: Alternativa 2 + Instalación en cauce (475m aguas arriba del puente) de barrera permeable mediante malla de anillos de acero para retención de sólidos. Se simula con un 5% de la obra obstruida;
- Alternativa 4: Alternativa 2 + Instalación en cauce (475m aguas arriba del puente) de estructura de valla permeable para retención de sólidos. Se simula con un 5% de la obra obstruida;
- Alternativa 5.1: Instalación en cauce (475m aguas arriba del puente) de barrera permeable mediante malla de anillos de acero para retención de sólidos. Se simula con un 20% de la obra obstruida;
- Alternativa 5.2: Instalación en cauce (475m aguas arriba del puente) de estructura de valla permeable para retención de sólidos. Se simula con un 20% de la obra obstruida.

4.1. Justificación e hipótesis de la estimación de los costes de la actuación

La metodología general para la estimación de los costes se puede consultar en el apartado 2.3 de este Apéndice. Tal y como se mencionaba en dicho apartado, el cálculo de los costes de las actuaciones se ha realizado a nivel macro, sin entrar en detalle en cada una de las partidas, y a los precios obtenidos de distintas bases de precios se les ha incrementado un 10% su valor para ajustarlos a la realidad del mercado de 2022 y absorber las simplificaciones realizadas.

Para el cálculo del presupuesto de cada actuación, el coste de inversión se considera en un 20% de los costes de construcción, el coste de redacción y estudios y ensayos en un 8% del coste de inversión, la dirección de obra en un 5% del coste de inversión y el mantenimiento ocasional (reposición) en un 20% del coste de inversión.

También se incluye el coste de operación y mantenimiento, que varía entre el 1,2% y el 2,4%, según la alternativa considerada. Para las Alternativas 1 y 2 se considera el 1,2%,

que es el porcentaje general recomendado por la *Guía ACB* del CEDEX para aquellas actuaciones en las que predomina la obra civil. Sin embargo, dado que una de las medidas incluidas en las Alternativas 3, 4, 5.1 y 5.2 es la instalación de una barrera permeable, se considera que es fundamental un adecuado mantenimiento para su correcto funcionamiento, realizando limpiezas periódicas para evitar su colmatación y poder reducir el riesgo de inundación aguas abajo en el municipio de Hinojares. Por ello, en dichas Alternativas, se ha incrementado este porcentaje de operación y mantenimiento de la siguiente manera:

- En las Alternativas 3 y 4 (en las que se combina la instalación de una barrera permeable con otras actuaciones), se incrementa un 50% dicho coste de operación y mantenimiento, considerando por tanto un 1,8% anual del coste de inversión.;
- En las Alternativas 5.1 y 5.2 (en las que únicamente se plantea la instalación de una barrera permeable), se incrementa un 100% dicho coste de operación y mantenimiento, considerando por tanto un 2,4% anual del coste de inversión.

Se debe considerar que en el presupuesto únicamente la actuación de la ampliación de la capacidad hidráulica del cauce (presente en las Alternativas 2, 3 y 4) incluye el coste de las expropiaciones, detallado en el apartado 2.3.1 de este Apéndice. El resto de actuaciones y alternativas no incluyen expropiaciones, al realizarse sobre terrenos de titularidad pública.

4.2. Resumen costes de actuación

Con las consideraciones planteadas en el apartado anterior, el presupuesto de las obras propuestas, estimado para todas las alternativas con 2022 como año base, se resume a continuación:

	Coste total estimado actuaciones
Alternativa 1	55.000 €
Alternativa 2	85.000 €
Alternativa 3	220.000 €
Alternativa 4	160.000 €
Alternativa 5.1	140.000 €
Alternativa 5.2	65.000 €

Tabla 5. Resumen costes de las alternativas.

A continuación, se muestran los desgloses de costes ligados a cada una de las alternativas estudiadas.

El presupuesto de las obras propuestas en la Alternativa 1 es el siguiente:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	26.527,24 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	2.122,18 €
Expropiaciones	-
Dirección de la obra (5%)	1.326,36 €
Mantenimiento ocasional (20%)	5.305,45 €
Total costes no periódicos	**35.281,23 €**
Operación y mantenimiento anual (1,2% anual en 50 años)	15.916,34 €
Coste total medida	**51.197,57 €**
Coste total asumido	**55.000,00 €**

Tabla 6. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 1.

El presupuesto de las obras propuestas en la alternativa 2, se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	42.893,26 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	3.431,46 €
Expropiaciones	383,58 €
Dirección de la obra (5%)	2.144,66 €
Mantenimiento ocasional (20%)	8.578,65 €
Total costes no periódicos	**57.680,63 €**
Operación y mantenimiento anual (1,2% anual en 50 años)	25.735,96 €
Coste total medida	**83.167,57 €**
Coste total asumido	**85.000,00 €**

Tabla 7. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 2.

El presupuesto de las obras propuestas en la alternativa 3, se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	97.646,86 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	7.811,75 €
Expropiaciones	383,58 €
Dirección de la obra (5%)	4.882,34 €
Mantenimiento ocasional (20%)	19.529,37 €
Total costes no periódicos	**130.502,92 €**
Operación y mantenimiento anual (1,8% anual en 50 años)	87.882,18 €
Coste total medida	**218.136,09 €**
Coste total asumido	**220.000,00 €**

Tabla 8. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 3.

El presupuesto de las obras propuestas en la alternativa 4, se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	67.762,07 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	5.420,97 €
Expropiaciones	383,58 €
Dirección de la obra (5%)	3.388,10 €
Mantenimiento ocasional (20%)	13.552,41 €
Total costes no periódicos	**90.756,14 €**
Operación y mantenimiento anual (1,8% anual en 50 años)	60.985,86 €
Coste total medida	**151.492,99 €**
Coste total asumido	**160.000,00 €**

Tabla 9. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 4.

El presupuesto de las obras propuestas en la alternativa 5.1 se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	54.753,60 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	4.380,29 €
Expropiaciones	-
Dirección de la obra (5%)	2.737,68 €
Mantenimiento ocasional (20%)	10.950,72 €
Total costes no periódicos	**72.822,29 €**
Operación y mantenimiento anual (2,4% anual en 50 años)	65.704,32 €
Coste total medida	**138.526,62 €**
Coste total asumido	**140.000,00 €**

Tabla 10. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 5.1.

El presupuesto de las obras propuestas en la alternativa 5.2 se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Importe
Coste de inversión (incluye +20% coste construcción)	24.868,81 €
Coste redacción proyectos, con estudios y ensayos (8%)	1.989,50 €
Expropiaciones	-
Dirección de la obra (5%)	1.243,44 €
Mantenimiento ocasional (20%)	4.973,76 €
Total costes no periódicos	**33.075,52 €**
Operación y mantenimiento anual (2,4% anual en 50 años)	29.842,57 €
Coste total medida	**62.918,09 €**
Coste total asumido	**65.000,00 €**

Tabla 11. Resumen costes asociados a las obras de la Alternativa 5.2.

5. Resumen de los daños y beneficios estimados para la actuación

En la tabla inferior se resumen los valores de los daños estimados en la situación actual - Alternativa 0 (cálculo con el puente obstruido al 100%) y en el resto de las alternativas propuestas, por periodo de retorno. Estos daños totales estimados se calculan incrementados en un 5% por el coste de los servicios de emergencia.

Asimismo, se han elaborado mapas de daño, en función de los usos del suelo del SIOSE, que se encuentran en el ***Apéndice 9****. Planos de la actuación*.

Daños estimados asociados a eventos de período de retorno T años			
	T10	T100	T500
Alternativa 0	50.000 €	79.000 €	109.000 €
Alternativa 1	9.300 €	30.000 €	85.200 €
Alternativa 2	9.200 €	25.000 €	85.200 €
Alternativa 3	9.200 €	21.000 €	45.000 €
Alternativa 4	9.200 €	21.000 €	45.000 €
Alternativa 5.1	9.200 €	22.000 €	45.200 €
Alternativa 5.2	9.200 €	22.000 €	45.200 €

Tabla 12. Resumen de los resultados de los daños estimados para las alternativas estudiadas.

El beneficio anual esperado se ha calculado a partir de la disminución del daño en cada alternativa respecto a la situación actual.

En la siguiente tabla se resume el daño anual esperado y el beneficio anual esperado que genera cada una de las alternativas (los valores de la tabla no incluyen aún sobrecostes por intervención de los servicios de emergencias):

Daños y beneficios anuales estimados		
	Daño anual esperado	Beneficio anual esperado
Alternativa 0	8.825,00 €	-
Alternativa 1	2.781,00 €	6.044,00 €
Alternativa 2	2.527,40 €	6.297,60 €
Alternativa 3	2.242,10 €	6.582,90 €
Alternativa 4	2.242,10 €	6.582,90 €
Alternativa 5.1	2.149,00 €	6.676,00 €
Alternativa 5.2	2.149,00 €	6.676,00 €

Tabla 13. Resumen de los daños y beneficios anuales esperados estimados para las alternativas estudiadas.

A modo de ejemplo, la siguiente imagen muestra los daños generados en situación actual (Alternativa 0) para un período de retorno de 500 años.



Figura 8. Mapa de daños (€/m²). Alternativa 0 T500

5.1. Análisis de calibración

Se ha estudiado la información proporcionada por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) sobre las indemnizaciones pagadas por inundación extraordinaria en el ámbito de actuación, en el municipio de Hinojares. Según los datos del CCS, en Hinojares para el periodo 2006-2020 las indemnizaciones por inundaciones para todos los bienes fueron de 0 euros, es decir, no se produjo ningún siniestro que fuese indemnizado por esta causa. Esto no quiere decir que no se pudieran producir daños por inundación en este periodo 2006-2020 en Hinojares ya que las indemnizaciones del CCS dependen de la disposición de pólizas privadas en los bienes dañados y además pueden existir bienes dañados no indemnizables por el CCS (como bienes agrícolas o servicios urbanos).

6. Resumen del estudio de rentabilidad de la actuación

A partir de los datos presentados en los apartados anteriores, se ha realizado un estudio de la rentabilidad de las alternativas para analizar la viabilidad económica de las obras propuestas en cada una de ellas.

El periodo de análisis de la rentabilidad es de 50 años de explotación y mantenimiento, sin contar el plazo de construcción, que en el caso de las alternativas planteadas se estima inferior a 1 año, y una tasa de descuento del 3%.

En esta tabla se muestra el beneficio esperado (incluyendo costes de servicios de emergencias), los costes totales y el coste correspondiente a las tareas anuales de mantenimiento y explotación de cada alternativa (como parte de los costes totales) a lo largo del período de análisis:

Actuación	Beneficio esperado 50 años	Costes totales Actuación 50 años	Mantenimiento. y Explotación 50 años
Alternativa 1	317.310,00 €	55.000,00 €	15.916,34 €
Alternativa 2	330.624,00 €	85.000,00 €	25.735,96 €
Alternativa 3	345.602,25 €	220.000,00 €	87.882,18 €
Alternativa 4	345.602,25 €	160.000,00 €	60.985,86 €
Alternativa 5.1	350.490,00 €	140.000,00 €	65.704,32 €
Alternativa 5.2	350.490,00 €	65.000,00 €	29.842,57 €

Tabla 14. Resumen del beneficio y los costes de las alternativas estudiadas

El gráfico siguiente muestra la relación, en términos absolutos, es decir, con flujos de costes y beneficios sin aplicación de tasa de descuento a lo largo del período de análisis, de cada una de las alternativas.

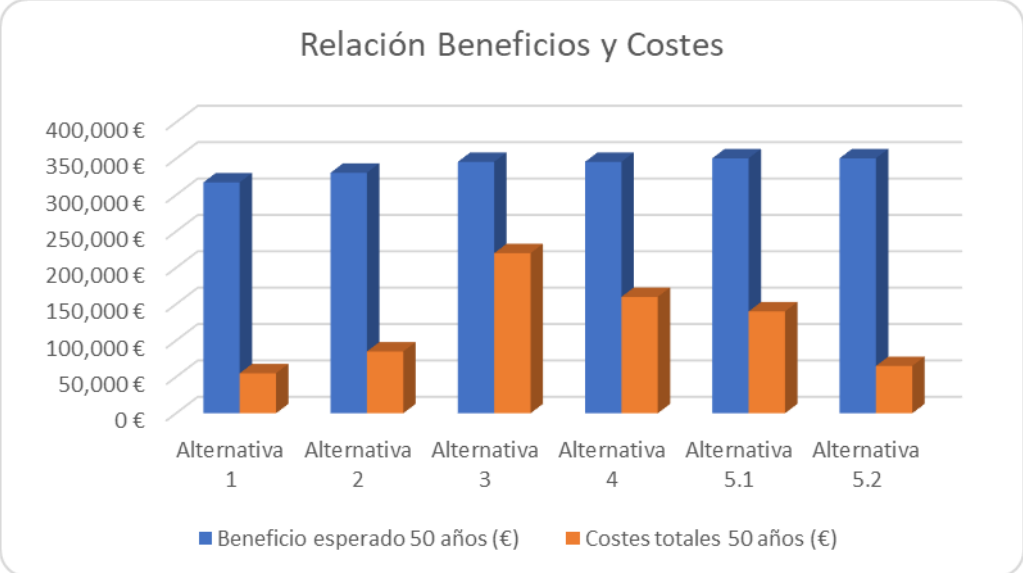


Figura 9. Relación de beneficios y costes para cada alternativa

Se aprecia que las alternativas 5.1 y 5.2 generan un beneficio ligeramente superior a las demás alternativas, con diferencias máximas de unos 600 euros. En cuanto a los costes, tanto la alternativa 1 como la 5.2 tienen los costes totales más bajos, mientras que los menores gastos de mantenimiento y explotación corresponden a la alternativa 1 y 2.

En la siguiente tabla se muestran los principales indicadores de rentabilidad de las alternativas estudiadas, con valores actualizados a lo largo del período de análisis:

Alternativa	VAN	TIR	B/C
Alternativa 1	119.814,53 €	17%	**3,76**
Alternativa 2	99.462,33 €	11%	**2,41**
Alternativa 3	2.367,63 €	3%	**1,01**
Alternativa 4	55.955,12 €	6%	**1,46**
Alternativa 5.1	73.727,07 €	8%	**1,69**
Alternativa 5.2	131.928,14 €	19%	**3,72**

Tabla 15. Resumen de la rentabilidad de las alternativas estudiadas.

Alternativa más rentable de acuerdo con cada indicador	
VAN	Alt. 5.2
TIR	Alt. 5.2
B/C	Alt. 1
En caso de existir limitaciones en la financiación, la alternativa que económicamente saldrá más rentable será:	Alt.1
En caso de no existir limitaciones en la financiación, la alternativa que económicamente saldrá más rentable será:	Alt. 5.2

Tabla 16. Alternativas más rentables según el indicador de rentabilidad.

Se observa que la rentabilidad de todas las alternativas propuestas es positiva. En el caso de la Alternativa 3 esta rentabilidad aunque positiva es muy baja. Esto se debe a los altos costes de inversión que supone la instalación y mantenimiento del mallado de acero y unos beneficios similares a otras alternativas menos costosas. Estas características hacen que su rentabilidad sea poco robusta.

Las Alternativas 4 y 5.1 presentan una rentabilidad positiva pero los elevados costes de inversión hacen que la rentabilidad no destaque.

Las alternativas con mayor rentabilidad son la alternativa 1, 5.2 y 2. Siendo la alternativa 1 ligeramente la más rentable según ratio B/C. Esta alternativa presenta el menor beneficio de todas las alternativas, sin embargo, su coste de inversión también es el más bajo, lo que hace que sea la alternativa más rentable y la alternativa ideal si hay limitaciones de financiación.

En segundo lugar, la alternativa 5.2 presenta el beneficio más alto, que unido a un coste no muy elevado le otorga una rentabilidad robusta. Al ser la alternativa que más beneficio genera es la más rentable según el VAN y el TIR, lo que indica que si no hay limitación en la financiación es la alternativa ideal.

Por último, la alternativa 2 es la segunda que menos beneficio genera pero también presenta unos costes de inversión bajos que hacen que sea rentable.

7. Resultados del análisis de sensibilidad

Este estudio de rentabilidad está sustentado en información procedente de diferentes fuentes, calculado con valores medios y con simplificaciones realizadas para hacer viable este cálculo, por lo que es recomendable elaborar un análisis de sensibilidad de forma que se pueda estudiar qué factores son los que provocan mayores variaciones de los indicadores de rentabilidad, y ver si con variaciones pequeñas de los datos de partida provocan el cambio de signo en la rentabilidad obtenida.

A continuación, se presenta de forma resumida la variación del VAN, TIR y el ratio B/C a modificaciones de ±1,5 en la tasa de descuento.

		VAN	TIR	B/C
Alt 1	Variación en tasa de descuento -1,5	175.692,45 €	17%	4,78
	Variación en tasa de descuento +1,5	83.841,65 €	17%	3,02
Alt 2	Variación en tasa de descuento -1,5	155.988,11 €	11%	3,07
	Variación en tasa de descuento +1,5	63.072,38 €	11%	1,93
Alt 3	Variación en tasa de descuento -1,5	50.148,54 €	3%	1,26
	Variación en tasa de descuento +1,5	-28.392,59 €	3%	0,83
Alt 4	Variación en tasa de descuento -1,5	108.722,57 €	6%	1,82
	Variación en tasa de descuento +1,5	21.984,70 €	6%	1,19
Alt 5.1	Variación en tasa de descuento -1,5	126.525,90 €	8%	2,06
	Variación en tasa de descuento +1,5	39.736,44 €	8%	1,40
Alt 5.2	Variación en tasa de descuento -1,5	191.375,68 €	19%	4,55
	Variación en tasa de descuento +1,5	93.657,22 €	19%	3,09

Tabla 17. Resumen de la sensibilidad de la rentabilidad de las Alternativas a cambios en la tasa de descuento.

Se puede observar cómo, ante variaciones en la tasa de descuento, la alternativa 3 podría dejar de ser rentable. Por tanto, su rentabilidad es sensible a fluctuaciones en la tasa de descuento. El resto de alternativas presentan una rentabilidad positiva más consistente ante cambios en la tasa de descuento.

8. Fases constructivas y plazos de actuación

Las obras planteadas dentro de cada alternativa se consideran indivisibles. El plazo estimado para la ejecución de las obras de cada alternativa es inferior a 3 meses.

9. Conclusiones

Desde el punto de vista económico las alternativas 1, 5.2 y 2 son las más rentables como sistema de protección contra inundaciones, siendo las alternativas 1 y 5.2 las que presentan los mejores resultados de rentabilidad. Las alternativas 3, 4 y 5.1 presentan una rentabilidad positiva pero menos robusta.

A partir de los resultados obtenidos, se observa que el beneficio anual esperado en las diferentes alternativas varía en un rango de 600 euros. Por tanto, el coste de inversión de las medidas es el valor que más influye en la rentabilidad de las alternativas. Se observa cómo las alternativas con menores costes de inversión presentan rentabilidades positivas interesantes (Alternativa 1, 5.2 y 2), mientras que las que presentan costes de inversión elevados son menos rentables.

Cabe destacar que las barreras permeables son las medidas más costosas e incluyen un coste de mantenimiento más elevado. Dentro de estas barreras el vallado metálico es el menos costoso ofreciendo el mismo resultado que el mallado de acero.

La medida consistente en aumentar la capacidad hidráulica del puente (Alternativa 1) presenta costes bajos, que compensan que los beneficios que genera sean relativamente inferiores a otras medidas, con todo hace que sea la alternativa más rentable. Sin embargo, al igual que ocurre con el vallado metálico, la combinación de esta medida con otras provoca que disminuya la rentabilidad.

Por tanto, desde un punto de vista económico tanto la alternativa 1 como la 5.2 son recomendables, aunque finalmente **se ha seleccionado la alternativa 5.2**.

Esta selección se ha apoyado en que la alternativa 5.2 genera un beneficio mayor que la alternativa 1, y aunque es más costosa, esta diferencia es de poca magnitud, 10.000 euros. En cuanto a los indicadores de rentabilidad, comparando ambas alternativas se aprecia que tanto el VAN como el TIR son más favorables en la Alternativa 5.2 mientras que el ratio B/C es muy similar en ambas. Al no haber una limitación de financiación, ya que la diferencia de costes entre ambas alternativas es mínima, la alternativa 5.2 es la más adecuada desde el punto de vista económico.

Además, es una medida sencilla y fácil de ejecutar, que se ubica aguas arriba del pueblo, por lo que durante las obras no se verá afectada la actividad del Barrio Alto de Hinojares, y no requiere llevar a cabo expropiaciones.

10. Bibliografía

Agüero, E., Santos, R., Stocker, C., 2017. *Metodología de cálculo de daños por inundaciones en la CAPV*. Agencia vasca del agua (URA), SENER. País Vasco, España.

CCS, MAPAMA, 2016. *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones*. Madrid, España.

Chow, V.T. et al, 1994 *Applied Hydrology*. EEUU.

Directorate-general for regional and urban policy, 2014. *Guide to cost-benefice analysis of investment projects*. Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. European Commission.

FEMA, 2018*. Multi-hazard Loss Estimation Methodology. Hazus – MH Technical Manual*. Department of Homeland Security, Federal Emergency Management. Washington, USA.

García Cantón, A, 2012. *Guía Técnica para la caracterización de las actuaciones a considerar en planes hidrológicos y estudios de viabilidad*, Centro de Estudios Hidrográficos. CEDEX. Madrid, España.

Gracia, A. et al, 2010. *Riesgos y cuantificación de daños por inundación*. 5º Congresso Internacional Ordenamento do Território Desarrollo Sostenible y Gestión de Recursos Hídricos. 27-28 de octubre. Lisboa, Portugal

Grigg, N.S. y Helweg, O.J., 1975. *State-of-the-Art of Estimating Flood Damages in Urban Areas*. American Water Resources Bulletin, USA.

Huizinga, J., de Moel, H., Szewczyk, W., 2017. *Global flood depth-damage functions*. Joint Research Centre (JRC). European Commission

CEDEX, 2021 *Guía metodológica para el análisis coste-beneficio de actuaciones estructurales de defensa frente a inundaciones*. Centro de Estudios Hidrográficos. CEDEX. Madrid, España.

Middlesex University Flood Hazard Research Centre, 2014-2016. *Marco común de características del Análisis Coste-Beneficio de la gestión de riesgos de inundación (Flood-CBA)*. Unidad de Protección Civil. Comisión Europea

MITECO, 2022. *Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Actualización de la metodología de elaboración de la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación. Directiva de Inundaciones – 2º Ciclo. Versión 2*. Madrid, España.

Servicio de Planeamiento. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU), 1990. *Recomendaciones para la evaluación económica, coste-beneficio de estudios y proyectos de carreteras*. Madrid, España.

Sierra Barroso, Juan Leopoldo, 2012. Informe de estimación de daños por desbordamiento del río Adra. Adra, España.

Subdirección General de Estudios y Proyectos (Ministerio de Fomento), 2014. *Prescripciones y recomendaciones técnicas relativas a los contenidos mínimos a incluir*

en los estudios de rentabilidad de los estudios informativos o anteproyectos. Madrid, España.

ANEXO 1

FICHAS RESUMEN ANÁLISIS COSTE-BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO | CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

FICHA ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

NOMBRE DE LA MEDIDA	HinojaresAlt1	**TIPOLOGIA DE LA MEDIDA PGRI**	14.03.01 - Mejora del drenaje de infraestructuras lineales
DESCRIPCIÓN	Ampliación de la sección libre del puente en anchura		
PERIODO DE ANÁLISIS ECONÓMICO (AÑOS)	50		

UBICACIÓN DE LA MEDIDA

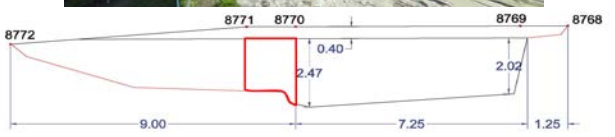
La medida se ubica en el puente del Barrio Alto de Hinojares, en su estribo izquierdo.



DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

- Ampliación de la sección libre del puente en anchura, aproximadamente 1,5 m del estribo de la margen izquierda. Actualmente el ancho libre es de 7,25 metros.
- Se modeliza y se simulan los daños con un 90% de la obra obturada

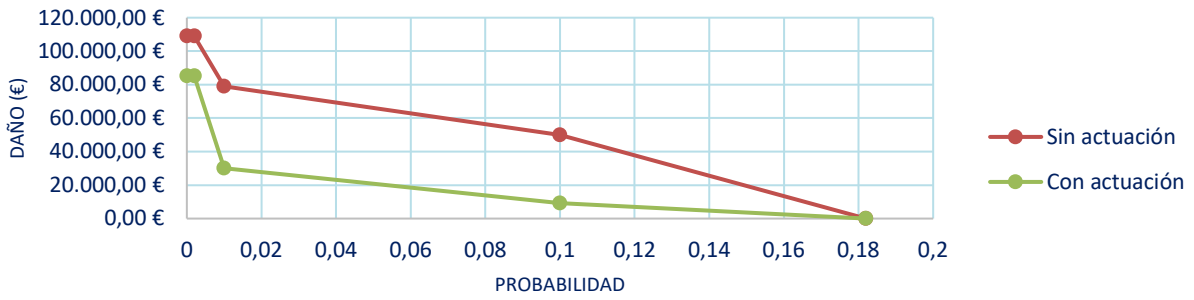




CALCULO DE BENEFICIOS (DAÑOS)

T (años)	PROBABILIDAD (P)	DAÑOS SIN ACTUACIÓN	DAÑOS CON ACTUACIÓN
T5.5	0,182	0,00 €	0,00 €
T10	0,1	50.000,00 €	9.300,00 €
T100	0,01	79.000,00 €	30.000,00 €
T500	0,002	109.000,00 €	85.200,00 €
-	0	109.000,00 €	85.200,00 €

DAÑO ANUAL ESPERADO



Costes de servicios de emergencia		**5,00%**
	DAÑOS ESTIMADOS	**DAÑOS ESTIMADOS + COSTES SERVICIOS EMERGENCIAS (5%)**
DAÑO ANUAL ESPERADO SIN ACTUACIÓN	8.825,00 €	9.266,25 €
DAÑO ANUAL ESPERADO CON ACTUACIÓN	2.781,00 €	2.920,05 €
BENEFICIO ANUAL ESPERADO	**6.044,00 €**	**6.346,20 €**
DAÑO ESPERADO SIN ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	441.250,00 €	463.312,50 €
DAÑO ESPERADO CON ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	139.050,00 €	146.002,50 €
BENEFICIO ESPERADO DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	**302.200,00 €**	**317.310,00 €**

CÁLCULO DE COSTES

COSTE DE CONSTRUCCIÓN	22.106,03 €
COSTE DE INVERSIÓN (COSTE DE CONSTRUCCIÓN + 20%)	26.527,24 €
COSTE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (8 % COSTE DE INVERSIÓN)	2.122,18 €
COSTE DE DIRECCIÓN DE OBRA (5 % COSTE DE INVERSIÓN)	1.326,36 €
COSTE DE MANTENIMIENTO OCASIONAL (20 % COSTE DE INVERSIÓN)	5.305,45 €
EXPROPIACIONES	0,00 €
TOTAL COSTES NO PERIODICOS	35.281,23 €
EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL (1,2 %) COSTE DE INVERSIÓN)	15.916,34 €
COSTE TOTAL MEDIDA	**51.197,57 €**
COSTE TOTAL CONSIDERADO	**55.000,00 €**

ESTUDIO DE RENTABILIDAD

TASA DE DESCUENTO (%)	3,00%	**VAN (€)**	119.814,53 €
		TIR (%)	17%
		RELACIÓN B/C (VALORES ACTUALIZADOS)	3,76
		RELACIÓN B/C (VALORES ABSOLUTOS)	6,20

VAN	MEDIDA RENTABLE	**TIR**	MEDIDA RENTABLE	**B/C**	MEDIDA RENTABLE

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO | CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

FICHA ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

NOMBRE DE LA MEDIDA	HinojaresAlt2	**TIPOLOGIA DE LA MEDIDA PGRI**	14.03.01 Mejora drenaje infra. lin. y 14.03.02 Medidas estruct.
DESCRIPCIÓN	Ampliación de la sección libre del puente en anchura y ampliación de la capacidad hidráulica del cauce		
PERIODO DE ANÁLISIS ECONÓMICO (AÑOS)	50		

UBICACIÓN DE LA MEDIDA

1. Ampliación de la sección libre del puente: se localiza en el puente del Barrio Alto de Hinojares, en su estribo izquierdo.
2. Ampliación de la capacidad hidráulica del cauce: se localiza en el entorno del cauce en una longitud de unos 60 metros, desde unos 20 metros aguas abajo del puente hasta 35 metros aguas arriba del puente, en la margen izquierda del río Turrillas.



DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

1. Ampliación de la sección libre del puente en anchura, aproximadamente 1,5 m del estribo de la margen izquierda. Actualmente el ancho libre es de 7,25 metros.
2. Ampliación de la capacidad hidráulica del cauce en el entorno de la obra en una longitud de unos 60 metros y de 6 a 7 metros de anchura, en la margen izquierda.

Se modeliza y se simulan los daños con un 80% de la obra obturada.

1.



2.

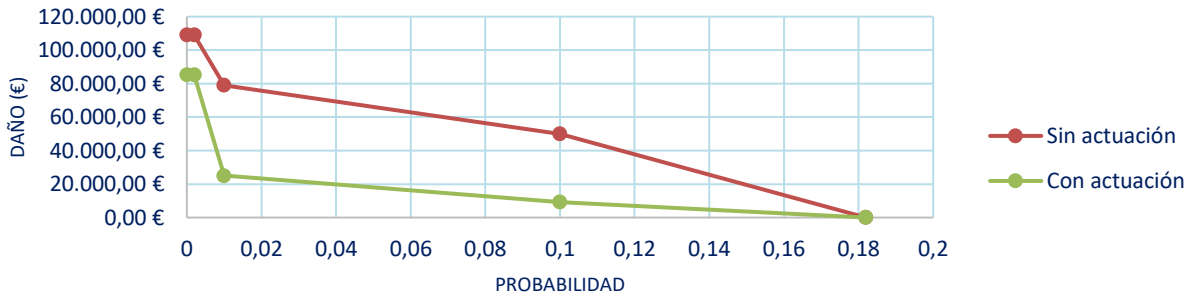




CALCULO DE BENEFICIOS (DAÑOS)

T (años)	PROBABILIDAD (P)	DAÑOS SIN ACTUACIÓN	DAÑOS CON ACTUACIÓN
T5.5	0,182	0,00 €	0,00 €
T10	0,1	50.000,00 €	9.200,00 €
T100	0,01	79.000,00 €	25.000,00 €
T500	0,002	109.000,00 €	85.200,00 €
-	0	109.000,00 €	85.200,00 €

DAÑO ANUAL ESPERADO



Costes de servicios de emergencia		**5,00%**
	DAÑOS ESTIMADOS	**DAÑOS ESTIMADOS + COSTES SERVICIOS EMERGENCIAS (5%)**
DAÑO ANUAL ESPERADO SIN ACTUACIÓN	8.825,00 €	9.266,25 €
DAÑO ANUAL ESPERADO CON ACTUACIÓN	2.527,40 €	2.653,77 €
BENEFICIO ANUAL ESPERADO	**6.297,60 €**	**6.612,48 €**
DAÑO ESPERADO SIN ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	441.250,00 €	463.312,50 €
DAÑO ESPERADO CON ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	126.370,00 €	132.688,50 €
BENEFICIO ESPERADO DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	**314.880,00 €**	**330.624,00 €**

CÁLCULO DE COSTES

COSTE DE CONSTRUCCIÓN	35.744,38 €
COSTE DE INVERSIÓN (COSTE DE CONSTRUCCIÓN + 20%)	42.893,26 €
COSTE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (8 % COSTE DE INVERSIÓN)	3.431,46 €
COSTE DE DIRECCIÓN DE OBRA (5 % COSTE DE INVERSIÓN)	2.144,66 €
COSTE DE MANTENIMIENTO OCASIONAL (20 % COSTE DE INVERSIÓN)	8.578,65 €
EXPROPIACIONES	383,58 €
TOTAL COSTES NO PERIODICOS	57.431,61 €
EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL (1,2 %) COSTE DE INVERSIÓN)	25.735,96 €
COSTE TOTAL MEDIDA	**83.167,57 €**
COSTE TOTAL CONSIDERADO	**85.000,00 €**

ESTUDIO DE RENTABILIDAD

TASA DE DESCUENTO (%)	3,00%	**VAN (€)**	99.462,33 €
		TIR (%)	11%
		RELACIÓN B/C (VALORES ACTUALIZADOS)	2,41
		RELACIÓN B/C (VALORES ABSOLUTOS)	3,98

VAN	MEDIDA RENTABLE	**TIR**	MEDIDA RENTABLE	**B/C**	MEDIDA RENTABLE

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO | CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

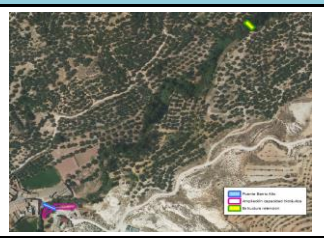
FICHA ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

NOMBRE DE LA MEDIDA	HinojaresAlt3	**TIPOLOGIA DE LA MEDIDA PGRI**	14.03.01 Mejora drenaje infra. lin. y 14.03.02 Medidas estruct.
DESCRIPCIÓN	Ampliación de la sección libre del puente en anchura, ampliación de la capacidad hidráulica del cauce e instalación en cauce de barrera o valla permeable para retención de sólidos aguas arriba del puente.		
PERIODO DE ANÁLISIS ECONÓMICO (AÑOS)	50		

UBICACIÓN DE LA MEDIDA

1. Ampliación de la sección libre del puente: se localiza en el puente del Barrio Alto de Hinojares, en su estribo izquierdo.
2. Ampliación de la capacidad hidráulica del cauce: se localiza en el entorno del cauce en una longitud de unos 60 metros, desde unos 20 metros aguas abajo del puente hasta 35 metros aguas arriba del puente, en la margen izquierda del río Turrillas.
3. Barrera para retención de sólidos: se localiza unos 475 metros aguas arriba del puente, junto a un camino de acceso a fincas.



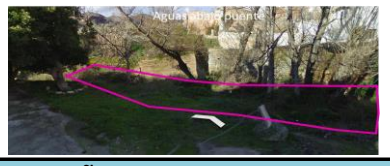
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

1. Ampliación de la sección libre del puente en anchura, aproximadamente 1,5 m del estribo de la margen izquierda. Actualmente el ancho libre es de 7,25 metros.
2. Ampliación de la capacidad hidráulica del cauce en el entorno de la obra en una longitud de unos 60 metros y de 6 a 7 metros de anchura, en la margen izquierda.
3. Instalación en cauce de barrera permeable mediante malla de anillos de acero para retención de sólidos, 475 metros aguas arriba del puente, en una zona con baja vulnerabilidad.

Se modeliza y se simulan los daños con un 5% de la obra obturada.

1.


2.

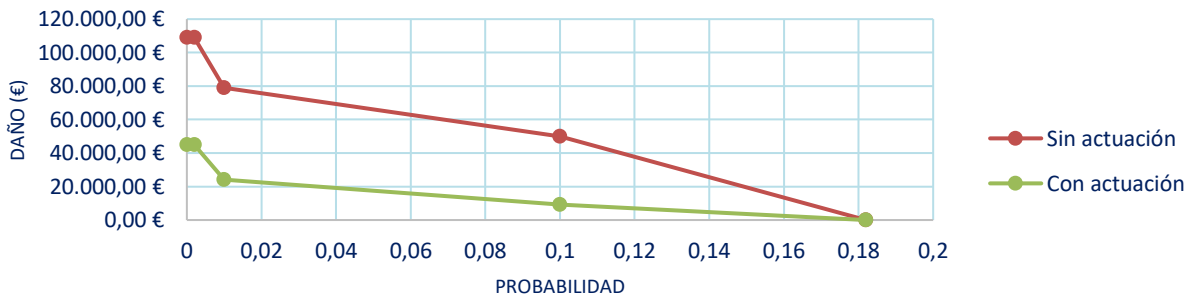

2.


3.


CALCULO DE BENEFICIOS (DAÑOS)

T (años)	PROBABILIDAD (P)	DAÑOS SIN ACTUACIÓN	DAÑOS CON ACTUACIÓN
T5.5	0,182	0,00 €	0,00 €
T10	0,1	50.000,00 €	9.200,00 €
T100	0,01	79.000,00 €	24.100,00 €
T500	0,002	109.000,00 €	45.000,00 €
-	0	109.000,00 €	45.000,00 €

DAÑO ANUAL ESPERADO



Costes de servicios de emergencia		**5,00%**
	DAÑOS ESTIMADOS	**DAÑOS ESTIMADOS + COSTES SERVICIOS EMERGENCIAS (5%)**
DAÑO ANUAL ESPERADO SIN ACTUACIÓN	8.825,00 €	9.266,25 €
DAÑO ANUAL ESPERADO CON ACTUACIÓN	2.242,10 €	2.354,21 €
BENEFICIO ANUAL ESPERADO	**6.582,90 €**	**6.912,05 €**
DAÑO ESPERADO SIN ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	441.250,00 €	463.312,50 €
DAÑO ESPERADO CON ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	112.105,00 €	117.710,25 €
BENEFICIO ESPERADO DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	**329.145,00 €**	**345.602,25 €**

CÁLCULO DE COSTES

COSTE DE CONSTRUCCIÓN	81.372,39 €
COSTE DE INVERSIÓN (COSTE DE CONSTRUCCIÓN + 20%)	97.646,86 €
COSTE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (8 % COSTE DE INVERSIÓN)	7.811,75 €
COSTE DE DIRECCIÓN DE OBRA (5 % COSTE DE INVERSIÓN)	4.882,34 €
COSTE DE MANTENIMIENTO OCASIONAL (20 % COSTE DE INVERSIÓN)	19.529,37 €
EXPROPIACIONES	383,58 €
TOTAL COSTES NO PERIODICOS	130.253,91 €
EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL (1,8 %) COSTE DE INVERSIÓN)	87.882,18 €
COSTE TOTAL MEDIDA	**218.136,09 €**
COSTE TOTAL CONSIDERADO	**220.000,00 €**

ESTUDIO DE RENTABILIDAD

TASA DE DESCUENTO (%)	3,00%	**VAN (€)**	2.367,63 €
		TIR (%)	3%
		RELACIÓN B/C (VALORES ACTUALIZADOS)	1,01
		RELACIÓN B/C (VALORES ABSOLUTOS)	1,58

VAN	MEDIDA RENTABLE	**TIR**	MEDIDA RENTABLE	**B/C**	MEDIDA RENTABLE

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO | CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

FICHA ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

NOMBRE DE LA MEDIDA	HinojaresAlt4	**TIPOLOGIA DE LA MEDIDA PGRI**	14.03.01 Mejora drenaje infra. lin. y 14.03.02 Medidas estruct.
DESCRIPCIÓN	Ampliación de la sección libre del puente en anchura, ampliación de la capacidad hidráulica del cauce e instalación en cauce de estructura de bioingeniería para retención de sólidos aguas arriba del puente		
PERIODO DE ANÁLISIS ECONÓMICO (AÑOS)	50		

UBICACIÓN DE LA MEDIDA

1. Ampliación de la sección libre del puente: se localiza en el puente del Barrio Alto de Hinojares, en su estribo izquierdo.
2. Ampliación de la capacidad hidráulica del cauce: se localiza en el entorno del cauce en una longitud de unos 60 metros, desde unos 20 metros aguas abajo del puente hasta 35 metros aguas arriba del puente, en la margen izquierda del río Turrillas.
3. Estructura de valla permeable para retención de sólidos: se localiza unos 475 metros aguas arriba del puente, junto a un camino de acceso a fincas.



DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

1. Ampliación de la sección libre del puente en anchura, aproximadamente 1,5 m del estribo de la margen izquierda. Actualmente el ancho libre es de 7,25 metros.
2. Ampliación de la capacidad hidráulica del cauce en el entorno de la obra en una longitud de unos 60 metros y de 6 a 7 metros de anchura, en la margen izquierda.
3. Instalación en cauce de de estructura de valla permeable para retención de sólidos, 475 metros aguas arriba del puente, en una zona con baja vulnerabilidad.

Se modeliza y se simulan los daños con un 5% de la obra obturada.

1.


2.

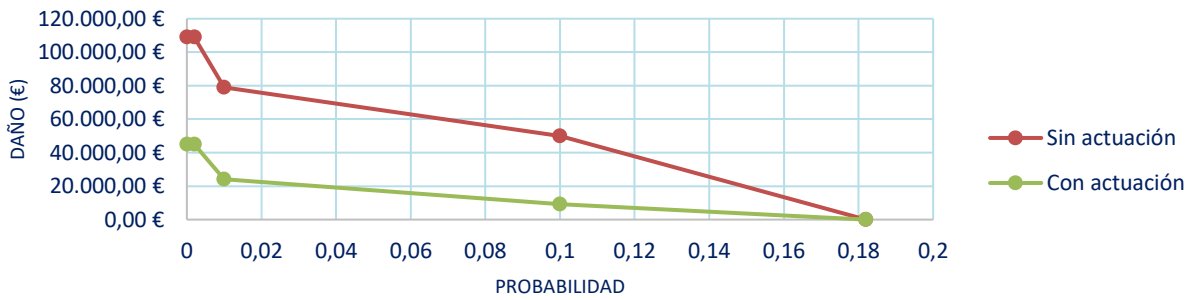

2.


3.


CALCULO DE BENEFICIOS (DAÑOS)

T (años)	PROBABILIDAD (P)	DAÑOS SIN ACTUACIÓN	DAÑOS CON ACTUACIÓN
T500	0,182	0,00 €	0,00 €
T10	0,1	50.000,00 €	9.200,00 €
T100	0,01	79.000,00 €	24.100,00 €
T500	0,002	109.000,00 €	45.000,00 €
-	0	109.000,00 €	45.000,00 €

DAÑO ANUAL ESPERADO



Costes de servicios de emergencia		**5,00%**
	DAÑOS ESTIMADOS	**DAÑOS ESTIMADOS + COSTES SERVICIOS EMERGENCIAS (5%)**
DAÑO ANUAL ESPERADO SIN ACTUACIÓN	8.825,00 €	9.266,25 €
DAÑO ANUAL ESPERADO CON ACTUACIÓN	2.242,10 €	2.354,21 €
BENEFICIO ANUAL ESPERADO	**6.582,90 €**	**6.912,05 €**
DAÑO ESPERADO SIN ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	441.250,00 €	463.312,50 €
DAÑO ESPERADO CON ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	112.105,00 €	117.710,25 €
BENEFICIO ESPERADO DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	**329.145,00 €**	**345.602,25 €**

CÁLCULO DE COSTES

COSTE DE CONSTRUCCIÓN	56.468,39 €
COSTE DE INVERSIÓN (COSTE DE CONSTRUCCIÓN + 20%)	67.762,07 €
COSTE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (8 % COSTE DE INVERSIÓN)	5.420,97 €
COSTE DE DIRECCIÓN DE OBRA (5 % COSTE DE INVERSIÓN)	3.388,10 €
COSTE DE MANTENIMIENTO OCASIONAL (20 % COSTE DE INVERSIÓN)	13.552,41 €
EXPROPIACIONES	383,58 €
TOTAL COSTES NO PERIODICOS	90.507,13 €
EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL (1,8 %) COSTE DE INVERSIÓN)	60.985,86 €
COSTE TOTAL MEDIDA	**151.492,99 €**
COSTE TOTAL CONSIDERADO	**160.000,00 €**

ESTUDIO DE RENTABILIDAD

TASA DE DESCUENTO (%)	3,00%	**VAN (€)**	55.955,12 €
		TIR (%)	6%
		RELACIÓN B/C (VALORES ACTUALIZADOS)	1,46
		RELACIÓN B/C (VALORES ABSOLUTOS)	2,28

VAN	MEDIDA RENTABLE	**TIR**	MEDIDA RENTABLE	**B/C**	MEDIDA RENTABLE

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO | CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

FICHA ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

NOMBRE DE LA MEDIDA	HinojaresAlt5.1	**TIPOLOGIA DE LA MEDIDA PGRI**	14.03.01 Mejora drenaje infra. lin. y 14.03.02 Medidas estruct.
DESCRIPCIÓN	Instalación en cauce de barrera o valla permeable para retención de sólidos aguas arriba del puente		
PERIODO DE ANÁLISIS ECONÓMICO (AÑOS)	50		

UBICACIÓN DE LA MEDIDA

Se localiza unos 475 metros aguas arriba del puente, junto a un camino de acceso a fincas.



DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

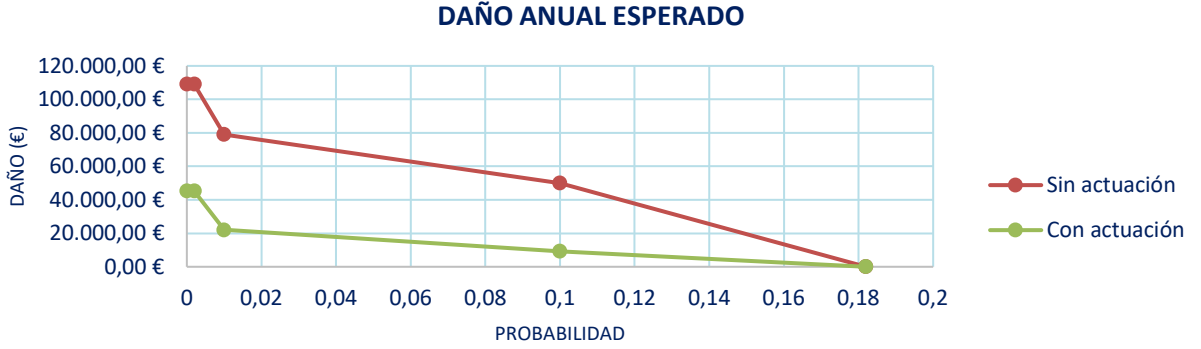
- Instalación en cauce de barrera permeable mediante malla de anillos de acero para retención de sólidos, 475 metros aguas arriba del puente, en una zona con baja vulnerabilidad.
- Se modeliza y se simulan los daños con un 20% de la obra obturada.



CALCULO DE BENEFICIOS (DAÑOS)

T (años)	PROBABILIDAD (P)	DAÑOS SIN ACTUACIÓN	DAÑOS CON ACTUACIÓN
T5.5	0,182	0,00 €	0,00 €
T10	0,1	50.000,00 €	9.300,00 €
T100	0,01	79.000,00 €	22.000,00 €
T500	0,002	109.000,00 €	45.200,00 €
-	0	109.000,00 €	45.200,00 €

DAÑO ANUAL ESPERADO



Costes de servicios de emergencia		5,00%
	DAÑOS ESTIMADOS	**DAÑOS ESTIMADOS + COSTES SERVICIOS EMERGENCIAS (5%)**
DAÑO ANUAL ESPERADO SIN ACTUACIÓN	8.825,00 €	9.266,25 €
DAÑO ANUAL ESPERADO CON ACTUACIÓN	2.149,00 €	2.256,45 €
BENEFICIO ANUAL ESPERADO	**6.676,00 €**	**7.009,80 €**
DAÑO ESPERADO SIN ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	441.250,00 €	463.312,50 €
DAÑO ESPERADO CON ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	107.450,00 €	112.822,50 €
BENEFICIO ESPERADO DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	**333.800,00 €**	**350.490,00 €**

CÁLCULO DE COSTES

COSTE DE CONSTRUCCIÓN	45.628,00 €
COSTE DE INVERSIÓN (COSTE DE CONSTRUCCIÓN + 20%)	54.753,60 €
COSTE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (8 % COSTE DE INVERSIÓN)	4.380,29 €
COSTE DE DIRECCIÓN DE OBRA (5 % COSTE DE INVERSIÓN)	2.737,68 €
COSTE DE MANTENIMIENTO OCASIONAL (20 % COSTE DE INVERSIÓN)	10.950,72 €
EXPROPIACIONES	0,00 €
TOTAL COSTES NO PERIODICOS	72.822,29 €
EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL (2,4 %) COSTE DE INVERSIÓN)	65.704,32 €
COSTE TOTAL MEDIDA	**138.526,62 €**
COSTE TOTAL CONSIDERADO	**140.000,00 €**

ESTUDIO DE RENTABILIDAD

TASA DE DESCUENTO (%)	3,00%	**VAN (€)**	73.727,07 €
		TIR (%)	8%
		RELACIÓN B/C (VALORES ACTUALIZADOS)	1,69
		RELACIÓN B/C (VALORES ABSOLUTOS)	2,53

VAN	MEDIDA RENTABLE	**TIR**	MEDIDA RENTABLE	**B/C**	MEDIDA RENTABLE

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO | CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

FICHA ANÁLISIS COSTE/BENEFICIO ALTERNATIVAS PROPUESTAS

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

NOMBRE DE LA MEDIDA	HinojaresAlt5.2	**TIPOLOGIA DE LA MEDIDA PGRI**	14.03.01 Mejora drenaje infra. lin. y 14.03.02 Medidas estruct.
DESCRIPCIÓN	Instalación en cauce de estructura de bioingeniería para retención de sólidos aguas arriba del puente		
PERIODO DE ANÁLISIS ECONÓMICO (AÑOS)	50		

UBICACIÓN DE LA MEDIDA

Se localiza unos 475 metros aguas arriba del puente, junto a un camino de acceso a fincas.



DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA

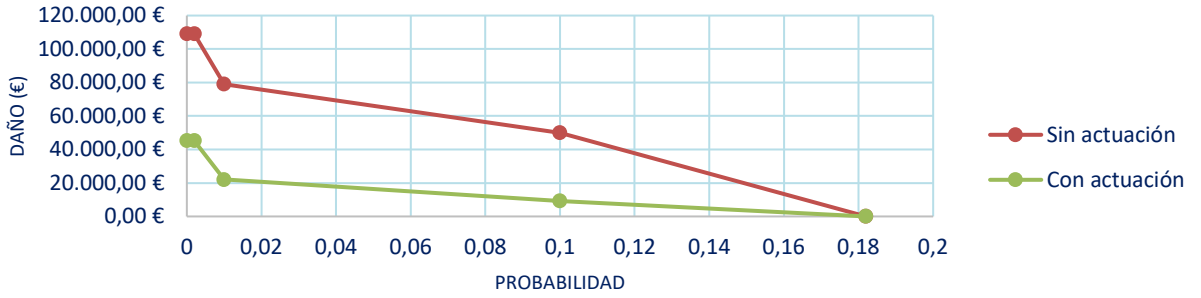
- Instalación en cauce de estructura de valla permeable para retención de sólidos, 475 metros aguas arriba del puente, en una zona con baja vulnerabilidad.
- Se modeliza y se simulan los daños con un 20% de la obra obturada.



CALCULO DE BENEFICIOS (DAÑOS)

T (años)	PROBABILIDAD (P)	DAÑOS SIN ACTUACIÓN	DAÑOS CON ACTUACIÓN
T5.5	0,182	0,00 €	0,00 €
T10	0,1	50.000,00 €	9.300,00 €
T100	0,01	79.000,00 €	22.000,00 €
T500	0,002	109.000,00 €	45.200,00 €
-	0	109.000,00 €	45.200,00 €

DAÑO ANUAL ESPERADO



Costes de servicios de emergencia		**5,00%**
	DAÑOS ESTIMADOS	**DAÑOS ESTIMADOS + COSTES SERVICIOS EMERGENCIAS (5%)**
DAÑO ANUAL ESPERADO SIN ACTUACIÓN	8.825,00 €	9.266,25 €
DAÑO ANUAL ESPERADO CON ACTUACIÓN	2.149,00 €	2.256,45 €
BENEFICIO ANUAL ESPERADO	**6.676,00 €**	**7.009,80 €**
DAÑO ESPERADO SIN ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	441.250,00 €	463.312,50 €
DAÑO ESPERADO CON ACTUACIÓN DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	107.450,00 €	112.822,50 €
BENEFICIO ESPERADO DURANTE EL PERIODO DE ANÁLISIS	**333.800,00 €**	**350.490,00 €**

CÁLCULO DE COSTES

COSTE DE CONSTRUCCIÓN	20.724,01 €
COSTE DE INVERSIÓN (COSTE DE CONSTRUCCIÓN + 20%)	24.868,81 €
COSTE DE REDACCIÓN DEL PROYECTO (8 % COSTE DE INVERSIÓN)	1.989,50 €
COSTE DE DIRECCIÓN DE OBRA (5 % COSTE DE INVERSIÓN)	1.243,44 €
COSTE DE MANTENIMIENTO OCASIONAL (20 % COSTE DE INVERSIÓN)	4.973,76 €
EXPROPIACIONES	0,00 €
TOTAL COSTES NO PERIODICOS	33.075,52 €
EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL (2,4 %) COSTE DE INVERSIÓN)	29.842,57 €
COSTE TOTAL MEDIDA	**62.918,09 €**
COSTE TOTAL CONSIDERADO	**65.000,00 €**

ESTUDIO DE RENTABILIDAD

TASA DE DESCUENTO (%)	3,00%	**VAN (€)**	131.928,14 €
		TIR (%)	19%
		RELACIÓN B/C (VALORES ACTUALIZADOS)	3,72
		RELACIÓN B/C (VALORES ABSOLUTOS)	5,57

VAN	MEDIDA RENTABLE	**TIR**	MEDIDA RENTABLE	**B/C**	MEDIDA RENTABLE

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

APÉNDICE Nº4

PROTOCOLO HIDROMORFOLÓGICO Y EFECTOS SOBRE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES DE LAS MASAS DE AGUA AFECTADAS POR LA ACTUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

APÉNDICE Nº4

PROTOCOLO HIDROMORFOLÓGICO Y EFECTOS SOBRE LOS OBJETIVOS AMBIENTALES DE LAS MASAS DE AGUA AFECTADAS POR LA ACTUACIÓN

Índice

1. Introducción 6
1.1. Masa de agua objeto de estudio 7
1.2. Actuaciones a analizar 7
2. Caracterización hidromorfológica 10
2.1. Metodología 10
2.2. Estado actual 14
2.3. Situación con actuaciones 20
2.4. Conclusiones sobre la afección de las actuaciones a la hidromorfología 23
3. Cumplimiento de los objetivos ambientales de la masa de agua afectada 26
3.1. Metodología 26
3.2. Estado actual de la masa de estudio 27
3.3. Presiones sobre la masa de estudio 28
3.4. Conclusiones sobre la afección de las actuaciones a los objetivos ambientales 29

Índice de Figuras

Figura 1. Localización masa agua superficial ES050MSPF011009049 - Río Turrillas y afluentes, según el Plan hidrológico del Guadalquivir de tercer ciclo. Se indican los nombres de los distintos cauces que abarca la masa de agua, así como el río Guadiana Menor y la localización de Hinojares. 7

Figura 2. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 5.2. 8

Figura 3. Ejemplo de estructura de valla permeable para retención de sólidos que contempla la actuación seleccionada. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Proyecto de restauración fluvial del rio Manzanares en El Pardo). 9

Figura 4. Esquema de aplicación del Protocolo Hidromorfológico. 13

Figura 5. Tramos hidromorfológicos de la masa de agua ES050MSPF011009049. 15

Figura 6. Hexágono del estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos). 16

Figura 7. Hexágono del estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 en el tramo 3 – río Turrillas. 17

Figura 8. Hexágono del estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos). 24

Figura 9. Hexágono del estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 en el tramo 3 – río Turrillas. 24

Figura 10. Definición del estado de las masas de agua superficial. Fuente: MITECO. 26

Figura 11. Procedimiento iterativo para la valoración del estado ecológico. Fuente: "Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E." (MITECO, 2019). 27

Índice de Tablas

Tabla 1. Relación de los trabajos realizados para la aplicación del Protocolo de caracterización hidromorfológica. 12

Tabla 2. Datos de la masa de agua ES050MSPF011009049. 14

Tabla 3. Tramos hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049. 14

Tabla 4. Estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos). 15

Tabla 5. Estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049, tramo 3 – río Turrillas. 16

Tabla 6. Indicadores hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos). 18

Tabla 7. Indicadores hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049, específicos para el tramo 3 – río Turrillas. 19

Tabla 8. Influencia prevista de las actuaciones proyectadas en los indicadores hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos)..... 22

Tabla 9. Influencia prevista de las actuaciones proyectadas en los indicadores hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049, específicos para el tramo 3 – río Turrillas. 23

Tabla 10. Evaluación del estado la masa de agua ES050MSPF011009049 en el tercer ciclo. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027. 27

Tabla 11. Objetivos ambientales para la masa de agua ES050MSPF011009049. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027. 28

Tabla 12. Actuaciones específicas para la masa de agua ES050MSPF011009049 según el Plan Hidrológico del Guadalquivir 2022-2027. 28

1. Introducción

En el presente documento se realiza la caracterización hidromorfológica y análisis de posibles impactos de las actuaciones sobre los objetivos ambientales en la masa de agua del río Turrillas en el tramo en el que se encuentra el puente del Barrio Alto de Hinojares, cuyo código es ES050MSPF011009049 y nombre "Río Turrillas y afluentes".

La metodología a emplear en la caracterización hidromorfológica ha sido la especificada en el "*Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos, M-R-HMF-2019 del MITECO*" (en adelante, Protocolo HMF). En concreto, se ha aplicado la metodología para las masas de agua de la categoría río permanente.

Para el análisis de la afectación a los objetivos ambientales se ha utilizado la guía de *"Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E."* (MITECO, 2019)

Dichos objetivos ambientales están determinados por la Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, generalmente denominada Directiva Marco del Agua (DMA). Esta Directiva tiene como objetivo mantener y mejorar el medio acuático de la Comunidad, determina los principios básicos de una política de aguas sostenible e integrada, y establece un marco general de actuación. La transposición al ordenamiento jurídico español de esta Directiva se ha llevado a cabo mediante la legislación básica de aguas, en particular mediante el Texto Refundido de la Ley de Aguas, RDL 1/2001 (que se modificó mediante la Ley 62/2003 para incorporar la DMA) y los diferentes reglamentos que lo desarrollan. Y la puesta en práctica del marco de actuación creado por la Directiva se lleva a cabo fundamentalmente a través de la planificación hidrológica.

El núcleo de la Directiva Marco del Agua lo constituye el establecimiento por su artículo 4 de unos objetivos ambientales para todas las masas de agua de la Unión Europea, ya sean masas de agua subterránea o superficial, y dentro de éstas ya sean ríos, lagos, aguas de transición o aguas costeras. El logro de estos objetivos ambientales es un requerimiento que condiciona y orienta todas las acciones humanas que pueden afectar al agua, y se tiene particularmente presente en los procedimientos de autorizaciones y concesiones contemplados en la legislación de aguas.

El procedimiento propuesto intenta dar respuesta a los requerimientos establecidos en el Real Decreto 817/2015, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, en el Reglamento de Planificación Hidrológica (R.D. 907/2007), y la Instrucción homónima (Orden ARM/2656/2008), así como a lo establecido al respecto de la evaluación del estado ecológico de las masas de agua por la Directiva Marco del Agua y por los documentos asociados a la Estrategia Común de Implantación de dicha Directiva (CIS).

1.1. Masa de agua objeto de estudio

El río Turrillas es un cauce permanente con aportaciones de carácter pluvial. En su unión con el río Tíscar forma el río Ceal que desemboca en el Guadiana Menor. Su gestión se incluye dentro de la cuenca gestionada por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Forma un valle con llanura de inundación estrecha y discontinua, con mayor amplitud al inicio y final del tramo, ocupada parcialmente con cultivos agrícolas (en su mayoría olivar) y con una ribera estrecha y discontinua. Según el Plan Hidrológico del Guadalquivir de tercer ciclo 2022-2027, todo su cauce se encuentra dentro de la misma masa de agua con código ES050MSPF011009049, nombre “Río Turrillas y afluentes” y está clasificado como de baja montaña mediterránea. Esta masa de agua tiene una longitud de 22,46 km, y en el Turrillas se inicia aproximadamente un kilómetro aguas arriba del puente del Barrio Alto de Hinojares. Finaliza en la desembocadura con el Guadiana Menor e incluye también los cauces del río de la Canal, del río Tíscar y del río Ceal.

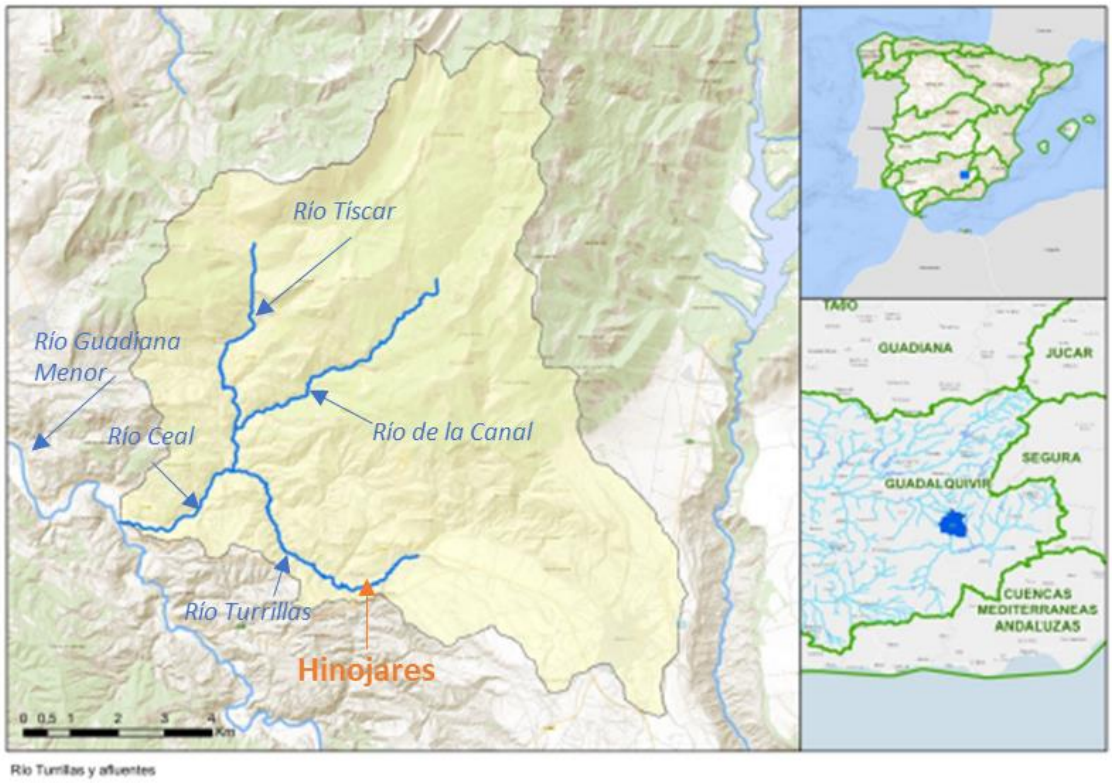


Figura 1. Localización masa agua superficial ES050MSPF011009049 - Río Turrillas y afluentes, según el Plan hidrológico del Guadalquivir de tercer ciclo. Se indican los nombres de los distintos cauces que abarca la masa de agua, así como el río Guadiana Menor y la localización de Hinojares.

1.2. Actuaciones a analizar

El objetivo del estudio de este Apéndice es el análisis de las repercusiones en el estado de la masa de agua *ES050MSPF011009049 - Río Turrillas y afluentes* de las

actuaciones previstas en la solución seleccionada (Alternativa 5.2) en el presente Estudio coste – beneficio de mejora del drenaje del puente del Barrio Alto (Hinojares).

Para ello, por un lado, se evalúan las repercusiones de las actuaciones seleccionadas sobre la hidromorfología del río Turrillas aplicando el Protocolo HMF y, por otra parte, se analiza el estado actual de los objetivos de la masa de agua y en qué manera le influyen las actuaciones de la alternativa seleccionada.

La alternativa seleccionada (Alternativa 5.2) incluye como medida la instalación en cauce de una estructura de valla permeable para retención de sólidos. Se instalaría aguas arriba del puente, a 475 metros, en una zona con baja vulnerabilidad en la que el río va encajado y tiene una mancha de inundación reducida. La valla permeable estaría formada por barras de acero laminado y supondría la construcción de un encachado de bolos sobre el cauce, en la zona de la barrera y aguas abajo de la misma, tanto para facilitar el anclaje de la barrera, como para evitar la erosión en el cauce en el caso de que la malla se encuentre colmatada y se produzca un salto de agua sobre los elementos retenidos.

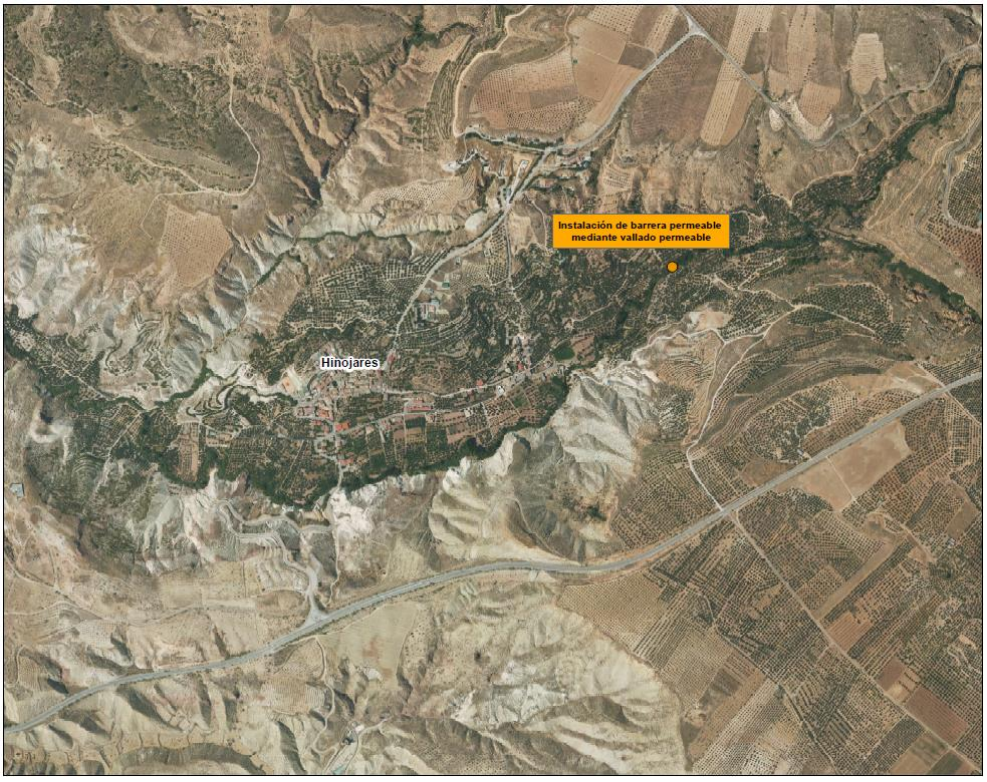


Figura 2. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 5.2.



Figura 3. Ejemplo de estructura de valla permeable para retención de sólidos que contempla la actuación seleccionada. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Proyecto de restauración fluvial del rio Manzanares en El Pardo).

2. Caracterización hidromorfológica

El Protocolo HMF es el elemento básico para la aplicación de lo establecido en cumplimiento de la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua, que permite evaluar el estado/potencial ecológico de las masas de agua de una cuenca hidrográfica. Está orientado a la obtención de las variables hidromorfológicas necesarias para la caracterización hidromorfológica de las masas de agua de la categoría ríos, comprendiendo los siguientes elementos de estudio y caracterización:

1. **RÉGIMEN HIDROLÓGICO**
   - 1.1. Caudales e hidrodinámica del flujo de las aguas
   - 1.2. Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma
2. **CONTINUIDAD DEL RÍO**
3. **CONDICIONES MORFOLÓGICAS**
   - 3.1. Variación de la profundidad y anchura del río
   - 3.2. Estructura y sustrato del lecho del río
   - 3.3. Estructura de la zona ribereña

De esta manera la caracterización implica la valoración de los 6 elementos hidromorfológicos anteriores, según las indicaciones incluidas en el Protocolo HMF. Cada uno de ellos será valorado de 0-10. Valores de 10 indica que ese bloque en cuestión no está siendo afectado por ninguna presión aparente y que, por tanto, se encuentra en una situación inalterada o natural. Por el contrario, valores muy próximos a 0 indica una alteración completa.

El resultado de la caracterización es un hexágono, de manera que de una forma visual se interpreta de una forma sencilla y global qué elementos de la hidromorfología de una masa de agua están más afectados. Para poder establecer un estado hidromorfológico que pueda incluirse dentro de la valoración del estado ecológico de una masa de agua, tal y como establece la DMA, se establece un valor de 9 como el límite para el muy buen estado hidromorfológico.

Este método permite comparar las posibles mejoras introducidas por la realización de actuaciones de restauración.

2.1. Metodología

El Protocolo HMF establece 3 fases de trabajo diferenciadas, las cuales requieren diferentes escalas de trabajo.

FASES DE TRABAJO:

1. **FASE I** (Trabajo de gabinete)

Recopilación de información de las masas de agua y determinación de los apartados del Protocolo de HMF: Caracterización del Régimen hidrológico (caudales líquidos y caudales sólidos), conexión con aguas subterráneas e inventario de obstáculos transversales e infraestructuras hidráulicas.

Propuesta previa de división de la masa de agua en Tramos hidromorfológicos y subtramos de muestreo.

2. **FASE II** (Trabajo de campo)

Visitas a la masa de agua y toma de datos en campo. Caracterización de obstáculos inventariados.

Determinación final (a partir de los trabajos de gabinete) de los Tramos hidromorfológicos y consiguientes Subtramos de muestreo. Caracterización de variables hidromorfológicas en el/los tramo/s de muestreo: Condiciones morfológicas (variación profundidad y anchura, estructura y sustrato del lecho del río y estructura de la zona ribereña).

3. **FASE III** (Trabajo de gabinete)

Aplicación del Protocolo de HMF: Condiciones morfológicas (variación profundidad y anchura, estructura y sustrato del lecho del río y estructura de la zona ribereña).

TRABAJOS DE GABINETE Y CAMPO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA			
INDICADOR	**ELEMENTO DE CARACTERIZACIÓN**	**TRABAJO**	**NIVEL**
RÉGIMEN HIDROLÓGICO	Régimen hidrológico de caudales líquidos	GABINETE	MASA DE AGUA
	Conexión con masas de agua subterránea y grado de alteración de la misma		
	Fuentes de alteración del régimen hidrológico		
CONTINUIDAD DEL RÍO	Obstáculos y condiciones de paso	GABINETE/CAMPO	MASA DE AGUA
	Efecto barrera para sedimentos		
CONDICIONES MORFOLÓGICAS	Profundidad y anchura del cauce	GABINETE/CAMPO	TRAMO HIDROMORFOLÓGICO

TRABAJOS DE GABINETE Y CAMPO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN HIDROMORFOLÓGICA			
INDICADOR	**ELEMENTO DE CARACTERIZACIÓN**	**TRABAJO**	**NIVEL**
	Estructura y sustrato del lecho	CAMPO	SUBTRAMO DE MUESTREO
	Estructura de la zona ribereña	GABINETE/CAMPO	

Tabla 1. Relación de los trabajos realizados para la aplicación del Protocolo de caracterización hidromorfológica.

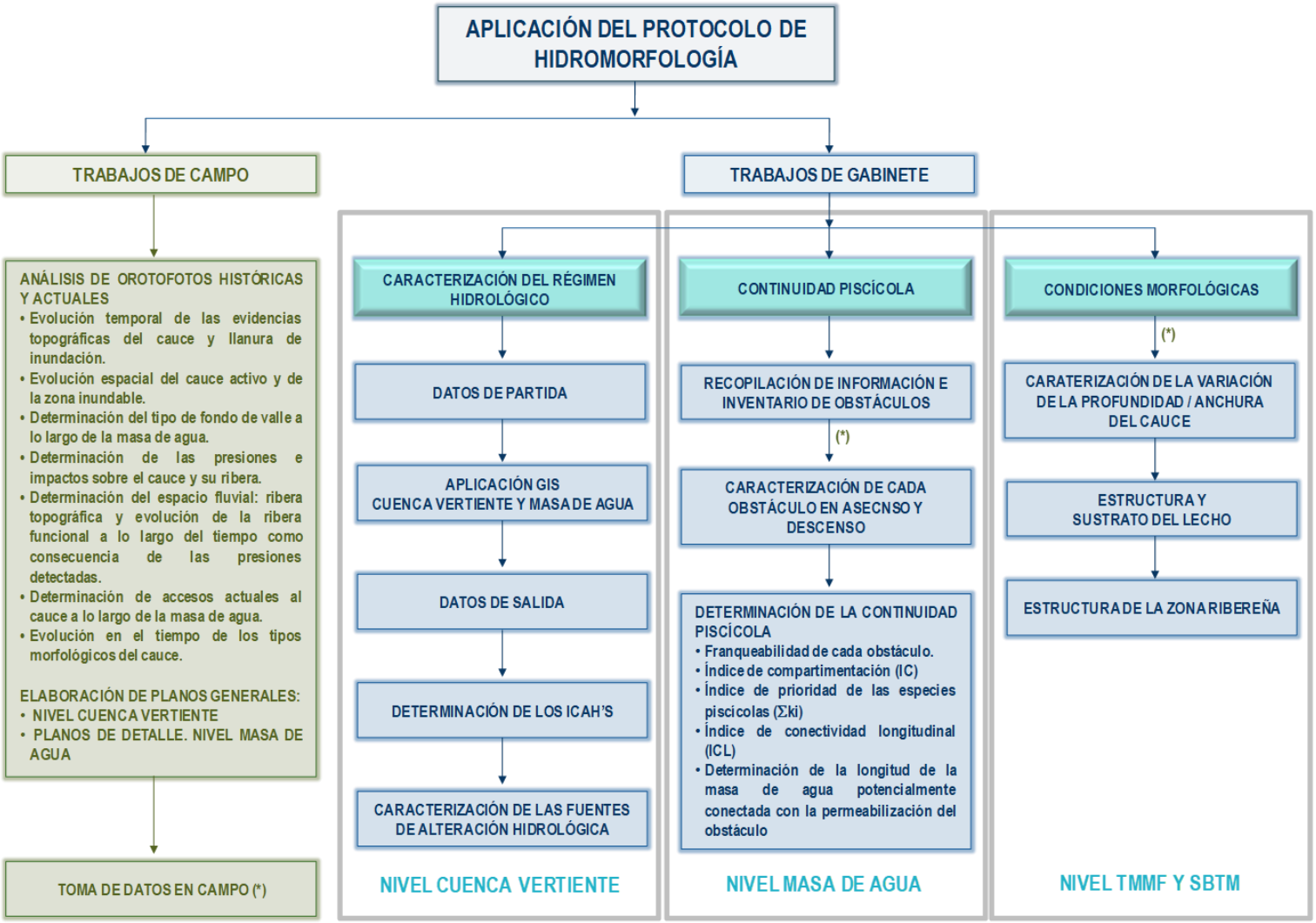


Figura 4. Esquema de aplicación del Protocolo Hidromorfológico.

2.2. Estado actual

Las principales características de la masa de agua en la que se localiza el puente del Barrio Alto de Hinojares se representan en la siguiente tabla:

MASA DE AGUA SUPERFICIAL	
Nombre	Río Turrillas y afluentes
Código de la Masa de Agua (UE/PHC 3er ciclo)	ES050MSPF011009049
Longitud total del cauce estudiado (m)	22.457,13
Categoría	Río
Naturaleza	Natural
Ecotipo	R-T09- Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
Temporalidad	Permanente
Coordenadas de inicio	X: 501375 Y: 4174660
Coordenadas de fin	X: 494989 Y: 4175371

Tabla 2. Datos de la masa de agua ES050MSPF011009049.

La caracterización hidromorfológica de esta masa de agua ha supuesto su división en 3 tramos hidromorfológicos, los cuales se describen en la siguiente tabla y figura. El tramo en el que se localizan las actuaciones en el entorno del puente del Barrio Alto de Hinojares es el tramo 3 - Río Turrillas desde el arroyo Morante hasta el río Guadiana Menor (que realmente abarca también el río Ceal, que es como se denomina el tramo de cauce desde la unión de los ríos Tíscar y Turrillas hasta el Guadiana Menor). Los otros dos tramos corresponden al río de la Canal y al río Tíscar.

Nombre del tramo hidromorfológico	Código tramo	Longitud (km)
Río de la Canal desde el entorno de la Fuente del Pino hasta el río Tíscar	ES050MSPF011009049_01	6,57
Río Tíscar desde el barranco de la Presillas hasta el río Turrillas	ES050MSPF011009049_02	6,04
Río Turrillas desde el arroyo Morante hasta el río Guadiana Menor	ES050MSPF011009049_03	9,84

Tabla 3. Tramos hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049.

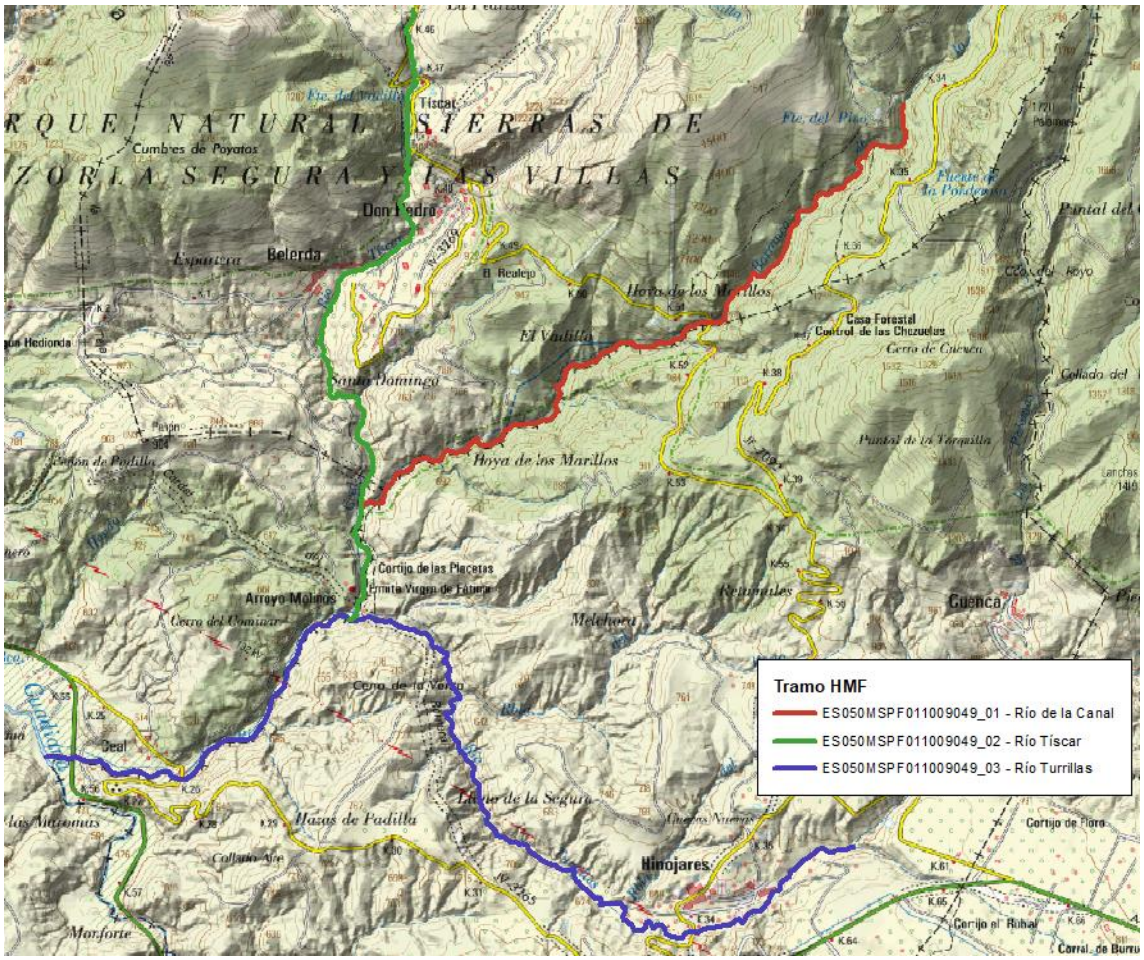


Figura 5. Tramos hidromorfológicos de la masa de agua ES050MSPF011009049.

El estado hidromorfológico de la masa de agua, cuya evaluación se recoge en el Plan Hidrológico de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir 2022-2027, se define según los siguientes valores:

1. Caudal e hidrodinámica	2. Conexión con aguas subterráneas	3. Continuidad de los ríos	4. Variación de la profundidad y anchura	5. Estructura y sustrato del lecho	6. Estructura de la zona ribereña	Evaluación hidromorfológica global
9,96	10,00	4,97	9,57	9,28	8,41	BUENO

Tabla 4. Estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos).

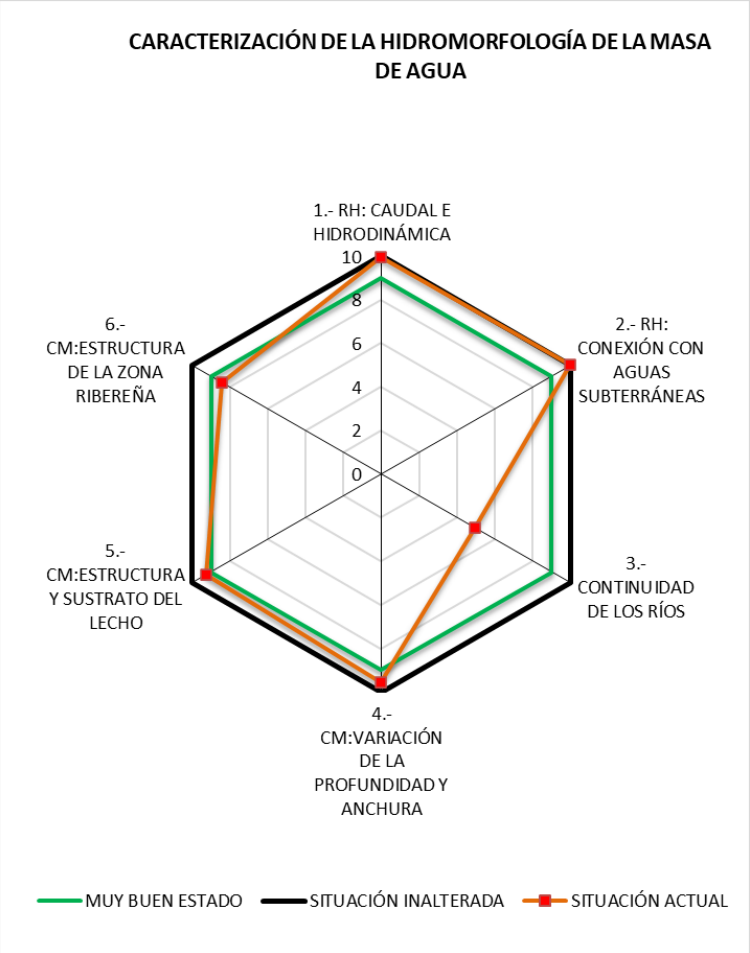


Figura 6. Hexágono del estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos).

El resultado de esta caracterización proviene de la caracterización de los diferentes tramos hidromorfológicos y la información recogida en sus respectivos subtramos de muestreos. En el caso del tramo 3 – río Turrillas en el que se ubica el puente del Barrio Alto, los valores son:

1. Caudal e hidrodinámica	2. Conexión con aguas subterráneas	3. Continuidad de los ríos	4. Variación de la profundidad y anchura	5. Estructura y sustrato del lecho	6. Estructura de la zona ribereña
9,96	10,00	4,97	9,02	8,35	7,46

Tabla 5. Estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049, tramo 3 – río Turrillas.

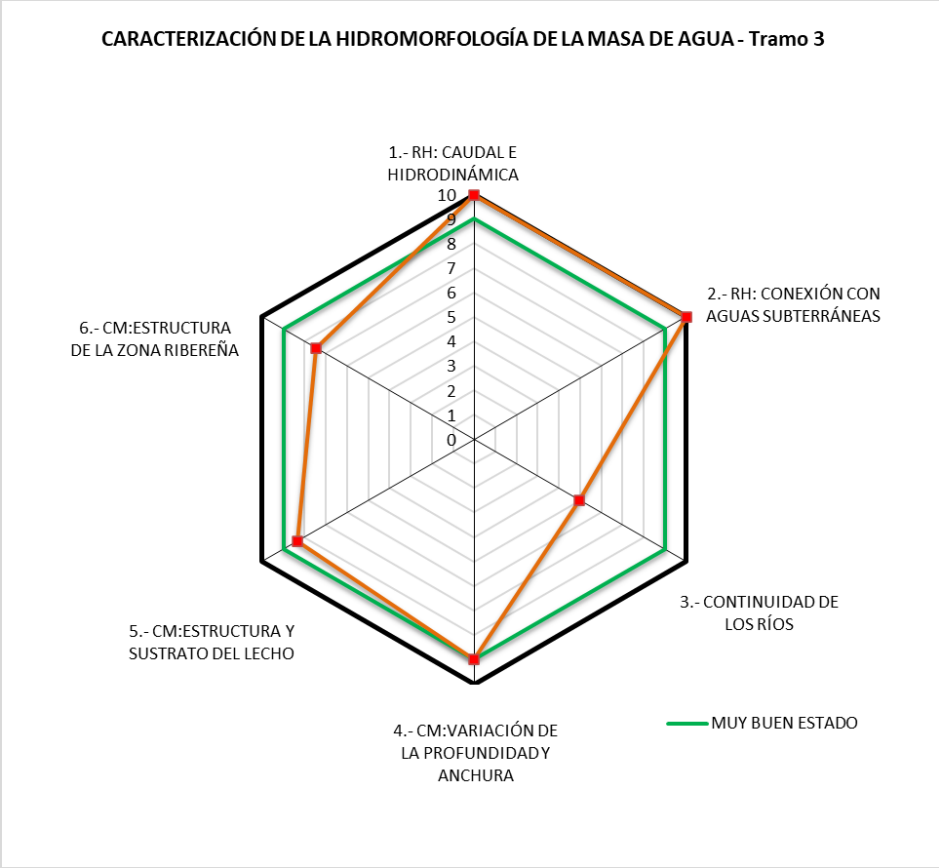


Figura 7. Hexágono del estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 en el tramo 3 – río Turrillas.

El detalle de los indicadores para la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos) es:

1.1.- AGUAS SUPERFICIALES			
1.1.- RÉGIMEN HIDROLÓGICO: CAUDALES LÍQUIDOS (ICAHS)			
1.1.1	**Grandes presas**	**ICAH 1**	0
1.1.2	**Embalses**	**ICAH 2**	0
1.1.3	**Centrales hidroeléctricas**	**ICAH 3**	0
1.1.4	**Impermeabilización del suelo**	**ICAH 4**	0,008
1.1.5	**Retornos**	**ICAH 5**	0
1.1.6	**Derivaciones y retornos por regadíos**	**ICAH 6**	0,018
1.2.- RÉGIMEN HIDROLÓGICO: CAUDALES SÓLIDOS (Q sol)			
1.2.1	**Grandes presas**	**% sup. cuenca vertiente con aportes retenido por la presa**	0

1.1.- AGUAS SUPERFICIALES			
1.2.2	**Obstáculos a la movilidad del sedimento por azudes y otros obstáculos ubicados en la propia masa de agua**	**% ∑Long. Remanso /Long. Masa**	0,17
1.2.3	**Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua**	**Grado de extracción**	MUY BAJO
1.2.4	**Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua**	**Grado de extracción**	MUY BAJO
2.- CONEXIÓN CON AGUAS SUBTERRÁNEAS			
2	**Grado de alteración de la conexión de la MAS con masas de agua subterránea (MASb)**		MUY BAJO
3.- CONTINUIDAD PISCÍCOLA			
3.1	**Índice de compartimentación de la masa de agua (IC)**		2,14
3.2	**Índice de continuidad longitudinal de masas de agua (ICL)**		69,56

Tabla 6. Indicadores hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos).

Los indicadores específicos de la masa ES050MSPF011009049 para el tramo 3 – río Turrillas son:

4.- CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE: VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA		
		TRAMO 3
4.1	**Porcentaje (%) de longitud de cauce modificado morfológicamente por acciones directas en el cauce (desviado, acortado, canalizado, estrechado...)**	1,5
4.2	**Porcentaje (%) de longitud de ocupación de las márgenes u orillas del cauce por obras de estabilización de taludes (escolleras, gaviones, muros, etc.)**	0
4.3	**Porcentaje (%) de longitud (L) de ocupación de margen (zona de policía) por obras de protección frente a inundaciones (motas, recrecimientos o rellenos, terraplenes, etc.)**	2,23
4.4	**Distancia (d) desde la orilla del cauce activo a la que se encuentran las obras de protección frente a inundaciones (motas, recrecimientos o rellenos, terraplenes, etc.)**	0,08

4.- CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE: VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA		
4.5	**Superficie (%) urbanizada o impermeabilizada total o parcialmente en las márgenes (zona de policía)**	0,63
4.6	**Porcentaje (%) de la longitud del tramo hidromorfológico remansado por los obstáculos transversales existentes**	0,17
4.7	**Grado de incisión o dinámica vertical acelerada**	AUSENCIA DE SINTOMAS
5.- CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE: ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO		
5.1	**Grado de alteración de la naturalidad del lecho en relación al origen, tamaño y clasificación del sedimento**	MUY BAJO
5.2	**Grado de alteración de la naturalidad de la estructura longitudinal del lecho del cauce**	BAJO
6.- CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE: ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA		
6.1.- ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA		
6.1.1	**Conectividad ecológica longitudinal (%)**	100
6.1.2	**Conectividad ecológica transversal (%)**	40
6.1.3	**Conexión entre estratos de la vegetación ribereña**	CONECTADA
6.2.- COMPOSICIÓN ESPECÍFICA DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA		
6.2.1	**Naturalidad: porcentaje (%) de superficie de la ribera funcional con especies autóctonas.**	95
6.2.2	**Categoría de diversidad de pisos/edades, incluyendo el regenerado.**	VARIOS PISOS O EDADES
6.2.3	**Porcentaje de la superficie de ribera funcional (%) con especies indicadoras de etapas regresivas**	5
6.3.- ALTERACIÓN DE LA DINÁMICA RIBEREÑA		
6.3.1	**Porcentaje (%) de la superficie de ribera funcional con limitaciones en su conexión transversal por la presencia de estructuras artificiales (motas, muros, etc…)**	50
6.3.2	**Porcentaje (%) de la superficie de ribera funcional con alteración de los materiales del sustrato por actividades humanas**	0

Tabla 7. Indicadores hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049, específicos para el tramo 3 – río Turrillas.

Se debe tener en cuenta que el trabajo de campo para obtener estos datos se realizó en septiembre de 2020.

Como se puede comprobar, los indicadores del estado hidromorfológico de esta masa de agua alcanzan el muy buen estado o se acercan al mismo a excepción de la "Continuidad de los ríos". Esto es debido a que en el conjunto de la masa de agua se han identificado 6 obstáculos, 3 de ellos en el tramo 3 – río Turrillas, todos, aguas abajo del puente del Barrio Alto de Hinojares: un azud artesanal de 0,4 metros de alto y dos pasos sobre paramento. Respecto al puente del Barrio Alto de Hinojares, no se ha considerado como obstáculo, dado que no se observa la presencia de un salto o paramento bajo el mismo, y en situaciones de caudales bajos tiene una funcionalidad correcta, sin obstrucciones.

Por otro lado, también se identificaron algunas obras de defensa frente a inundaciones, a escasa distancia del cauce, como las ubicadas en el entorno del Barrio Alto de Hinojares. Y se han detectado especies alóctonas como la caña (*Arundo donax)* y el *Elagnus angustifolia*.

2.3. Situación con actuaciones

Todas las actuaciones de la alternativa seleccionada se localizan dentro de un único tramo hidromorfológico, el catalogado como ES050MSPF011009049_03 - Río Turrillas desde el arroyo Morante hasta el río Guadiana Menor, es decir, el tramo de la masa de agua ES050MSPF011009049, que corresponde al río Turrillas.

Las actuaciones proyectadas en la alternativa seleccionada implicarán ligeras modificaciones en la hidromorfología del cauce. La instalación de la barrera permeable puede suponer un nuevo obstáculo transversal en el cauce, si bien, por su diseño, permite el paso de agua y de sedimentos de tamaño pequeño y medio y, por tanto, el paso de fauna y nutrientes, sin generar remanso. Únicamente podría suponer un obstáculo en el caso de que se encuentre obstruida por la acumulación de elementos, por lo que se recomienda encarecidamente un adecuado mantenimiento periódico para evitar esta situación y permitir su funcionamiento óptimo. Además, su objetivo es reducir el taponamiento y el desbordamiento aguas abajo en la zona del Puente Alto, por lo que podría mejorar el estado del cauce cuando hay una crecida en esta zona, al favorecer una mayor naturalidad del comportamiento hidráulico del agua, sin embalsamientos o afecciones a zonas que no se inundan naturalmente.

Por su parte, el encachado de bolos que se instalaría sobre el cauce no supondrá un salto o barrera sobre el cauce, aunque alterará el lecho del cauce sobre el que está instalado, modificando un pequeño tramo (unos 5 metros de longitud). Por el contrario, disminuirá la velocidad del agua a su paso, reduciendo previsiblemente la erosión aguas abajo.

Para analizar el impacto de estas medidas sobre los indicadores establecidos en el Protocolo HMF, se ha considerado el caso pésimo de que la valla permeable se encuentre colmatada de vegetación y sedimentos con 1 metro de altura. El agua pasaría

por encima de la valla, no quedando ningún hueco por el que pueda fluir, es decir, se asemejaría a un azud. Con esta hipótesis, que únicamente ocurriría en caso de avenida y si no se aplica un adecuado mantenimiento, cambiarían los siguientes indicadores, aunque de manera limitada:

- Indicadores 3.1 de "Índice de compartimentación de la masa de agua (IC)" y 3.2 de "Índice de continuidad longitudinal de masas de agua (ICL)". Estos indicadores de continuidad piscícola, globales para los tres tramos de la masa de agua, aumentan ligeramente. El IC pasa de 2,14 a 2,47 y el ICL de 69,56 a 80,17.
- El indicador 4.6 "Porcentaje (%) de la longitud del tramo hidromorfológico remansado por los obstáculos transversales existentes", pasa de 0,17 a 0,22, ya que se supone la creación de un nuevo remanso de 5 metros.

El indicador 1.2.2 de "Obstáculos a la movilidad del sedimento por azudes y otros obstáculos ubicados en la propia masa de agua", que podría verse afectado por el nuevo obstáculo, no varía dado el pequeño remanso respecto a la longitud total de la masa de agua. Tampoco se consideran que cambien los indicadores relativos al apartado 5 de "Condiciones morfológicas del cauce: estructura y sustrato del lecho" y al apartado 6 de "Condiciones morfológicas del cauce: estructura de la zona ribereña al de la masa de agua" pues las afecciones sobre el lecho y los sedimentos serían muy pequeñas, y las afecciones sobre el bosque de ribera serían inapreciables.

En las siguientes tablas, se muestran los datos previstos de los indicadores, una vez se ejecuten las actuaciones previstas en la alternativa seleccionada:

1.1.- AGUAS SUPERFICIALES			
1.1.- RÉGIMEN HIDROLÓGICO: CAUDALES LÍQUIDOS (ICAHS)			
1.1.1	**Grandes presas**	**ICAH 1**	0
1.1.2	**Embalses**	**ICAH 2**	0
1.1.3	**Centrales hidroeléctricas**	**ICAH 3**	0
1.1.4	**Impermeabilización del suelo**	**ICAH 4**	0,008
1.1.5	**Retornos**	**ICAH 5**	0
1.1.6	**Derivaciones y retornos por regadíos**	**ICAH 6**	0,018
1.2.- RÉGIMEN HIDROLÓGICO: CAUDALES SÓLIDOS (Q sol)			
1.2.1	**Grandes presas**	**% sup. cuenca vertiente con aportes retenido por la presa**	0
1.2.2	**Obstáculos a la movilidad del sedimento por azudes y otros obstáculos ubicados en la propia masa de agua**	**% ∑Long. Remanso /Long. Masa**	0,17

1.2.3	**Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca no regulada aguas arriba de la masa de agua**	**Grado de extracción**	MUY BAJO
1.2.4	**Existencia de extracciones de áridos en los cauces de la cuenca propia de la masa de agua**	**Grado de extracción**	MUY BAJO
2.- CONEXIÓN CON AGUAS SUBTERRÁNEAS			
2	**Grado de alteración de la conexión de la MAS con masas de agua subterránea (MASb)**		MUY BAJO
3.- CONTINUIDAD PISCÍCOLA			
3.1	**Índice de compartimentación de la masa de agua (IC)**		2,47
3.2	**Índice de continuidad longitudinal de masas de agua (ICL)**		80,17

Tabla 8. Influencia prevista de las actuaciones proyectadas en los indicadores hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos).

4.- CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE: VARIACIÓN DE LA PROFUNDIDAD Y ANCHURA		
		TRAMO 3
4.1	**Porcentaje (%) de longitud de cauce modificado morfológicamente por acciones directas en el cauce (desviado, acortado, canalizado, estrechado...)**	1,5
4.2	**Porcentaje (%) de longitud de ocupación de las márgenes u orillas del cauce por obras de estabilización de taludes (escolleras, gaviones, muros, etc.)**	0
4.3	**Porcentaje (%) de longitud (L) de ocupación de margen (zona de policía) por obras de protección frente a inundaciones (motas, recrecimientos o rellenos, terraplenes, etc.)**	2,23
4.4	**Distancia (d) desde la orilla del cauce activo a la que se encuentran las obras de protección frente a inundaciones (motas, recrecimientos o rellenos, terraplenes, etc.)**	0,05
4.5	**Superficie (%) urbanizada o impermeabilizada total o parcialmente en las márgenes (zona de policía)**	0,63
4.6	**Porcentaje (%) de la longitud del tramo hidromorfológico remansado por los obstáculos transversales existentes**	0,22
4.7	**Grado de incisión o dinámica vertical acelerada**	AUSENCIA DE SINTOMAS
5.- CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE: ESTRUCTURA Y SUSTRATO DEL LECHO		

5.1	**Grado de alteración de la naturalidad del lecho en relación al origen, tamaño y clasificación del sedimento**	MUY BAJO
5.2	**Grado de alteración de la naturalidad de la estructura longitudinal del lecho del cauce**	BAJO
6.- CONDICIONES MORFOLÓGICAS DEL CAUCE: ESTRUCTURA DE LA ZONA RIBEREÑA		
6.1.- ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA		
6.1.1	**Conectividad ecológica longitudinal (%)**	100
6.1.2	**Conectividad ecológica transversal (%)**	40
6.1.3	**Conexión entre estratos de la vegetación ribereña**	CONECTADA
6.2.- COMPOSICIÓN ESPECÍFICA DE LA VEGETACIÓN DE RIBERA		
6.2.1	**Naturalidad: porcentaje (%) de superficie de la ribera funcional con especies autóctonas.**	95
6.2.2	**Categoría de diversidad de pisos/edades, incluyendo el regenerado.**	VARIOS PISOS O EDADES
6.2.3	**Porcentaje de la superficie de ribera funcional (%) con especies indicadoras de etapas regresivas**	5
6.3.- ALTERACIÓN DE LA DINÁMICA RIBEREÑA		
6.3.1	**Porcentaje (%) de la superficie de ribera funcional con limitaciones en su conexión transversal por la presencia de estructuras artificiales (motas, muros, etc…)**	50
6.3.2	**Porcentaje (%) de la superficie de ribera funcional con alteración de los materiales del sustrato por actividades humanas**	0

Tabla 9. Influencia prevista de las actuaciones proyectadas en los indicadores hidromorfológicos de la masa ES050MSPF011009049, específicos para el tramo 3 – río Turrillas.

2.4. Conclusiones sobre la afección de las actuaciones a la hidromorfología

A continuación, se representan las valoraciones anteriores a través del siguiente gráfico donde se puede observar que el vértice que se ve modificado por las actuaciones es el nº3, relacionado con la continuidad de los ríos, que pasa de 4,97 a 4,43, y que se calcula en conjunto para la masa de agua (global para los tres tramos). El resto de los vértices no se ven modificados.

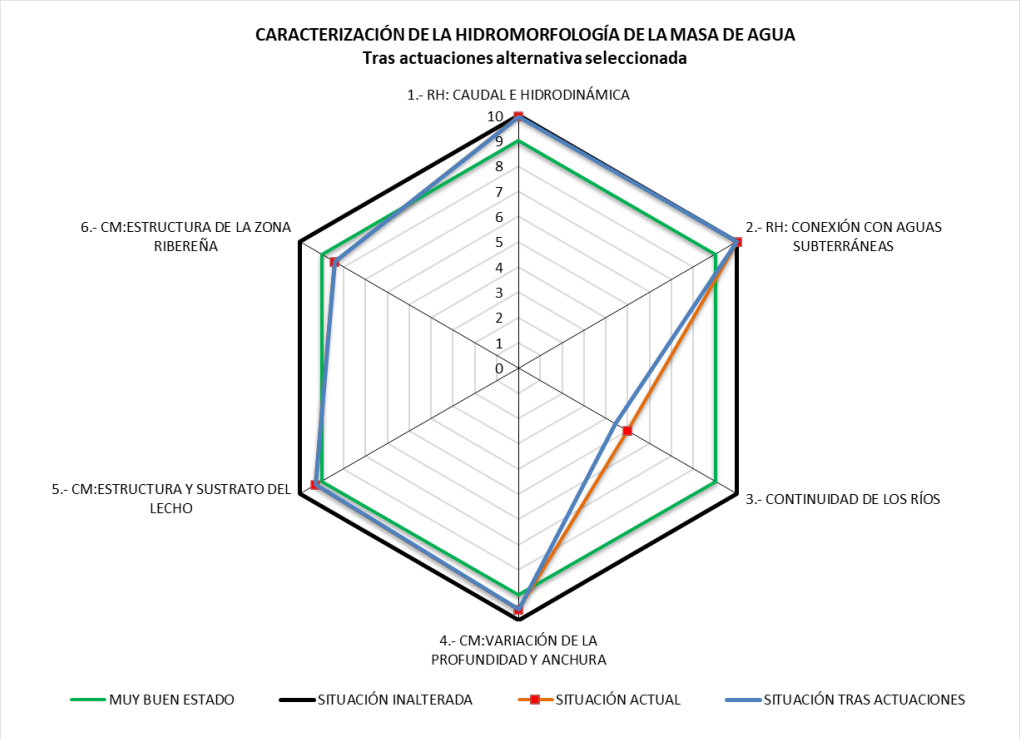


Figura 8. Hexágono del estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 (global para los tres tramos).

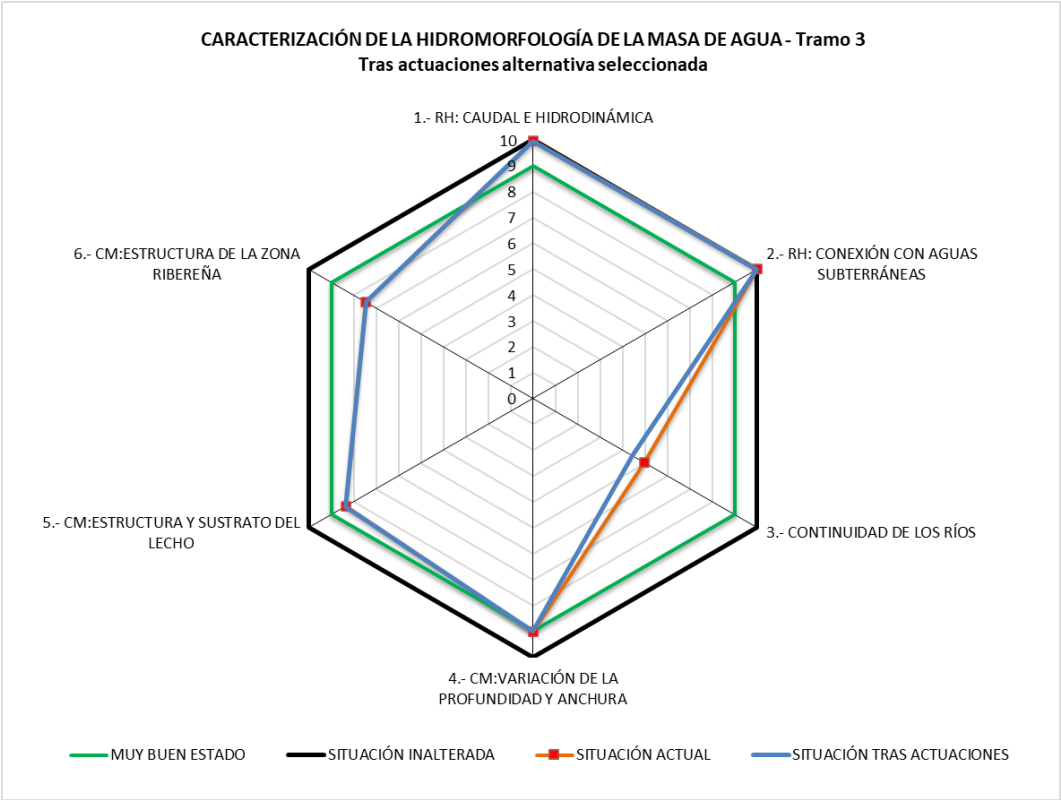


Figura 9. Hexágono del estado hidromorfológico de la masa ES050MSPF011009049 en el tramo 3 – río Turrillas.

La continuidad de la masa podría no verse afectada en otras alternativas (la nº1 y la nº2) en las que no se contempla la instalación de una barrera permeable, sin embargo, en estas alternativas se contemplan actuaciones que podrían tener afección sobre el lecho del río como es la ampliación del puente o la ampliación hidráulica del cauce.

Por tanto, se puede concluir que el efecto de las **actuaciones de la alternativa seleccionada es ligeramente negativo sobre la hidromorfología** de la masa ES050MSPF011009049, afectando a la continuidad de la masa, **pero podría ser inapreciable si se aplica un adecuado mantenimiento y limpieza** de la instalación prevista.

3. Cumplimiento de los objetivos ambientales de la masa de agua afectada

3.1. Metodología

Según la Directiva Marco del Agua (DMA) y el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, el estado de una masa de agua es el grado de alteración que presenta respecto a sus condiciones naturales y viene determinado por el peor valor de su estado químico y ecológico:

- El estado químico viene definido por la calidad de las aguas superficiales que refleja el grado de cumplimiento de las normas de calidad ambiental de las sustancias prioritarias y otros contaminantes.
- El estado ecológico viene definido por la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales en relación con las condiciones de referencia. Este, a su vez, es el resultado los indicadores de los siguientes elementos de calidad:
    - Biológicos
    - Químicos y fisicoquímicos de soporte a los elementos de calidad biológicos
    - Hidromorfológicos

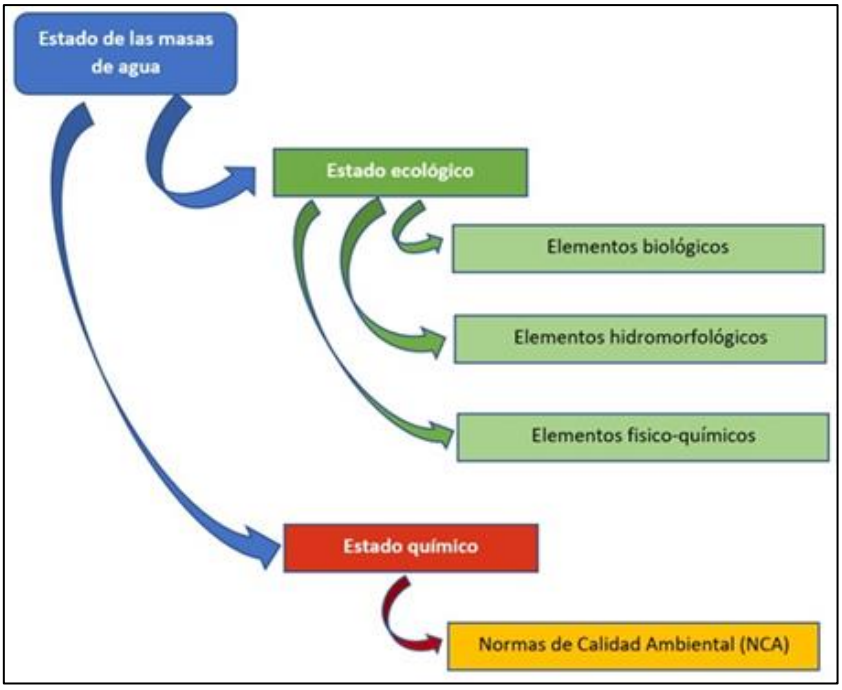


Figura 10. Definición del estado de las masas de agua superficial. Fuente: MITECO.

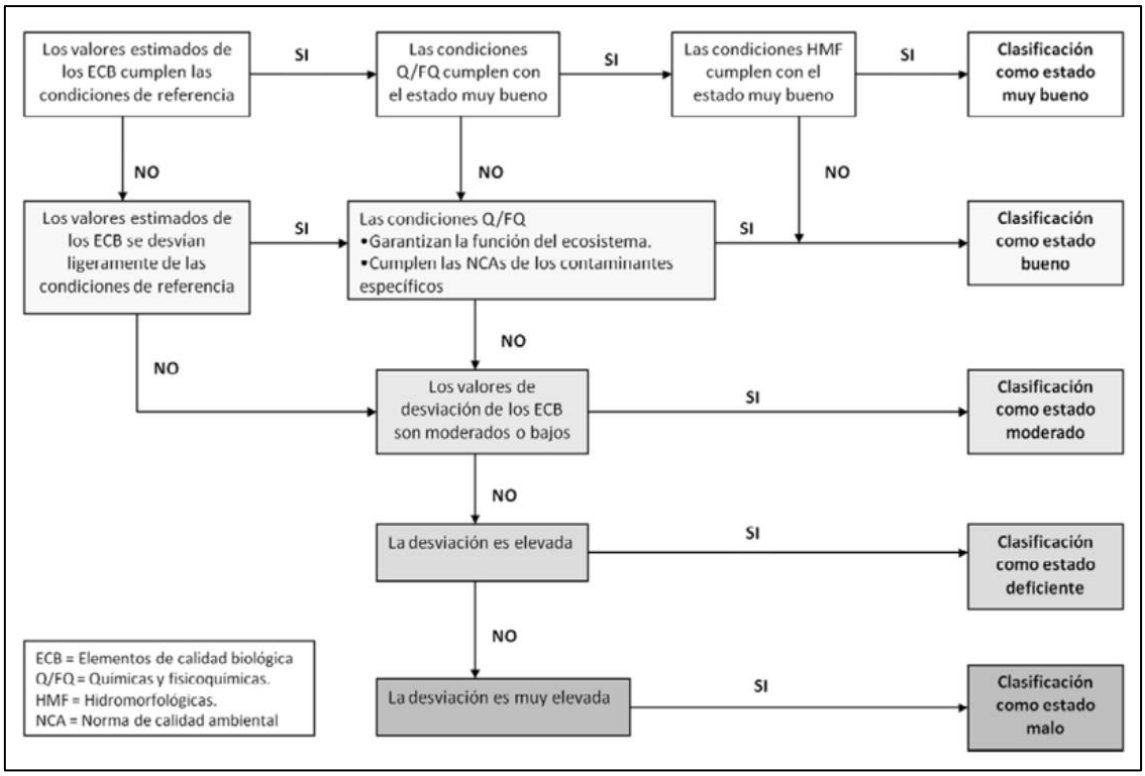


Figura 11. Procedimiento iterativo para la valoración del estado ecológico. Fuente: "Recomendaciones para incorporar la evaluación de efectos sobre los objetivos ambientales de las masas de agua y zonas protegidas en los documentos de evaluación de impacto ambiental de la A.G.E." (MITECO, 2019).

3.2. Estado actual de la masa de estudio

La evaluación de estado de la masa de agua afectada por las actuaciones se define como bueno en el Plan hidrológico del Guadalquivir del tercer ciclo (2022-2027), cuyo año/periodo de muestreo fue 2018. En la siguiente tabla se especifica el estado de cada uno de sus componentes descritos:

Estado ecológico			Estado químico
Bueno			Cumple
Indicadores biológicos	**Indicadores físico-químicos**	**Morfológico / EEII**	
Bueno	Bueno	No alcanza muy bueno	
Evaluación estado			
Buen estado			

Tabla 10. Evaluación del estado la masa de agua ES050MSPF011009049 en el tercer ciclo. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027.

La misma DMA, el Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA) y el Reglamento de Planificación Hidrológica (RPH) determinan que todos los estados miembros de la Unión Europea deberán establecer las medidas necesarias para alcanzar el buen estado de

las aguas superficiales y subterráneas. En el caso de la masa de agua ES050MSPF011009049, en el segundo ciclo 2015-2021 no alcanzaba el buen estado debido a un estado biológico moderado y un estado químico que no alcanzaba el bueno. Sin embargo, en este tercer ciclo 2022-2027 se encuentra en buen estado, por lo que se ha alcanzado el objetivo medioambiental propuesto.

Objetivo medioambiental (OMA) 2º ciclo	Objetivo medioambiental (OMA) 3er ciclo	Evolución
Prórroga al 2021	Buen estado	Objetivo alcanzado

Tabla 11. Objetivos ambientales para la masa de agua ES050MSPF011009049. Fuente: PH Guadalquivir 2022-2027.

Esta masa de agua tiene prevista la ejecución de las siguientes dos medidas en el Plan Hidrológico del Guadalquivir de tercer ciclo 2022-2027:

Código de la Medida	Título de la Medida	Horizonte previsto de ejecución	Inversión (€)	Última situación conocida	Coordenadas
ES050_3_Guadalquivir5818	Adecuación de la estación depuradora de aguas residuales de Pozo Alcón y ejecución de la agrupación de vertidos y EDAR del fontanar en el municipio de Pozo Alcón	2022-2027	2.000.000,00 €	No iniciado	-2,947668 37,70488
ES050_1_Guadalquivir0319	Mejora de la permeabilidad longitudinal en la zona de Alto Genil y Guadiana Menor	2022-2027	1.120.000,00 €	En marcha	3,761435 37,221214

Tabla 12. Actuaciones específicas para la masa de agua ES050MSPF011009049 según el Plan Hidrológico del Guadalquivir 2022-2027.

3.3. Presiones sobre la masa de estudio

La DMA y la normativa española de trasposición de la misma establece la obligación de identificar aquellas presiones que impiden el alcance del buen estado de las masas de agua. Así, el Plan Hidrológico del Guadalquivir 2022-2027 identifica una única presión significativa sobre la masa de agua ES050MSPF011009049 en la que se ubica la zona de estudio:

- 4.2.8 - Presas, obstáculos y esclusas – Otros

En la masa de agua se han identificado 6 obstáculos transversales, todos ellos aguas abajo del puente del Barrio Alto de Hinojares. En las actuaciones planteadas en la alternativa seleccionada se contempla la instalación de una barrera permeable, que podría considerarse como un nuevo obstáculo transversal si no se aplica un mantenimiento adecuado y se produce una colmatación de vegetación y otros elementos.

3.4. Conclusiones sobre la afección de las actuaciones a los objetivos ambientales

No se prevé que las actuaciones previstas afecten a los objetivos ambientales de la masa de agua y a la valoración de su estado. La instalación de una barrera permeable podría considerarse como un nuevo obstáculo transversal, pero únicamente si no se realiza un mantenimiento adecuado con una limpieza periódica, especialmente en caso de crecida. Esta situación podría repercutir en la componente de hidromorfología de la masa de agua, que actualmente tiene un estado de “No alcanza muy bueno”, pero que, dado lo acotado de la actuación, no se espera un cambio de dicho estado, y no afectaría al estado final de la masa de agua que actualmente es de “buen estado”.

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

APÉNDICE Nº5

INFORME DEL ANÁLISIS DE LA TRAMITACIÓN AMBIENTAL DE LA ACTUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

APÉNDICE Nº5

INFORME DEL ANÁLISIS DE LA TRAMITACIÓN AMBIENTAL DE LA ACTUACIÓN

Índice

1. Introducción 1

1.1. Datos generales 1

1.2. Breve descripción y objeto de la alternativa seleccionada 1

2. Descripción del medio 3

3. Tramitación ambiental actual 8

Índice de Figuras

Figura 1. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 5.2 2

Figura 2. Ejemplo de estructura de valla permeable para retención de sólidos que contempla la actuación seleccionada. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Proyecto de restauración fluvial del rio Manzanares en El Pardo). 2

Figura 3. Localización del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas. Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza del MITECO. 3

Figura 4. Localización de la ZEC-ZEPA "Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas" (en verde claro) y otros espacios Red Natura 2000 (en verde oscuro) en la zona. Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza del MITECO. 4

Figura 5. Localización de las vías pecuarias del entorno (Vereda Cuenca y Cordel Romeral), localizadas fuera del ámbito de estudio. Fuente: Visor de Información Geográfica del REDIAM. Junta de Andalucía. 5

Figura 6. Imagen del visor del Catálogo General del Patrimonio Histórico de Andalucía y el Inventario de Bienes Reconocidos de Patrimonio Histórico Andaluz o declarados Zonas de Servidumbre Arqueológica de la Junta de Andalucía. Se puede observar que en Hinojares no se encuentran registrados bienes de interés cultural o de patrimonio histórico. 6

Figura 7. Hábitats de interés comunitario (HIC) en el entorno de Hinojares. Fuente: Visor de información geográfica de la REDIAM. Junta de Andalucía.....7

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos generales de la actuación 1

Tabla 2. Resumen del análisis de la tramitación ambiental. 8

1. Introducción

1.1. Datos generales

DATOS GENERALES ACTUACIÓN		
Demarcación Hidrográfica	Guadalquivir	
Comunidad autónoma	Andalucía	
Provincia	Jaén	
Término municipal	Hinojares	
Contiene	Plan redactado: No Informe de viabilidad redactado: No Proyecto constructivo redactado: No	Fecha: - Fecha: - Fecha: -
	Estudio Impacto Ambiental: No	Fecha: -

Tabla 1. Datos generales de la actuación

1.2. Breve descripción y objeto de la alternativa seleccionada

La alternativa seleccionada (Alternativa 5.2) incluye como medida la instalación en cauce de una estructura de valla permeable para retención de sólidos, con el objeto de reducir la acumulación de vegetación y otros elementos en el puente del Barrio Alto de Hinojares, evitando su obstrucción y la inundación del entorno. Se instalaría aguas arriba del puente, a 475 metros, en una zona con baja vulnerabilidad en la que el río va encajado y tiene una mancha de inundación reducida por la alta pendiente en sus márgenes. La valla permeable estaría formada por barras de acero laminado y supondría la construcción de un encachado de bolos sobre el cauce, en las inmediaciones de la barrera, tanto para facilitar el anclaje de la barrera, como para evitar la erosión en el cauce en el caso de que la malla se encuentre colmatada y se produzca un salto de agua sobre los elementos retenidos.



Figura 1. Croquis medidas propuestas de la Alternativa 5.2



Figura 2. Ejemplo de estructura de valla permeable para retención de sólidos que contempla la actuación seleccionada. Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (Proyecto de restauración fluvial del rio Manzanares en El Pardo).

2. Descripción del medio

El municipio de Hinojares se encuentra en todo su ámbito dentro del Espacio Natural Protegido (ENP) Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas, que, a su vez, forma parte de la Red Natura 2000, con código ES0000035, a través de las siguientes figuras de protección:

- Zona Especial de Conservación (ZEC): Espacio propuesto como Lugar de Interés Comunitario en de julio 2006 y declarado como Zona Especial de Conservación mediante el Decreto 191/2017, de 28 de noviembre.
- Zona de Especial de Protección para las Aves (ZEPA). Designada en 1987 como Zona de Especial Protección para las Aves y declarada como tal mediante la disposición transitoria séptima de la Ley 18/2003, de 29 de diciembre.

Respecto a la presencia de vías pecuarias, no se han localizado ninguna en la zona de actuación de Hinojares.

Afección a ENP: Sí	**Nombre ENP:** Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y las Villas

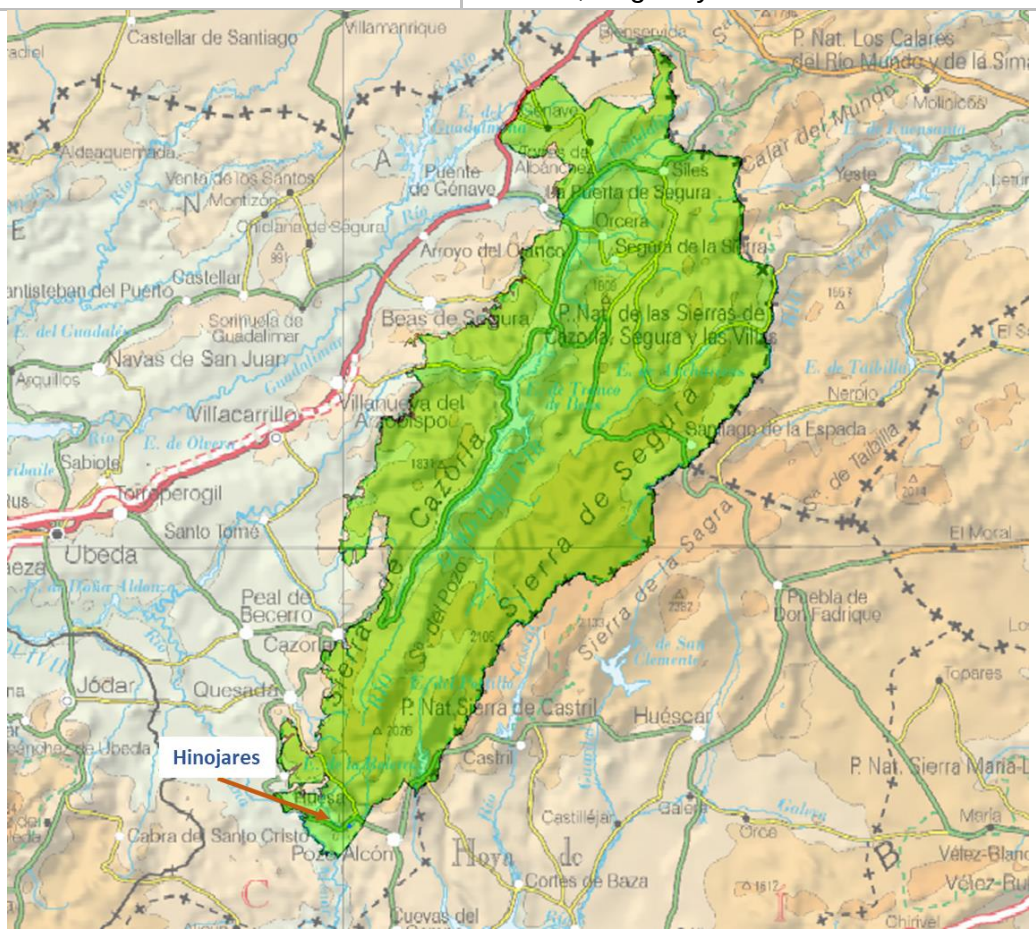


Figura 3. Localización del Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas. Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza del MITECO.

Afección a RN 2000: Sí	**Nombre RN 2000:** ZEC y ZEPA Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y las Villas, código ES0000035

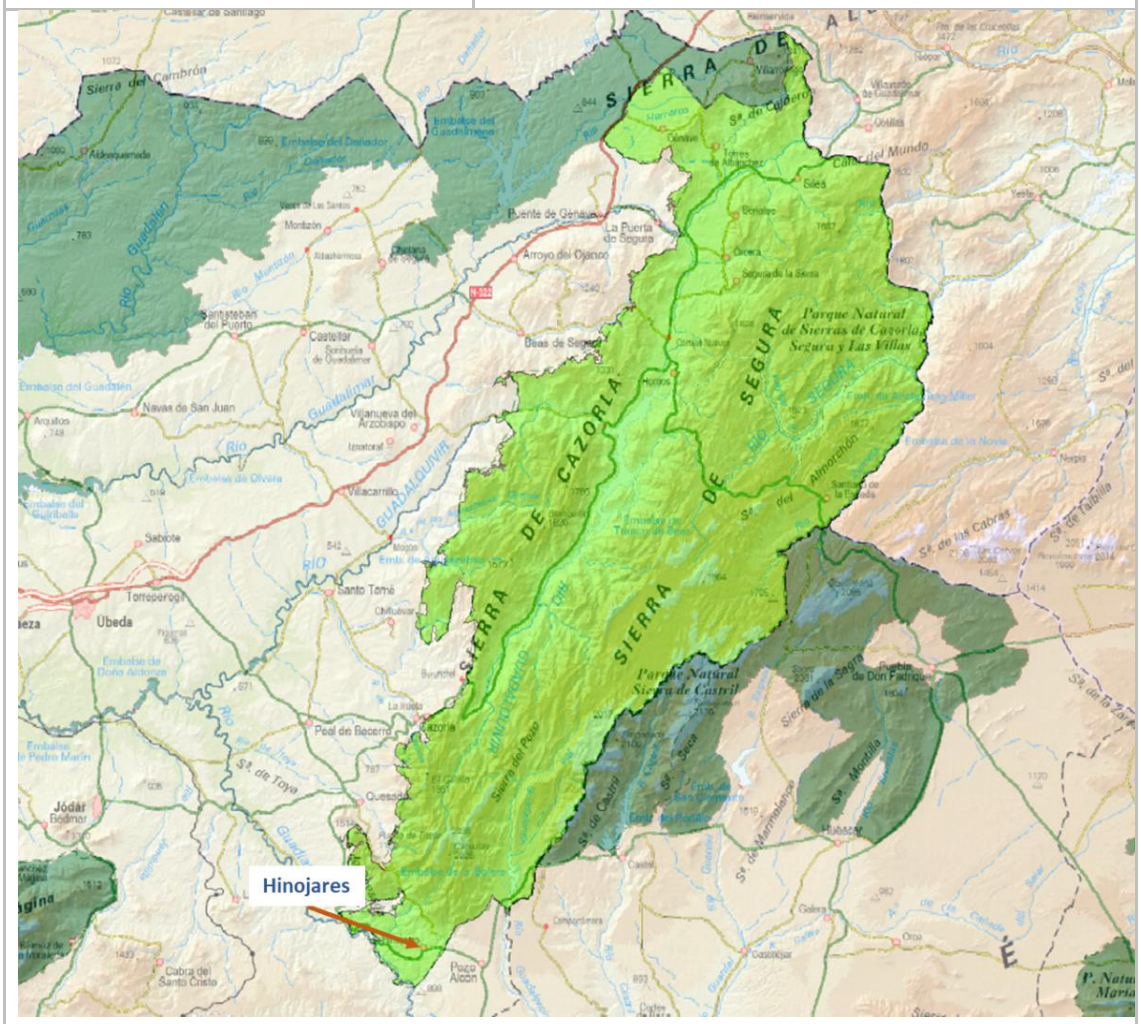


Figura 4. Localización de la ZEC-ZEPA "Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas" (en verde claro) y otros espacios Red Natura 2000 (en verde oscuro) en la zona. Fuente: Banco de Datos de la Naturaleza del MITECO.

Afección a vías pecuarias: No	**Nombre vía pecuaria: -**

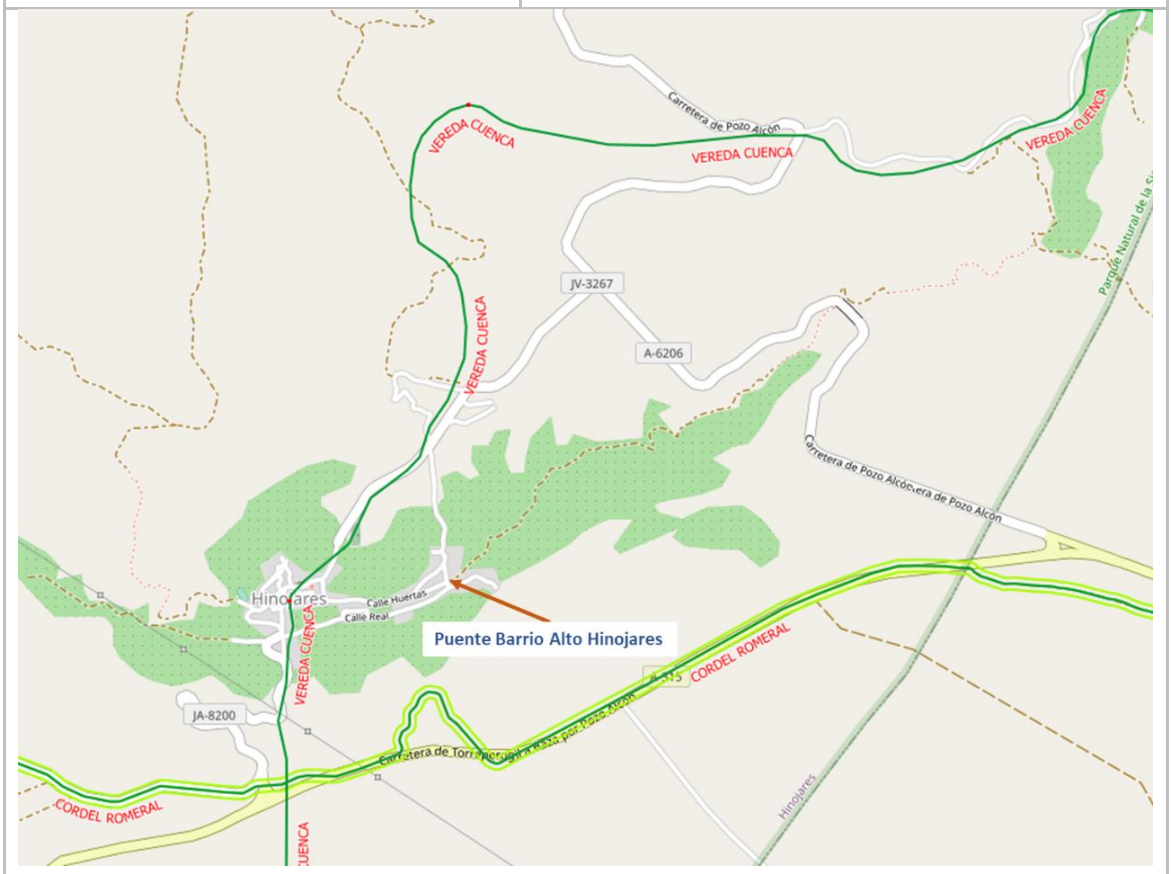


Figura 5. Localización de las vías pecuarias del entorno (Vereda Cuenca y Cordel Romeral), localizadas fuera del ámbito de estudio. Fuente: Visor de Información Geográfica del REDIAM. Junta de Andalucía.

Afección a BIC: No	**Nombres BIC:**

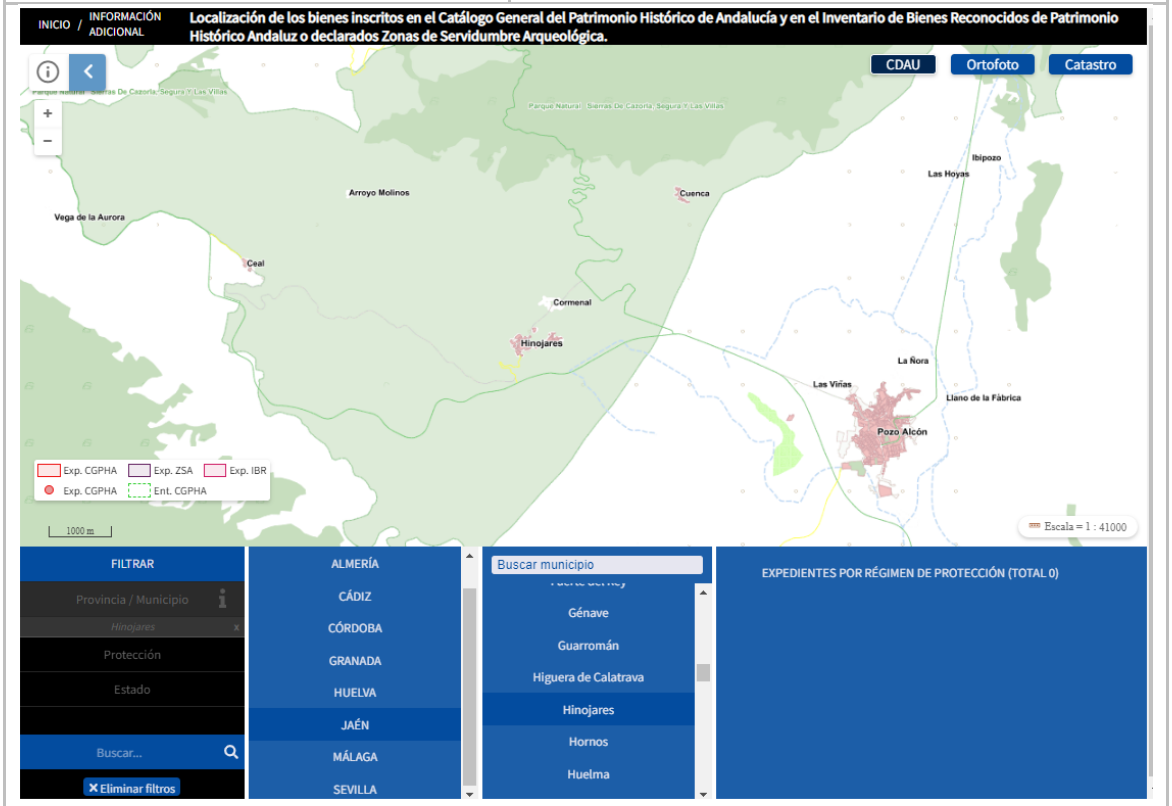


Figura 6. Imagen del visor del Catálogo General del Patrimonio Histórico de Andalucía y el Inventario de Bienes Reconocidos de Patrimonio Histórico Andaluz o declarados Zonas de Servidumbre Arqueológica de la Junta de Andalucía. Se puede observar que en Hinojares no se encuentran registrados bienes de interés cultural o de patrimonio histórico.

Afección a hábitats de interés comunitarios: Sí	**Nombres hábitats** (ámbito del cauce y riberas)**:** 92D0 - Galerías y matorrales ribereños termomediterráneos (NerioTamaricetea y Securinegion tinctoriae) y 6420 - Comunidades herbáceas higrófilas mediterráneas. Ambos hábitats no son considerados prioritarios.

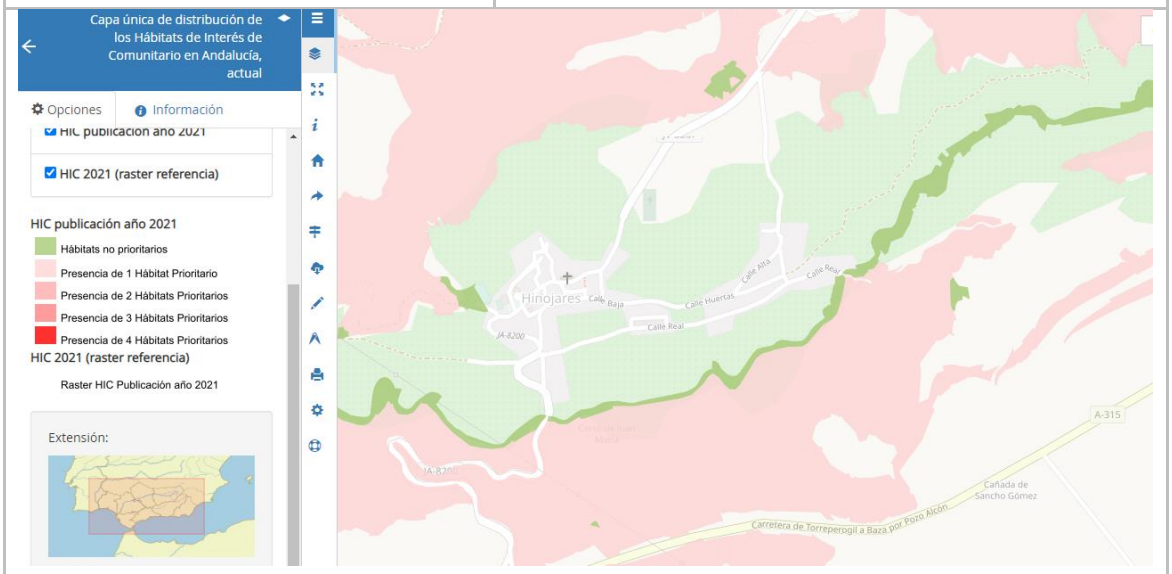


Figura 7. Hábitats de interés comunitario (HIC) en el entorno de Hinojares. Fuente: Visor de información geográfica de la REDIAM. Junta de Andalucía

3. Tramitación ambiental actual

Análisis de la tramitación según Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental	
Procedimiento de EIA Ordinaria (Anexo I):	No
Procedimiento de EIA Simplificada (Anexo II):	No
Inadmisión/exclusión al/del trámite de EIA al no encontrarse incluido dentro del ámbito de aplicación de la Ley 21/2013 (no sujeto a procedimiento):	Sí
Clasificación desde el punto de vista ambiental:	-
Grupo	-
Apartado	-
Otros	-
Análisis de la tramitación según legislación autonómica	
Ley aplicable: Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA)	
Procedimiento de Autorización Ambiental Integrada (AAI)	No
Procedimiento de Autorización Ambiental Unificada (AAU) (Anexo I)	No
Procedimiento de Calificación Ambiental (CA)	No
Inadmisión/exclusión al/del trámite de EIA al no encontrarse incluido dentro del ámbito de aplicación de la Ley autonómica (no sujeto a procedimiento):	Sí
Conclusión sobre la necesidad de tramitación ambiental actual	
No necesita tramitación ambiental	
Tramitación realizada	
Tramitación de la alternativa seleccionada del proyecto:	No
Tramitación de otra alternativa:	No
Breve descripción de la alternativa tramitada:	-

Tabla 2. Resumen del análisis de la tramitación ambiental.

Las actuaciones contempladas en este estudio coste-beneficio no se encuentran entre las recogidas en el anexo I o el anexo II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Si bien, en el artículo 7.2.b) de dicha Ley se recoge que debe someterse a evaluación ambiental simplificada “Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000”. El ámbito de este estudio se encuentra en su integridad dentro del espacio Red Natura 2000 “Parque Natural de las Sierras de Cazorla, Segura y las Villas”, sin embargo, las actuaciones previstas no se ajustarían a lo previsto en dicho artículo, ya que no se considera que puedan afectar de forma

negativa al estado de conservación de los hábitats y las especies que habitan en ellos, dado que las intervenciones se realizan en localizaciones puntuales y en hábitats no prioritarios, y las modificaciones realizadas en cauce y riberas serán limitadas.

Respecto a la Ley 7/2007, de 9 de julio de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA) que regula la tramitación ambiental en Andalucía, formula hasta cuatro instrumentos diferentes de prevención ambiental aplicables a las actuaciones que pueden afectar al medio ambiente andaluz: la Autorización Ambiental Integrada (AAI), la Autorización Ambiental Unificada (AAU), la Calificación Ambiental (CA) y la Evaluación Ambiental Estratégica (para planes y programas o para instrumentos de planeamiento urbanístico). De estos instrumentos, los tres primeros son los que afectan a proyectos y, a su vez, únicamente la AAU aplicaría para actuaciones como las previstas en este análisis coste-beneficio, ya que integra en una resolución única la evaluación de impacto ambiental y las distintas autorizaciones y exigencias ambientales. Los tipos de proyectos que se deben someter a AAU se encuentran recogidas en el Anexo I de la ley GICA y no contempla actuaciones como las recogidas en la alternativa seleccionada.

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

APÉNDICE Nº6

VIABILIDAD SOCIAL DE LA ACTUACIÓN, DISPONIBILIDAD DE TERRENOS Y OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

APÉNDICE Nº6

VIABILIDAD SOCIAL DE LA ACTUACIÓN, DISPONIBILIDAD DE TERRENOS Y OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Índice

1. Análisis de la viabilidad social....1

1.1. Análisis de la demanda....1

1.2. Análisis de la aceptación social....3

1.2.1. Análisis de los resultados....5

1.2.2. Resumen de resultados....12

1.3. Cálculo de la población afectada....12

2. Disponibilidad de los terrenos....16

3. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)....17

4. Conclusiones....20

ANEXO 1. RESUMEN ENCUESTA....1

ANEXO 2. COMUNICACIÓN CON LOS AYUNTAMIENTOS....1

Índice de Figuras

Figura 1. Comparativa del puente antes de las obras de mejora (imágenes arriba, tomadas en febrero 2011, fuente: Google Street View) y después de las obras de mejora (imágenes abajo, tomadas en 2014, fuente MAPRI 1er ciclo). 2

Figura 2. Extractos de la ficha de actuación propuesta por el Ayuntamiento de Hinojares para el PGRI de 2º ciclo del Guadalquivir. 3

Figura 3. Evolución de la población en Hinojares según el INE. 13

Figura 4. Capa de edificaciones de la población de Hinojares, edificaciones afectadas y la zona inundable de T500. 14

Figura 5. Ubicación de la barrera permeable prevista en la alternativa seleccionada respecto al DPH cartográfico y al Catastro (el DPH catastral se muestra con líneas azules). 16

Figura 6. Objetivos de Desarrollo Sostenible 17

Figura 7. Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la gestión de inundaciones 18

Índice de Tablas

Tabla 1. Descripción de los agentes seleccionados 4

Tabla 2. Datos generales de la encuesta 5

Tabla 3. Población afectada en la zona de estudio para diferentes alternativas y periodo de retorno. Nota: la situación actual se representa con el puente del Barrio Alto obturado…14

Tabla 4. Metas y objetivos de Desarrollo Sostenible conseguidos con el proyecto. 19

1. Análisis de la viabilidad social

El análisis de la viabilidad social de este estudio coste-beneficio abarca el estudio de la demanda de las actuaciones planteadas, el estudio de la aceptación social (a través de la encuesta realizada) y el cálculo de la población afectada. Las conclusiones de este análisis mostrarán el nivel de conocimiento y sensibilidad hacia la problemática de las inundaciones de la población en el área de actuación, así como el nivel de aceptación y, en definitiva, de la demanda de las actuaciones planteadas.

1.1. Análisis de la demanda

El estudio de la demanda se realiza a través del análisis de la información existente en relación con la problemática de las inundaciones en el ámbito de este estudio-coste beneficio. Se han analizado noticias de prensa, diferentes publicaciones y alegaciones y participación pública en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) del Guadalquivir.

En cuanto a publicaciones en prensa, se ha encontrado una noticia de Europa Press sobre un evento de inundación en marzo de 2014 que afectó a la zona del Parque Natural de la Sierra de Cazorla, incluyendo municipios como Hinojares. En dicha noticia se explica que desde la Junta de Andalucía se ejecutaron obras de emergencia en 2014 en municipios como La Iruela, Pozo Alcón e Hinojares por daños en inundaciones y que "*Estas tareas se centran en la reparación de roturas parciales y completas del firme de vías de comunicación y las obras de paso y otras infraestructuras de drenaje y contención.*"

También se ha encontrado una nota de prensa en el "Boletín digital DipuJaen" nº40 de noviembre de 2013, publicado por la Diputación de Jaén, en la que se comenta que se han realizado obras de mejora en la carretera JA-8200 que da acceso a Hinojares, "*algunas de ellas de emergencia motivadas por los temporales de lluvia del pasado invierno*", por un importe de 710.000 euros. También se describe en la nota que en la calle Real *"la Administración provincial ha acondicionado el puente que cruza el Río Turrillas"*. Dicho puente corresponde al puente del Barrio Alto, objeto de este estudio coste-beneficio. Esta modificación del puente también se puede constatar comparando imágenes disponibles tomadas en 2011 y en 2014, en las que se aprecia que se sustituyó la losa del puente por otra nueva, aunque aparentemente se mantuvo el mismo ancho libre del puente.

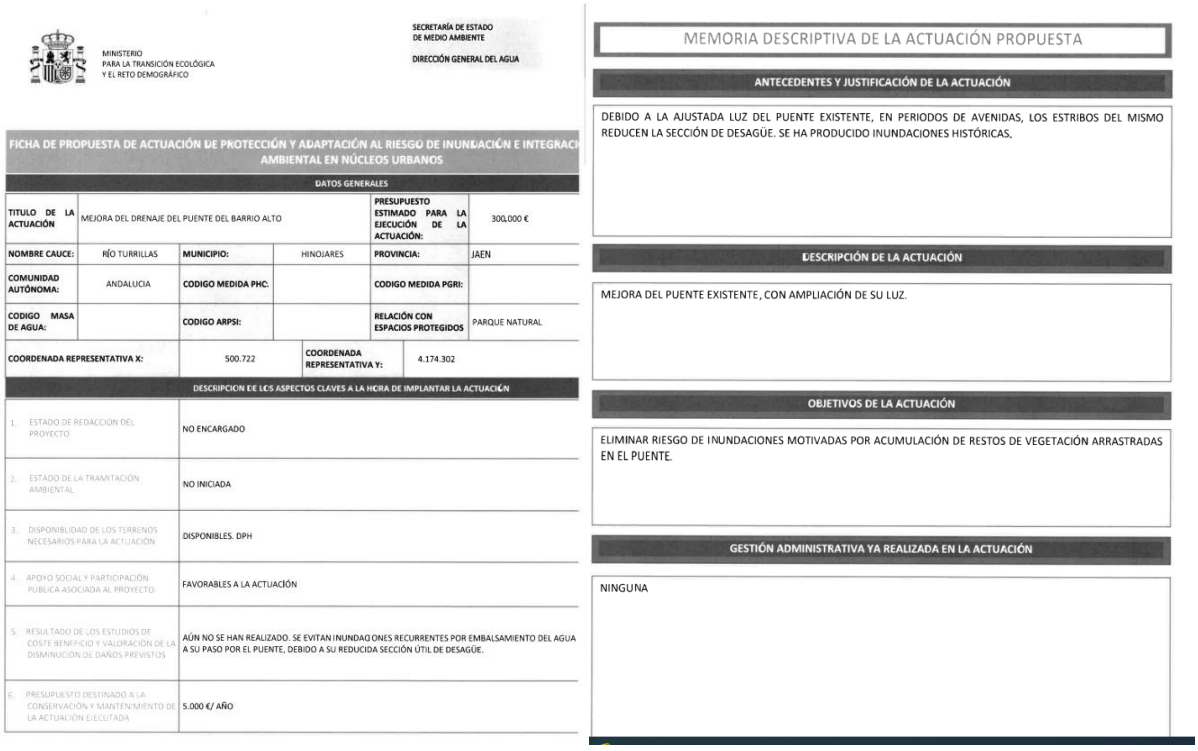


Figura 1. Comparativa del puente antes de las obras de mejora (imágenes arriba, tomadas en febrero 2011, fuente: Google Street View) y después de las obras de mejora (imágenes abajo, tomadas en 2014, fuente MAPRI 1er ciclo).

Se ha estudiado la información proporcionada por el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) sobre las indemnizaciones pagadas por inundación extraordinaria en el ámbito de actuación. Según los datos del CCS, en Hinojares para el periodo 2006-2020 las indemnizaciones por inundaciones para todos los bienes fueron de 0 euros, es decir, no se produjo ningún siniestro que fuese indemnizado por esta causa. Sin embargo, es posible que se hubieran producido daños económicos por inundaciones en este periodo 2006-2020 pero no hayan sido registrados por el CCS, ya que las indemnizaciones del CCS dependen de la disposición de pólizas privadas en los bienes dañados, y además pueden existir bienes dañados no indemnizables por el CCS (como bienes agrícolas o servicios urbanos).

Respecto al PGRI de 2º ciclo (2022-2027) del Guadalquivir, el Ayuntamiento de Hinojares envió a la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir el 20 de mayo de 2021 una ficha de propuesta de actuaciones en respuesta a la consulta realizada por dicho organismo como parte de la información y consulta pública del PGRI del Guadalquivir. El Ayuntamiento de Hinojares propone en dicha ficha la actuación de "Mejora del drenaje del puente del Barrio Alto" en Hinojares. Se describe que *"Debido a la ajustada luz del puente existente, en periodos de avenidas, los estribos del mismo reducen la sección de desagüe. Se ha producido inundaciones históricas".* Y se pide una actuación de "*Mejora del puente existente, con*

ampliación de su luz", con el objetivo de *"Eliminar riesgo de inundaciones motivadas por acumulación de restos de vegetación arrastradas en el puente"*. Mediante dichas actuaciones se valora que *"Se evitan inundaciones recurrentes por embalsamiento de agua a su paso por el puente, debido a su reducida sección útil de desagüe".* Por esta razón, se incluyó en el PGRI la medida "Estudio coste-beneficio de mejora del drenaje del Puente del Barrio Alto (Hinojares)", con código ES050_3_ Guadalquivir5772 y presupuesto de 50.000 €. Además, se debe tener en cuenta que este tramo se declaró como Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) en el primer ciclo (ES050_APSFR_GE086-01 – Hinojares), con una longitud de 2,05 km.



MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

SECRETARÍA DE ESTADO DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA

FICHA DE PROPUESTA DE ACTUACIÓN DE PROTECCIÓN Y ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN E INTEGRACI AMBIENTAL EN NÚCLEOS URBANOS

DATOS GENERALES

TITULO DE LA ACTUACIÓN	MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO			PRESUPUESTO ESTIMADO PARA LA EJECUCIÓN DE LA ACTUACIÓN:	300.000 €
NOMBRE CAUCE:	RÍO TURRILLAS	MUNICIPIO:	HINOJARES	PROVINCIA:	JAEN
COMUNIDAD AUTÓNOMA:	ANDALUCIA	CODIGO MEDIDA PHC.		CODIGO MEDIDA PGRI:	
CODIGO MASA DE AGUA:		CODIGO ARPSI:		RELACIÓN CON ESPACIOS PROTEGIDOS	PARQUE NATURAL
COORDENADA REPRESENTATIVA X:	500.722	COORDENADA REPRESENTATIVA Y:	4.174.302		

DESCRIPCION DE LOS ASPECTOS CLAVES A LA HORA DE IMPLANTAR LA ACTUACIÓN

1. ESTADO DE REDACCION DEL PROYECTO	NO ENCARGADO
2. ESTADO DE LA TRAMITACION AMBIENTAL	NO INICIADA
3. DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS NECESARIOS PARA LA ACTUACIÓN	DISPONIBLES. DPH
4. APOYO SOCIAL Y PARTICIPACIÓN PÚBLICA ASOCIADA AL PROYECTO	FAVORABLES A LA ACTUACIÓN
5. RESULTADO DE LOS ESTUDIOS DE COSTE BENEFICIO Y VALORACIÓN DE LA DISMINUCIÓN DE DAÑOS PREVISTOS	AÚN NO SE HAN REALIZADO. SE EVITAN INUNDACIONES RECURRENTES POR EMBALSAMIENTO DEL AGUA A SU PASO POR EL PUENTE, DEBIDO A SU REDUCIDA SECCIÓN ÚTIL DE DESAGÜE.
6. PRESUPUESTO DESTINADO A LA CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA ACTUACIÓN EJECUTADA	5.000 €/ AÑO

MEMORIA DESCRIPTIVA DE LA ACTUACIÓN PROPUESTA

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

DEBIDO A LA AJUSTADA LUZ DEL PUENTE EXISTENTE, EN PERIODOS DE AVENIDAS, LOS ESTRIBOS DEL MISMO REDUCEN LA SECCIÓN DE DESAGÜE. SE HA PRODUCIDO INUNDACIONES HISTÓRICAS.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN

MEJORA DEL PUENTE EXISTENTE, CON AMPLIACIÓN DE SU LUZ.

OBJETIVOS DE LA ACTUACIÓN

ELIMINAR RIESGO DE INUNDACIONES MOTIVADAS POR ACUMULACIÓN DE RESTOS DE VEGETACIÓN ARRASTRADAS EN EL PUENTE.

GESTIÓN ADMINISTRATIVA YA REALIZADA EN LA ACTUACIÓN

NINGUNA

Figura 2. Extractos de la ficha de actuación propuesta por el Ayuntamiento de Hinojares para el PGRI de 2º ciclo del Guadalquivir.

1.2. Análisis de la aceptación social

El análisis de la aceptación y demanda social de este estudio coste-beneficio, se ha realizado a través de los resultados de las encuestas realizadas a los principales agentes de interés del área de actuación. El objetivo de las encuestas fue valorar la percepción del riesgo en el municipio de Hinojares, así como la posible aceptación y rechazo a las actuaciones por parte de la población afectada. El resumen de las respuestas recibidas de la encuesta se incluye en el siguiente subapartado de este Apéndice, y el resumen completo de las respuestas recibidas se puede consultar en el Anexo 1 a este Apéndice.

Primeramente, se identificaron los agentes de interés más representativos del municipio de Hinojares en el momento de elaboración de la encuesta. Esta identificación ha sido realizada en colaboración con el personal técnico del Ayuntamiento, al que se envió una carta de

solicitud de colaboración que se puede consultar en el Anexo 2 a este Apéndice. Se obtuvo una muestra de X organizaciones, todas ellas de tipo social (deportivas, vecinales, culturales, medioambientales,…). Los agentes seleccionados se incluyen en la siguiente tabla:

nº	Nombre
1	X
2	X
3	X
4	X
5	X
6	X
7	X
8	X
9	X
10	X
11	X
12	X
13	X
14	X
15	X
16	X
17	X
18	X
19	X
20	X
21	X
22	X
23	X
24	X
25	X

Tabla 1. Descripción de los agentes seleccionados

Las encuestas fueron realizadas por correo electrónico mediante un sistema de cumplimentación en línea, entre X y X de 2023. El ayuntamiento de Hinojares participó en la propia encuesta por lo que la muestra del estudio cuenta con un tamaño de X agentes.

Datos generales de la encuesta	
Muestra	X
Tipo	Correo electrónico mediante sistema de cumplimentación en línea
Fecha de realización	Periodo comprendido entre: DD/MM/AAAA y DD/MM/AAAA
Término municipal	Hinojares

Tabla 2. Datos generales de la encuesta

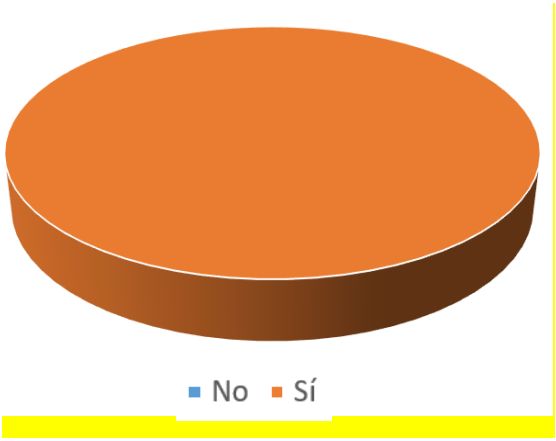
De los X agentes antes consultados se ha recibido la devolución de X correos y la respuesta de un total de X agentes.

1.2.1. Análisis de los resultados

En el presente apartado se analizan los resultados obtenidos de los X agentes que han realizado la encuesta para cada una de las cuestiones que comprende la misma. En algunos casos se agrupan cuestiones relacionadas con el fin de mejorar la calidad del análisis. En el Anexo 1 del presente Apéndice se puede consultar el resumen completo de las respuestas recibidas de la encuesta.

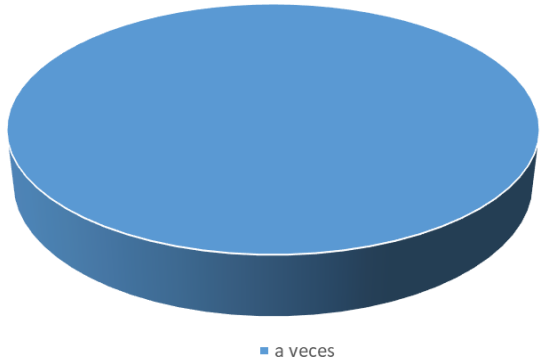
1. ¿Ha sufrido usted (o alguna persona que conozca) algún episodio de inundación en Hinojares?

XXXX



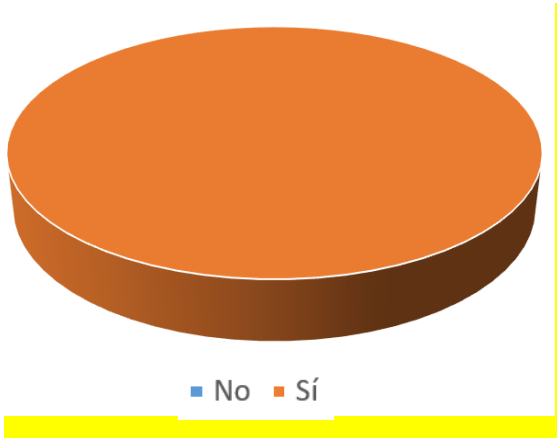
2. ¿Con qué frecuencia?

XXXX



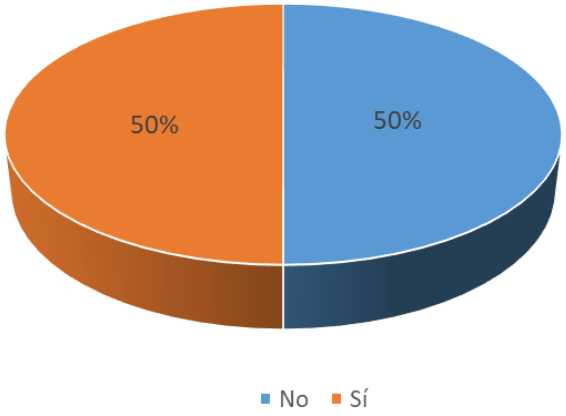
3 y 4. ¿Ha sufrido algún tipo de daño (bienes o personales)? ¿Puede describir qué tipo de daños y su localización?

XXXX



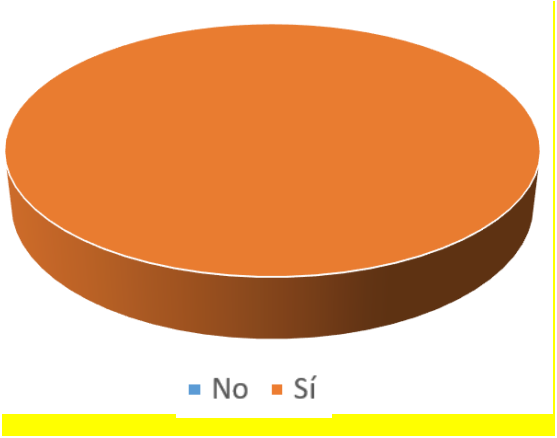
5. ¿Recibió ayudas de las administraciones?

XXXX



6. ¿Hinojares sufre inundaciones que generan daños importantes?

XXXX



7 y 8. ¿Con qué frecuencia se han producido esos daños importantes? ¿Puede decir cuándo fue la última inundación?

XXXX



9. ¿Qué zonas se ven más afectadas del municipio?

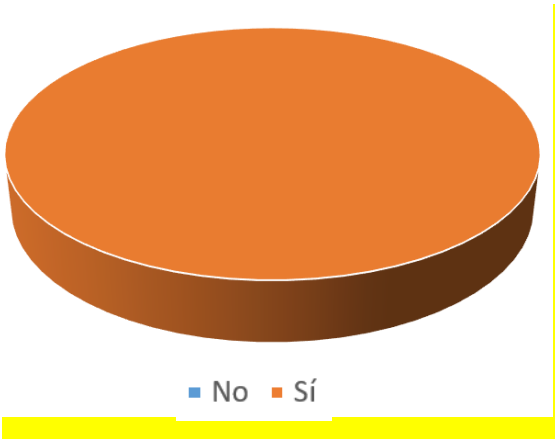
XXXX

10. ¿Cuál es el foco de inicio de estas inundaciones?

XXXX

11. ¿Considera que estas inundaciones son un problema para el normal desarrollo del municipio?

XXXX

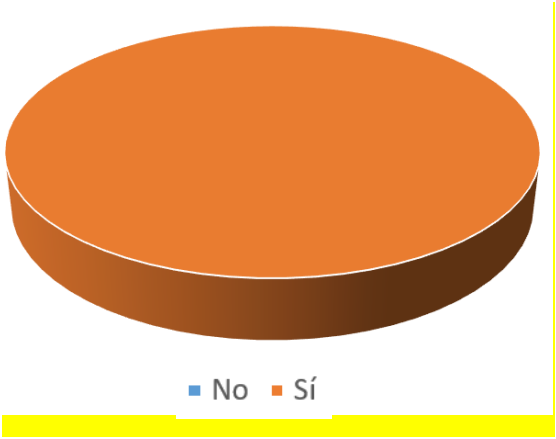


12. ¿Sabe qué áreas del término municipal son consideradas zonas inundables?

XXXX

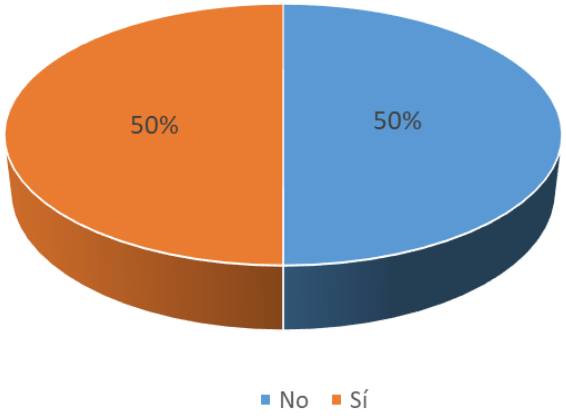
13. ¿Ha consultado alguna vez las zonas inundables?

XXXX



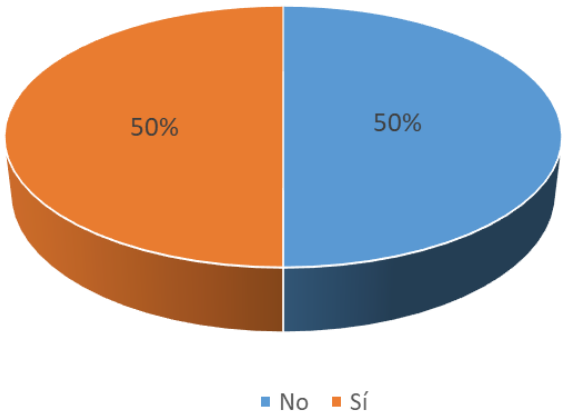
14. ¿Sabe si el municipio dispone de un plan municipal de emergencia frente a inundaciones?

XXXX



15. ¿Alguna vez ha participado en un simulacro del plan de emergencia frente a inundaciones?

XXXX

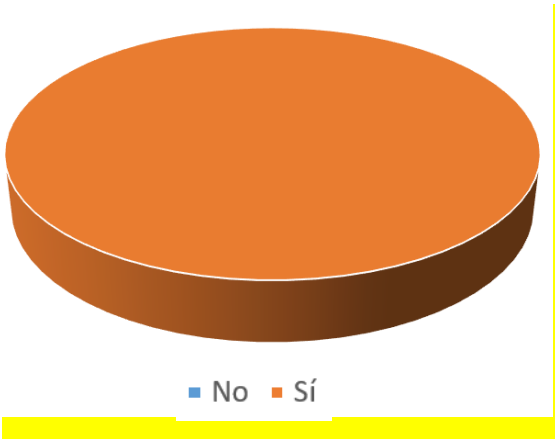


16. ¿Conoce usted algún plan o programa que trate de resolver los problemas que producen las inundaciones en Hinojares? ¿Cuál?

XXXX

17. ¿Sabe que su término municipal está incluido en el Plan de Gestión del Riesgo frente a Inundaciones (PGRI), elaborado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG)?

XXXX

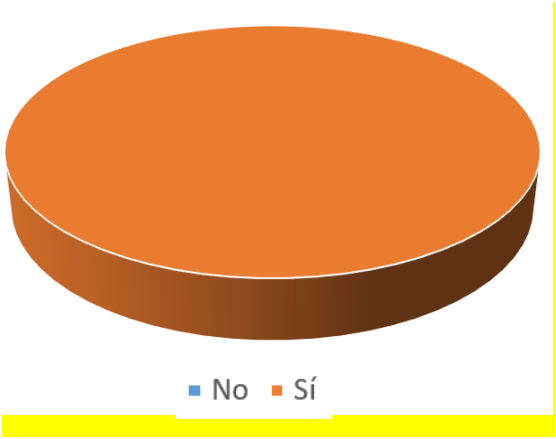


18. ¿Conoce alguna actuación propuesta que se esté llevando a cabo o que se haya planteado para reducir los daños por inundación? Si la conoce, descríbala brevemente.

XXXX

19. ¿Considera que estas intervenciones han surgido efecto?

XXXX

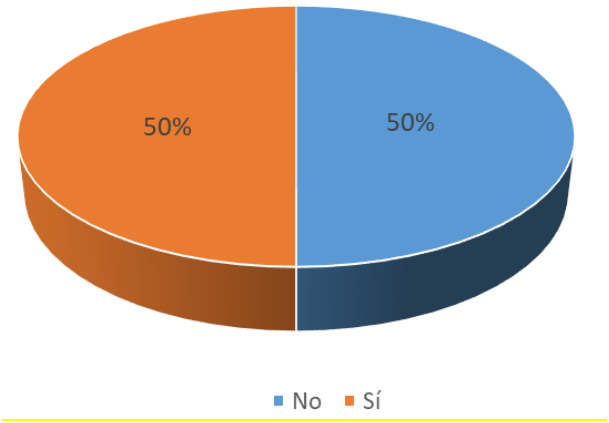


20. ¿Cuál considera que sería la solución para el problema de inundaciones en Hinojares?

XXXX

21. ¿Considera que el estado y mantenimiento de los cauces del entorno es adecuado?

XXXX



22. ¿Estaría en contra de algún tipo de intervención concreta? ¿Cuál?

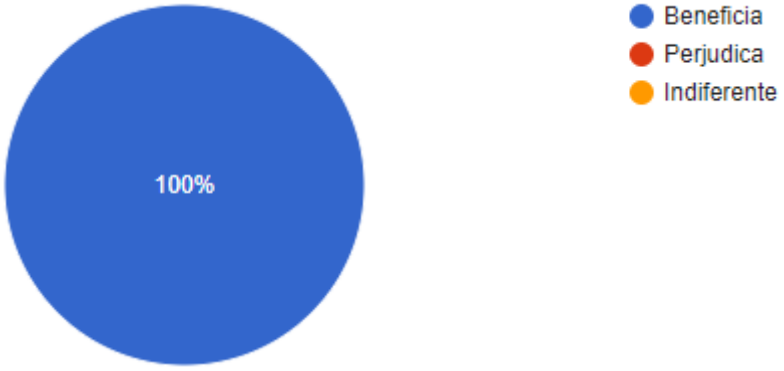
XXXX

23. ¿Conoce alguna intervención que se haya ejecutado anteriormente para controlar las inundaciones? ¿Considera que estas intervenciones han surgido efecto?

XXXX

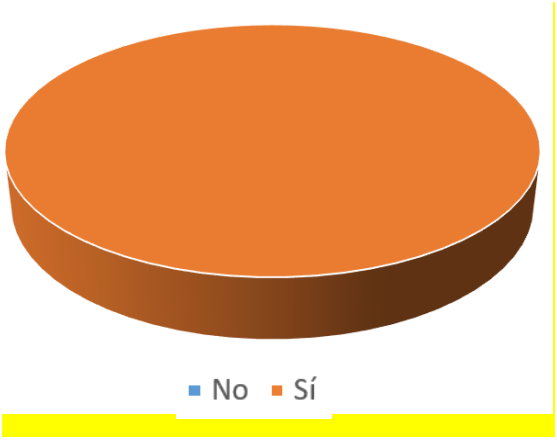
24. ¿A título personal esta obra le beneficia, le perjudica o le es indiferente? ¿En qué sentido?

XXXX



25. ¿Considera que realizar intervenciones es positivo para el desarrollo de su municipio?

XXXX



26. ¿Quiere comentar alguna cosa más?

XXXX

1.2.2. Resumen de resultados

XXXXXX

1.3. Cálculo de la población afectada

La población total del municipio de Hinojares, asciende a 335 personas según las cifras del padrón de 2022 del INE.



Figura 3. Evolución de la población en Hinojares según el INE.

El cálculo de la población afectada dentro de zona inundable se ha realizado a partir de los datos de la población empadronada para obtener la densidad de población siguiendo la metodología de la "Propuesta de Mínimos para la Realización de los Mapas de Riesgo de Inundación. Actualización de la metodología de elaboración de la cartografía de peligrosidad y riesgo de inundación. Directiva de Inundaciones – 2º Ciclo. Versión 2" (MITECO, 2022). Los pasos seguidos son:

- Determinación de la población actual por sección censal. Se realizará a partir del padrón de 2022, último dato disponible en el INE. Según este padrón de 2022 la población de Hinojares es de 335 habitantes, en una única sección censal;
- Identificación de las secciones censales que intersecan con la zona inundable de 500 años de periodo de retorno. El total de esta población se ha denominado población potencial;
- Elaboración de la capa de edificaciones para las secciones censales seleccionadas a partir del BTN/BCN.

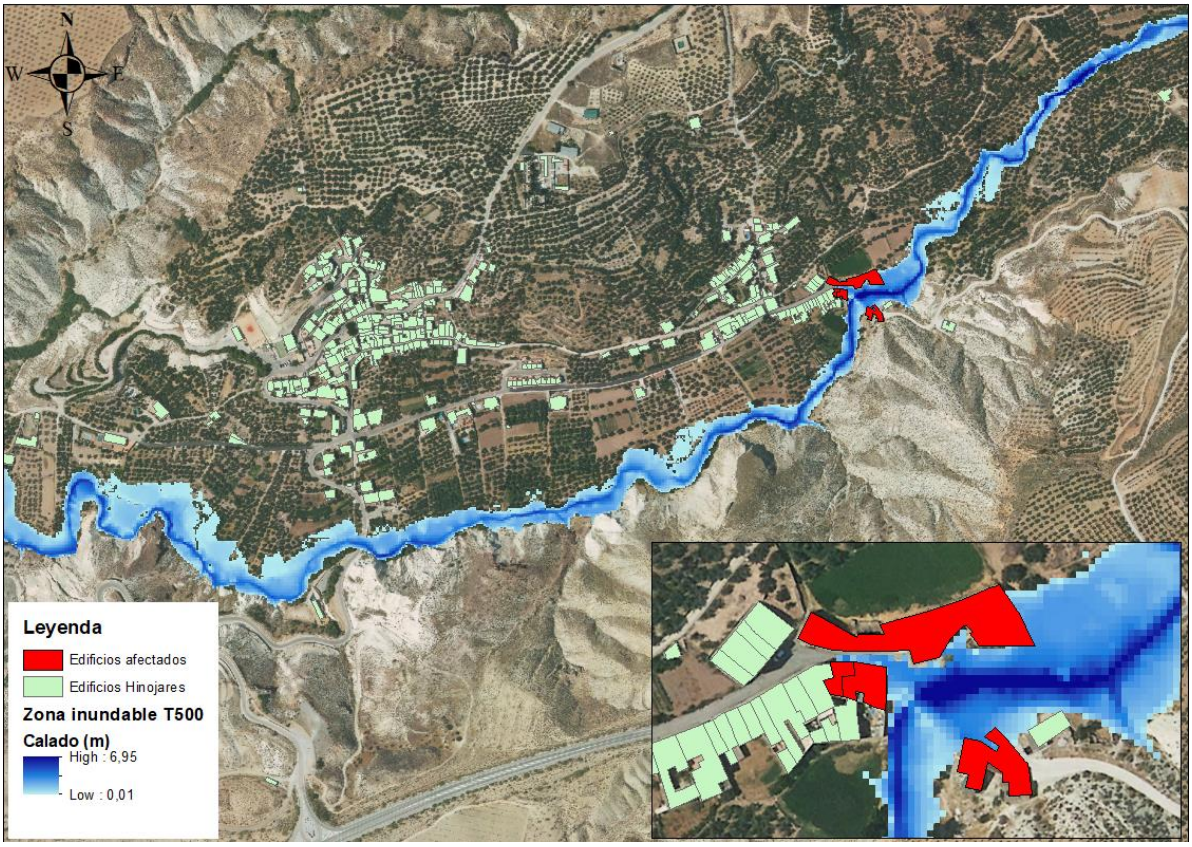


Figura 4. Capa de edificaciones de la población de Hinojares, edificaciones afectadas y la zona inundable de T500.

- Cálculo de la densidad de población en base a la superficie de los edificios por sección censal. Así, se divide la población de cada sección censal entre el sumatorio de la superficie de edificios de cada sección censal, hallando la densidad de población que luego será multiplicada por la superficie de intersección con la zona inundable por cada periodo de retorno (10, 100 y 500 años). Este dato corresponde a la denominada población afectada.

La siguiente tabla muestra la población afectada por alternativa y periodo de retorno:

	Población afectada (Nº habitantes)						
Periodo de retorno	**Alt0**	**Alt1**	**Alt2**	**Alt3**	**Alt4**	**Alt5.1**	**Alt5.2**
T010	8	0	0	0	0	0	0
T100	8	0	0	0	0	0	0
T500	9	9	8	1	1	3	3

Tabla 3. Población afectada en la zona de estudio para diferentes alternativas y periodo de retorno. Nota: la situación actual se representa con el puente del Barrio Alto obturado.

En la tabla anterior se aprecia como todas las alternativas presentan una reducción total de la población afectada para los periodos de retorno T10 y T100 respecto a la situación actual

(alternativa 0). En cuanto a T500, se observa que las alternativas 1 y 2 apenas reducen la población afectada mientras que para las alternativas 3 y 4 esta reducción es casi total.

Estos valores podrían variar respecto a la realidad ya que consultando *Google Maps* se aprecia que algunas de las edificaciones afectadas parecen estar deshabitadas.

2. Disponibilidad de los terrenos

Las actuaciones de la alternativa seleccionada (alternativa 5.2) se encuentran en su totalidad dentro del ámbito del DPH cartográfico del río Turrillas. Por tanto, son terrenos de titularidad pública y no se hace necesaria la ejecución de ninguna expropiación. En la siguiente imagen se muestra la ubicación aproximada de la barrera permeable prevista respecto al DPH cartográfico y al Catastro. Se puede observar que el DPH cartográfico (en verde oscuro) es mayor que el DPH catastral (líneas azules) y que se ajusta mejor a la realidad del terreno.

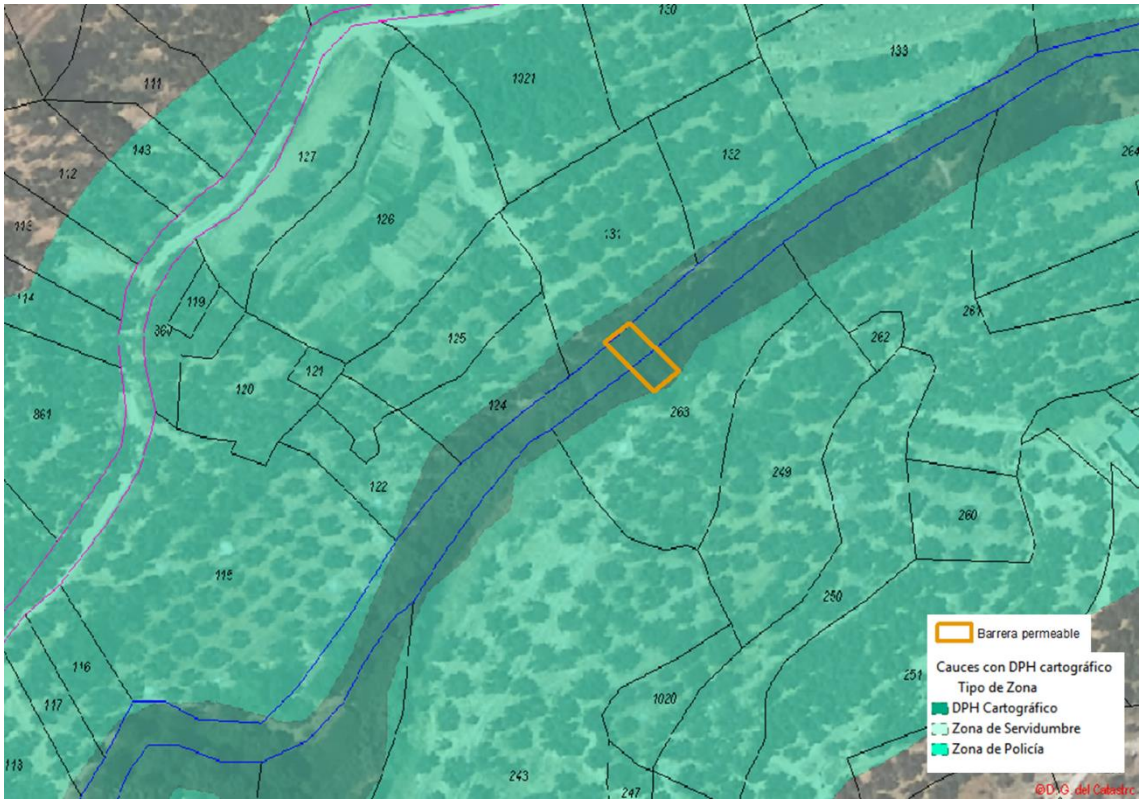


Figura 5. Ubicación de la barrera permeable prevista en la alternativa seleccionada respecto al DPH cartográfico y al Catastro (el DPH catastral se muestra con líneas azules).

La zona donde se instalaría la barrera permeable se encuentra alejada del núcleo urbano (475 metros aguas arriba del puente del Barrio Alto), en una zona rural donde predominan las plantaciones de olivo. Se ha comprobado el Plan General de Ordenación Urbana de Hinojares, a través del sistema Consulta de planes urbanísticos y territoriales de Andalucía (Junta de Andalucía) y en dicha zona no se prevé la recalificación en suelo urbano o la construcción de nuevas edificaciones.

3. Objetivos de desarrollo sostenible (ODS)

Por último, se ha procedido a una evaluación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible a los que se contribuye con la ejecución de este proyecto en su entorno directo, en la provincia de Jaén y en la comarca de la Sierra de Cazorla.

Con el fin de extender y ampliar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (fijados en el año 2000 y con meta en el año 2015), el 25 de septiembre de 2015 los líderes mundiales adoptaron en la Asamblea General de las Naciones Unidas un conjunto de nuevos objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. Cada objetivo tiene metas específicas que deben alcanzarse en los próximos 15 años. Así, la Agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible se aprobó por la ONU en el año 2015. En definitiva, se trata de una hoja de ruta por la que los países tendrán la oportunidad de avanzar mejorando las condiciones de vida.



Figura 6. Objetivos de Desarrollo Sostenible

Esta agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas en los que se incluyen todos los aspectos relacionados con nuestra sociedad, el medio en el que vivimos e incluso el diseño de la economía y las ciudades, incluyendo nuevos elementos como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible y la paz, y la justicia, entre otras prioridades.

Los ODS no son legalmente obligatorios, pero si se espera que los países y gobiernos los adopten como suyos y establezcan políticas nacionales para logarlos.

Teniendo en cuenta que estos objetivos y que sus metas incluyen todos los aspectos más importantes para que la sociedad evolucione de una forma sostenible, se han evaluado los

siguientes ODS desde el punto de vista de los riesgos y medidas ante inundaciones, junto con 32 de las 169 metas:

ODS 1	FIN DE LA POBREZA
ODS 2	HAMBRE CERO
ODS 3	SALUD Y BIENESTAR
ODS 6	AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO
ODS 8	TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO
ODS 9	INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS
ODS 10	REDUCCIÓN DE LAS DESIGUALDADES
ODS 11	CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES
ODS 12	PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES
ODS 13	ACCIÓN POR EL CLIMA
ODS 14	VIDA SUBMARINA
ODS 15	VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES
ODS 16	PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS
ODS 17	ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS

Figura 7. Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la gestión de inundaciones

Este análisis se ha llevado a cabo desde el punto de vista del caso de España, sin estimar datos cuantitativos y aplicando el punto de vista en el que se considera como mejora cuando se evitan las pérdidas o daños en el caso de los eventos desfavorables de las inundaciones.

Desde el punto de vista de las actuaciones previstas en la alternativa seleccionada, contribuyen a la consecución de las siguientes metas de los ODS:

ODS 1	**FIN DE LA POBREZA**
1.5. Para 2030, fomentar la resiliencia de los pobres y las personas que se encuentran en situaciones vulnerables y reducir su exposición y vulnerabilidad a los fenómenos extremos relacionados con el clima y otras crisis y desastres económicos, sociales y ambientales	
ODS 2	**HAMBRE CERO**
2.3. Para 2030, duplicar la productividad agrícola y los ingresos de los productores de alimentos en pequeña escala, en particular las mujeres, los pueblos indígenas, los agricultores familiares, los pastores y los pescadores, entre otras cosas mediante un acceso seguro y equitativo a las tierras, a otros recursos de producción e insumos, conocimientos, servicios financieros, mercados y oportunidades para la generación de valor añadido y empleos no agrícolas	
2.4. Para 2030, asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos y aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción, contribuyan al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático, los fenómenos meteorológicos extremos, las sequías, las inundaciones y otros desastres, y mejoren progresivamente la calidad del suelo y la tierra	
ODS 3	**SALUD Y BIENESTAR**
3.d. Reforzar la capacidad de todos los países, en particular los países en desarrollo, en materia de alerta temprana, reducción de riesgos y gestión de los riesgos para la salud nacional y mundial	
ODS 6	**AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO**
6.6. De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos	
6.b. Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento	
ODS 8	**TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO**
8.1. Mantener el crecimiento económico per cápita de conformidad con las circunstancias nacionales y, en particular, un crecimiento del producto interno bruto de al menos el 7% anual en los países menos adelantados	

8.8. Proteger los derechos laborales y promover un entorno de trabajo seguro y sin riesgos para todos los trabajadores, incluidos los trabajadores migrantes, en particular las mujeres migrantes y las personas con empleos precarios	
ODS 9	**INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURAS**
9.1. Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos	
ODS 11	**CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES**
11.5. De aquí a 2030, reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas económicas directas provocadas por los desastres en comparación con el producto interno bruto mundial, haciendo hincapié en la protección de los pobres y las personas en situaciones de vulnerabilidad	
11.b. De aquí a 2020, aumentar considerablemente el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la gestión integral de los riesgos de desastre a todos los niveles	
ODS 12	**PRODUCCIÓN Y CONSUMO RESPONSABLES**
12.7. Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales	
ODS 13	**ACCIÓN POR EL CLIMA**
13.1. Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países	
13.2. Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales	
13.3. Mejorar la educación, la sensibilización y la capacidad humana e institucional respecto de la mitigación del cambio climático, la adaptación a él, la reducción de sus efectos y la alerta temprana	
ODS 15	**VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES**
15.1. Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales	
15.5. Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción	
15.a. Movilizar y aumentar de manera significativa los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad biológica y los ecosistemas	
ODS 16	**PAZ, JUSTICIA E INSTITUCIONES SÓLIDAS**
16.7. Garantizar la adopción en todos los niveles de decisiones inclusivas, participativas y representativas que respondan a las necesidades	
ODS 17	**ALIANZAS PARA LOGRAR LOS OBJETIVOS**
Cuestiones sistémicas	Coherencia normativa e institucional
	17.14. Mejorar la coherencia de las políticas para el desarrollo sostenible

Tabla 4. Metas y objetivos de Desarrollo Sostenible conseguidos con el proyecto.

4. Conclusiones

- Se ha encontrado información de referencia en la que se constata que se han producido eventos pasados de inundación en Hinojares en los que se produjeron daños y que hay una necesidad de ejecución de actuaciones para reducir el riesgo. Destaca la inclusión en el PGRI de 2º ciclo del Guadalquivir de una medida para realizar un "Estudio coste – beneficio de mejora del drenaje del puente del Barrio Alto (Hinojares)";
- Del análisis social XXX;
- El municipio de Hinojares es de pequeño tamaño, con una población potencialmente afectada por una inundación reducida. Las alternativas planteadas en el análisis coste-beneficio reducen esta población afectada, especialmente para 10 y 100 años de periodo de retorno;
- Las actuaciones previstas en la alternativa seleccionada contribuyen a la consecución de 12 de las 17 metas de los ODS.

ANEXO 1. RESUMEN ENCUESTA

ANEXO 2. COMUNICACIÓN CON LOS AYUNTAMIENTOS

Código seguro de Verificación : GEISER-6ebe-e13c-d4c3-4f2e-ae3c-4fc4-8baf-9d2f | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Confederación
Hidrográfica del Guadalquivir

Documento firmado electrónicamente

Firmado por	Fecha de firma	Sello de tiempo
RAFAEL POYATO SALAMANCA	06/02/2023 13:18:49	06/02/2023 13:18:55

URL de validación	https://sede.magrama.gob.es https://pfirma.chguadalquivir.es/gestorcsv

Código CSV

MA0010U0JHJ0DLGMN6ZFJKLAHJPHMIOVH4

Este documento es una copia en soporte papel de un documento electrónico según lo dispuesto en el artículo 27 de la Ley 39/2015 del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas y la Norma Técnica de Interoperabilidad de Procedimientos de copiado auténtico y conversión entre documentos electrónicos.

Código seguro de Verificación : GEISER-6ebe-e13c-d4c3-4f2e-ae3c-4fc4-8baf-9d2f | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
ZONA DE CÓRDOBA
Servicio de Actuaciones en Cauces

O F I C I O

S/REF.
N/REF.
FECHA 06 de febrero de 2023.
ASUNTO **Encuesta ACB.**

AYUNTAMIENTO DE HINOJARES

A/A SR. ALCALDE (MARÓN MARTINEZ SEVILLA)

La Dirección General del Agua, del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, está elaborando los trabajos de "Revisión y actualización de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de las cuencas de las demarcaciones hidrográficas intercomunitarias e implantación de varias medidas", Lote 6, ámbito de gestión de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Clave: 21.499-0005/0411_LOTE 6.

Dentro de estos trabajos de revisión y actualización del PGRI del Guadalquivir, AQUATEC, Proyectos para el sector del agua, S.A.U., como empresa adjudicataria de dicho contrato y bajo la dirección de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir O.A., está elaborando diversos estudios de Análisis de Coste – Beneficio recogidos en dicho PGRI, que estudian posibles actuaciones para reducir el riesgo de inundación en determinadas zonas. Uno de estos Análisis de Coste – Beneficio se localiza en el municipio de Hinojares, el denominado "Estudio coste – beneficio de mejora del drenaje del puente del Barrio Alto (Hinojares)".

El objetivo de los Análisis de Coste – Beneficio es la evaluación de la rentabilidad económica, social y medioambiental de las diferentes alternativas de actuación propuestas. Para ello, se realiza una recopilación de antecedentes, análisis de su funcionalidad en materia de reducción del riesgo de inundación existente, estudios de coste - beneficio, de compatibilidad con los objetivos ambientales de los planes hidrológicos, disponibilidad de terrenos, apoyo social, etc.

Para analizar la demanda y viabilidad social de la actuación se realizan una serie de encuestas en las que se consulta sobre los problemas de inundaciones en el municipio, medidas adoptadas y posibles soluciones, con el objeto de valorar la percepción del riesgo de inundación en el municipio y la aceptación y rechazo de las actuaciones planteadas.

Por este motivo, es necesario identificar a los principales agentes sociales en el municipio, consiguiendo una muestra de personas o grupos de interés que se consideren más representativas en la actualidad.

Por todo lo expuesto, **solicitamos la colaboración del Excelentísimo Ayuntamiento de Hinojares para la recopilación de los datos de contacto de los diferentes agentes sociales existentes en el municipio.**

Este listado debería incluir: equipo del gobierno municipal, partidos políticos con representación municipal, principales asociaciones ecologistas, asociaciones agrarias, asociaciones de comercio/empresariales, comunidades de regantes, ONGs y otros grupos de actividad.

Para la realización de esta encuesta, cumpliendo con la Ley de Protección de Datos, se rogaría facilitasen los nombres, correos electrónicos, teléfonos o webs oficiales, de los agentes sociales citados, sin particularizar en persona alguna.

http://www.chguadalquivir.es

Avda. del Brillante, 57
14012-Córdoba
TEL: 957 76 85 79
FAX: 957 76 87 97

Firmado electrónicamente.
CSV: MA0010U0JHJ0DLGMN6ZFJKLAHJPHMIOVH4

ÁMBITO- PREFIJO	CSV	FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
GEISER	**GEISER-6ebe-e13c-d4c3-4f2e-ae3c-4fc4-8baf-9d2f**	**06/02/2023 14:34:19 Horario peninsular**
Nº registro	DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN	Validez del documento
REGAGE23s00007581731	**https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida**	**Original**

GEISER-6ebe-e13c-d4c3-4f2e-ae3c-4fc4-8baf-9d2f

Código seguro de Verificación : GEISER-6ebe-e13c-d4c3-4f2e-ae3c-4fc4-8baf-9d2f | Puede verificar la integridad de este documento en la siguiente dirección : https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida

Las encuestas se realizarán preferentemente mediante un formulario online en internet, pudiendo, en caso de ser necesario realizarse telefónicamente o vía correo electrónico, según la preferencia de la persona encuestada.

En cumplimiento de la Ley de Protección de Datos, en el caso de que el Ayuntamiento proporcione datos personales, no siendo esto lo requerido, las personas encuestadas serán informadas sobre quien facilitó su teléfono, dirección de correo, etc. o si estos se consiguieron en una web pública. Es importante que los datos que se faciliten se encuentren en directorios públicos. En caso de enviar un número telefónico personal no se debe acompañar con el nombre de la persona propietaria. En el caso de identificar organismos, asociaciones, etc. el contacto se obtendría en servicios públicos como las páginas amarillas, páginas web o similar.

Las respuestas de la encuesta finalmente se volcarán en una base de datos, de la que se extraerán conclusiones sobre el grado de aceptación o de rechazo del proyecto, el grado del conocimiento del problema de las inundaciones, etc.

Agradeciendo de antemano su colaboración, reciba un cordial saludo.

EL INGENIERO JEFE DEL SERVICIO
DE ACTUACIONES EN CAUCES

Fdo.: Rafael Poyato Salamanca

http://www.chguadalquivir.es

Avda. del Brillante, 57
14012-Córdoba
TEL: 957 76 85 79
FAX: 957 76 87 97

Firmado electrónicamente.
CSV: MA0010U0JHJ0DLGMN6ZFJKLAHJPHMIOVH4

ÁMBITO- PREFIJO	CSV	FECHA Y HORA DEL DOCUMENTO
GEISER	**GEISER-6ebe-e13c-d4c3-4f2e-ae3c-4fc4-8baf-9d2f**	**06/02/2023 14:34:19 Horario peninsular**
Nº registro	DIRECCIÓN DE VALIDACIÓN	Validez del documento
REGAGE23s00007581731	**https://sede.administracionespublicas.gob.es/valida**	**Original**

GEISER-6ebe-e13c-d4c3-4f2e-ae3c-4fc4-8baf-9d2f

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

APÉNDICE Nº7

CARACTERIZACIÓN DE LA PELIGROSIDAD Y RIESGO DE LAS ALTERNATIVAS

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

APÉNDICE Nº7

CARACTERIZACIÓN DE LA PELIGROSIDAD Y RIESGO DE LAS ALTERNATIVAS

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-0
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Superficie ZI (km2)	**T10**	0,0645
	T100	0,0871
	T500	0,107

Caudal (m3/s)	**Q10**	23
	Q100	50
	Q500	81

Velocidades (m/s) y calados (m) en las zonas inundables (sin considerar el cauce)	**Velocidad media T10**	**Velocidad media T100**	**Velocidad media T500**	**Calado medio T10**	**Calado medio T100**	**Calado medio T500**
	0,493	0,725	0,899	0,419	0,453	0,522

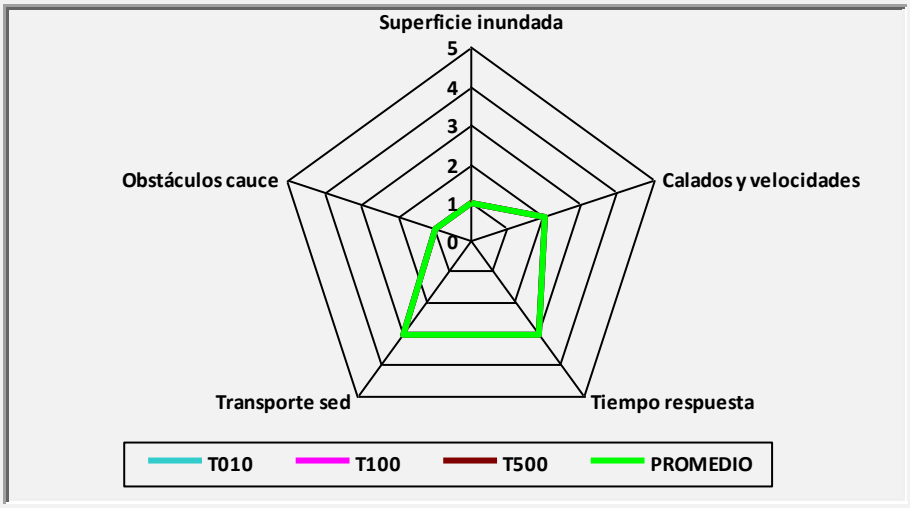
	T10	T100	T500
Tiempo de respuesta (Muy rápido, Rápido, Moderado, Lento, Sin afección)	Rápido	Rápido	Rápido
Pendiente cauce principal (%)	2,744		
Transporte de sedimentos (Muy alto, Alto, Medio, Bajo)	Alto		

Características de la regulación del régimen de caudales	Sin Regulación

Infraestructuras /obstáculos en el cauce (Grado de afección en el flujo de la corriente)		
	T10	Bajo
	T100	Bajo
	T500	Bajo

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Característica a valorar	Peso	Peligrosidad			
		T10	T100	T500	Promedio
Superficie inundada	0,4	1	1	1	1,0
Calados y velocidades	0,2	2	2	2	2,0
Tiempo de respuesta	0,2	3	3	3	3,0
Transporte de sedimentos	0,1	3	3	3	3,0
Obstáculos en el cauce	0,1	1	1	1	1,0
Peligrosidad global		1,8	1,8	1,8	1,8
Corrección grado de regulación en la cuenca	-0,2	0	0	0	
Peligrosidad global ponderando la regulación	0,8	1,8	1,8	1,8	**1,8**



Observaciones

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-1
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Superficie ZI (km2)	**T10**	0,063
	T100	0,0861
	T500	0,107

Caudal (m3/s)	**Q10**	23
	Q100	50
	Q500	81

Velocidades (m/s) y calados (m) en las zonas inundables (sin considerar el cauce)	**Velocidad media T10**	**Velocidad media T100**	**Velocidad media T500**	**Calado medio T10**	**Calado medio T100**	**Calado medio T500**
	0,489	0,741	0,924	0,216	0,345	0,479

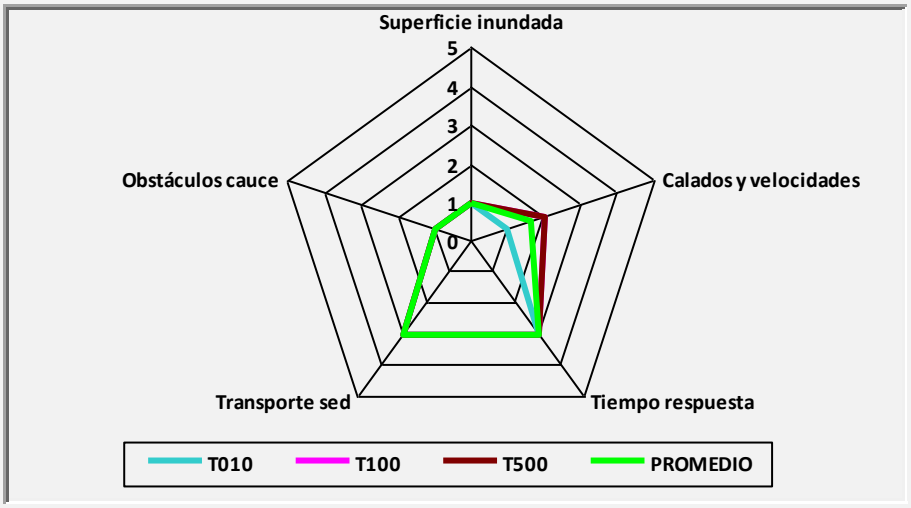
	T10	T100	T500
Tiempo de respuesta (Muy rápido, Rápido, Moderado, Lento, Sin afección)	Rápido	Rápido	Rápido
Pendiente cauce principal (%)	2,744		
Transporte de sedimentos (Muy alto, Alto, Medio, Bajo)	Alto		

Características de la regulación del régimen de caudales	Sin Regulación

Infraestructuras /obstáculos en el cauce (Grado de afección en el flujo de la corriente)		
	T10	Bajo
	T100	Bajo
	T500	Bajo

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Característica a valorar	Peso	Peligrosidad			
		T10	T100	T500	Promedio
Superficie inundada	0,4	1	1	1	1,0
Calados y velocidades	0,2	1	2	2	1,6
Tiempo de respuesta	0,2	3	3	3	3,0
Transporte de sedimentos	0,1	3	3	3	3,0
Obstáculos en el cauce	0,1	1	1	1	1,0
Peligrosidad global		1,6	1,8	1,8	1,7
Corrección grado de regulación en la cuenca	-0,2	0	0	0	
Peligrosidad global ponderando la regulación	0,8	1,6	1,8	1,8	**1,7**



Observaciones

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-2
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Superficie ZI (km2)	**T10**	0,0629
	T100	0,0858
	T500	0,107

Caudal (m3/s)	**Q10**	23
	Q100	50
	Q500	81

Velocidades (m/s) y calados (m) en las zonas inundables (sin considerar el cauce)	**Velocidad media T10**	**Velocidad media T100**	**Velocidad media T500**	**Calado medio T10**	**Calado medio T100**	**Calado medio T500**
	0,523	0,755	0,903	0,224	0,349	0,495

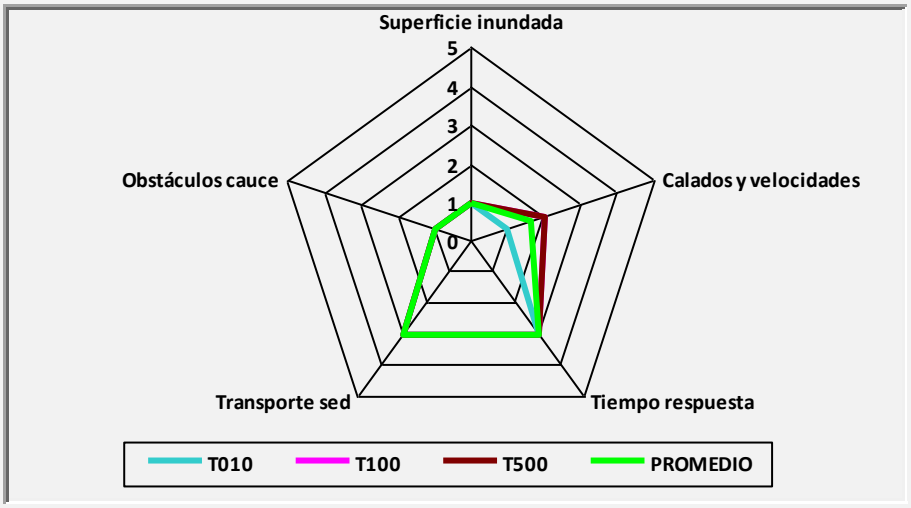
	T10	T100	T500
Tiempo de respuesta (Muy rápido, Rápido, Moderado, Lento, Sin afección)	Rápido	Rápido	Rápido
Pendiente cauce principal (%)	2,744		
Transporte de sedimentos (Muy alto, Alto, Medio, Bajo)	Alto		

Características de la regulación del régimen de caudales	Sin Regulación

Infraestructuras /obstáculos en el cauce (Grado de afección en el flujo de la corriente)		
	T10	Bajo
	T100	Bajo
	T500	Bajo

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Característica a valorar	Peso	Peligrosidad			
		T10	T100	T500	Promedio
Superficie inundada	0,4	1	1	1	1,0
Calados y velocidades	0,2	1	2	2	1,6
Tiempo de respuesta	0,2	3	3	3	3,0
Transporte de sedimentos	0,1	3	3	3	3,0
Obstáculos en el cauce	0,1	1	1	1	1,0
Peligrosidad global		1,6	1,8	1,8	1,7
Corrección grado de regulación en la cuenca	-0,2	0	0	0	
Peligrosidad global ponderando la regulación	0,8	1,6	1,8	1,8	**1,7**



Observaciones

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-3
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Superficie ZI (km2)	**T10**	0,063
	T100	0,0857
	T500	0,106

Caudal (m3/s)	**Q10**	23
	Q100	50
	Q500	81

Velocidades (m/s) y calados (m) en las zonas inundables (sin considerar el cauce)	**Velocidad media T10**	**Velocidad media T100**	**Velocidad media T500**	**Calado medio T10**	**Calado medio T100**	**Calado medio T500**
	0,526	0,751	0,923	0,225	0,35	0,434

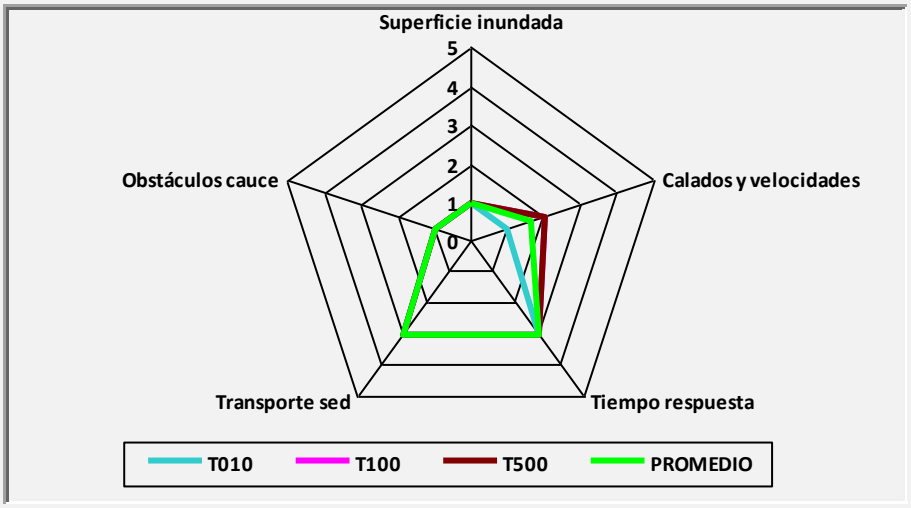
	T10	T100	T500
Tiempo de respuesta (Muy rápido, Rápido, Moderado, Lento, Sin afección)	Rápido	Rápido	Rápido
Pendiente cauce principal (%)	2,744		
Transporte de sedimentos (Muy alto, Alto, Medio, Bajo)	Alto		

Características de la regulación del régimen de caudales	Sin Regulación

Infraestructuras /obstáculos en el cauce (Grado de afección en el flujo de la corriente)		
	T10	Bajo
	T100	Bajo
	T500	Bajo

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Característica a valorar	Peso	Peligrosidad			
		T10	T100	T500	Promedio
Superficie inundada	0,4	1	1	1	1,0
Calados y velocidades	0,2	1	2	2	1,6
Tiempo de respuesta	0,2	3	3	3	3,0
Transporte de sedimentos	0,1	3	3	3	3,0
Obstáculos en el cauce	0,1	1	1	1	1,0
Peligrosidad global		1,6	1,8	1,8	1,7
Corrección grado de regulación en la cuenca	-0,2	0	0	0	
Peligrosidad global ponderando la regulación	0,8	1,6	1,8	1,8	**1,7**



Observaciones

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-4
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Superficie ZI (km2)	**T10**	0,063
	T100	0,0857
	T500	0,106

Caudal (m3/s)	**Q10**	23
	Q100	50
	Q500	81

Velocidades (m/s) y calados (m) en las zonas inundables (sin considerar el cauce)	**Velocidad media T10**	**Velocidad media T100**	**Velocidad media T500**	**Calado medio T10**	**Calado medio T100**	**Calado medio T500**
	0,526	0,751	0,923	0,225	0,35	0,434

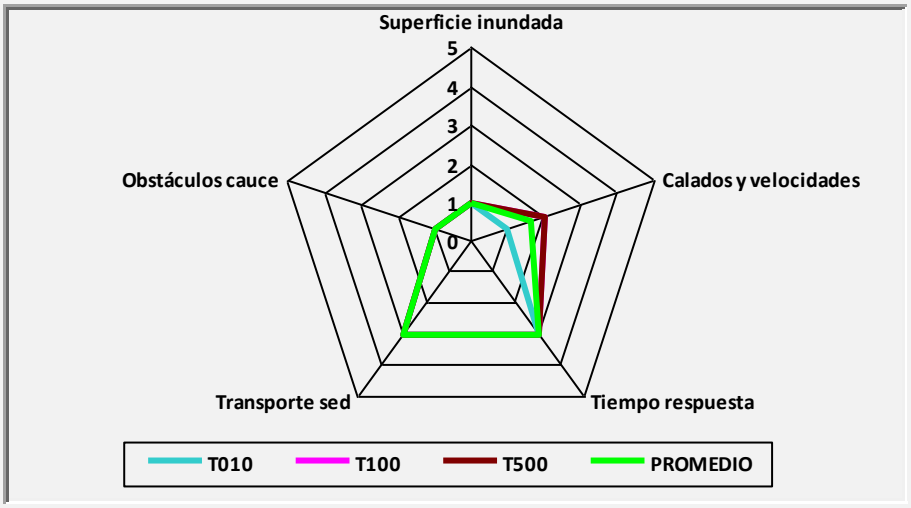
	T10	T100	T500
Tiempo de respuesta (Muy rápido, Rápido, Moderado, Lento, Sin afección)	Rápido	Rápido	Rápido
Pendiente cauce principal (%)	2,744		
Transporte de sedimentos (Muy alto, Alto, Medio, Bajo)	Alto		

Características de la regulación del régimen de caudales	Sin Regulación

Infraestructuras /obstáculos en el cauce (Grado de afección en el flujo de la corriente)		
	T10	Bajo
	T100	Bajo
	T500	Bajo

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Característica a valorar	Peso	Peligrosidad			
		T10	T100	T500	Promedio
Superficie inundada	0,4	1	1	1	1,0
Calados y velocidades	0,2	1	2	2	1,6
Tiempo de respuesta	0,2	3	3	3	3,0
Transporte de sedimentos	0,1	3	3	3	3,0
Obstáculos en el cauce	0,1	1	1	1	1,0
Peligrosidad global		1,6	1,8	1,8	1,7
Corrección grado de regulación en la cuenca	-0,2	0	0	0	
Peligrosidad global ponderando la regulación	0,8	1,6	1,8	1,8	**1,7**



Observaciones

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-5.1
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Superficie ZI (km2)	**T10**	0,0629
	T100	0,0857
	T500	0,106

Caudal (m3/s)	**Q10**	23
	Q100	50
	Q500	81

Velocidades (m/s) y calados (m) en las zonas inundables (sin considerar el cauce)	**Velocidad media T10**	**Velocidad media T100**	**Velocidad media T500**	**Calado medio T10**	**Calado medio T100**	**Calado medio T500**
	0,492	0,743	0,922	0,219	0,345	0,433

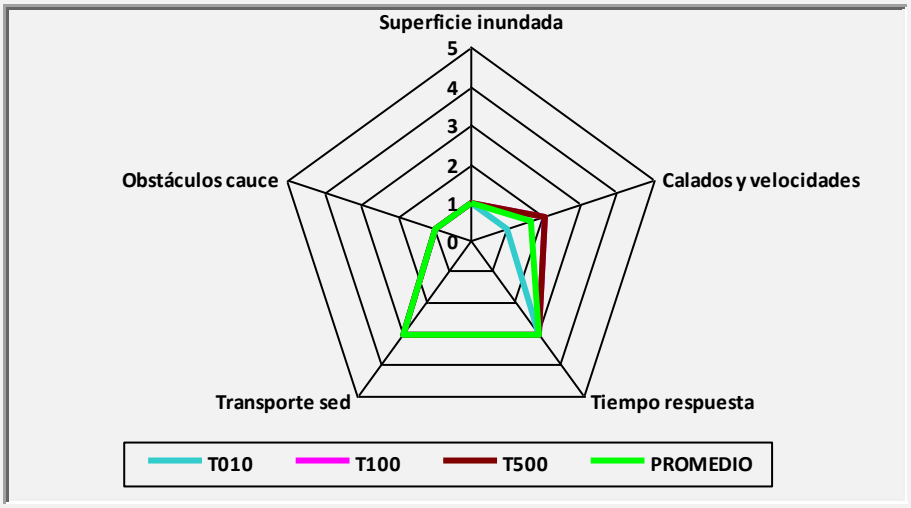
	T10	T100	T500
Tiempo de respuesta (Muy rápido, Rápido, Moderado, Lento, Sin afección)	Rápido	Rápido	Rápido
Pendiente cauce principal (%)	2,744		
Transporte de sedimentos (Muy alto, Alto, Medio, Bajo)	Alto		

Características de la regulación del régimen de caudales	Sin Regulación

Infraestructuras /obstáculos en el cauce (Grado de afección en el flujo de la corriente)		
	T10	Bajo
	T100	Bajo
	T500	Bajo

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Característica a valorar	Peso	Peligrosidad			
		T10	T100	T500	Promedio
Superficie inundada	0,4	1	1	1	1,0
Calados y velocidades	0,2	1	2	2	1,6
Tiempo de respuesta	0,2	3	3	3	3,0
Transporte de sedimentos	0,1	3	3	3	3,0
Obstáculos en el cauce	0,1	1	1	1	1,0
Peligrosidad global		1,6	1,8	1,8	1,7
Corrección grado de regulación en la cuenca	-0,2	0	0	0	
Peligrosidad global ponderando la regulación	0,8	1,6	1,8	1,8	**1,7**



Observaciones

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-5.2
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Superficie ZI (km2)	**T10**	0,0629
	T100	0,0857
	T500	0,106

Caudal (m3/s)	**Q10**	23
	Q100	50
	Q500	81

Velocidades (m/s) y calados (m) en las zonas inundables (sin considerar el cauce)	**Velocidad media T10**	**Velocidad media T100**	**Velocidad media T500**	**Calado medio T10**	**Calado medio T100**	**Calado medio T500**
	0,492	0,743	0,922	0,219	0,345	0,433

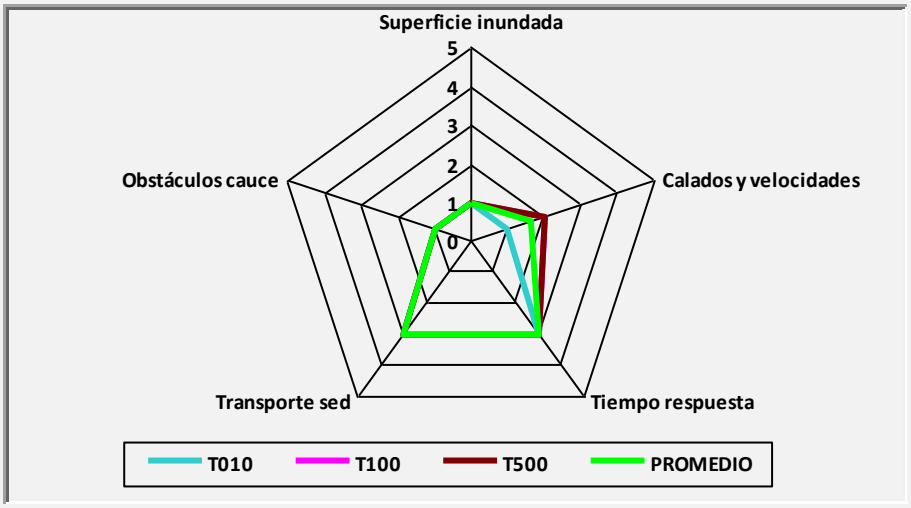
	T10	T100	T500
Tiempo de respuesta (Muy rápido, Rápido, Moderado, Lento, Sin afección)	Rápido	Rápido	Rápido
Pendiente cauce principal (%)	2,744		
Transporte de sedimentos (Muy alto, Alto, Medio, Bajo)	Alto		

Características de la regulación del régimen de caudales	Sin Regulación

Infraestructuras /obstáculos en el cauce (Grado de afección en el flujo de la corriente)		
	T10	Bajo
	T100	Bajo
	T500	Bajo

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Característica a valorar	Peso	Peligrosidad			
		T10	T100	T500	Promedio
Superficie inundada	0,4	1	1	1	1,0
Calados y velocidades	0,2	1	2	2	1,6
Tiempo de respuesta	0,2	3	3	3	3,0
Transporte de sedimentos	0,1	3	3	3	3,0
Obstáculos en el cauce	0,1	1	1	1	1,0
Peligrosidad global		1,6	1,8	1,8	1,7
Corrección grado de regulación en la cuenca	-0,2	0	0	0	
Peligrosidad global ponderando la regulación	0,8	1,6	1,8	1,8	**1,7**



Observaciones

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO POR ALTERNATIVA

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-0
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Población

	T10	T100	T500
Pob. total municipios en subtramo ARPSI	335	335	335
Población estimada en zona inundable	8	8	9

Otras afecciones significativas a la población

Afección a las prinicpales actividades económicas

Superficies afectadas (ha)	T10	T100	T500
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	0,94	2,11	3,53
Total Agrícola	**0,94**	**2,11**	**3,53**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentrada	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,01	0,02	0,02
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00

Estimación pérdidas económicas (€)	Total T10	Total T100	Total T500	Riesgo anual
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	9.400,44	21.149,96	35.287,39	1.222,12
Total Agrícola	**9.400,44**	**21.149,96**	**35.287,39**	**1.222,12**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentr.	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	40.581,59	57.336,11	73.450,92	4.778,42
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales	**49.982,03**	**78.486,07**	**108.738,31**	**6.000,54**

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Resumen sobre puntos de especial importancia afetados

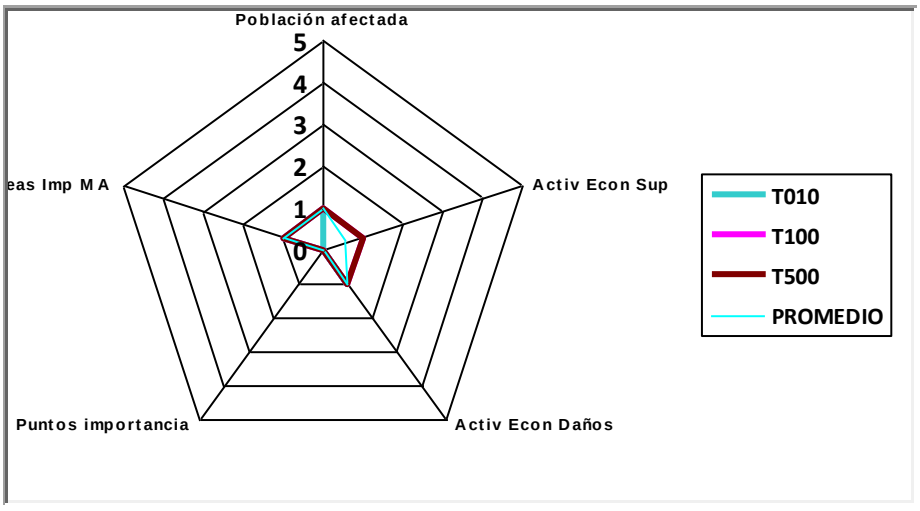
Puntos de interés (en Z.I.)	T10	T100	T500
Nº de industrias IPPC	0	0	0
Nº de EDARs	0	0	0
Nº elementos patrim. cultural	0	0	0
Nº puntos en riesgo	0	0	0

Afecciones a áreas de importancia medio ambiental

	T10	T100	T500
Nº masas de agua DMA	1	1	1
Nº captaciones aguas potables	2	2	2
Nº zonas recreativas	0	0	0
Nº zonas protegidas	1	1	1

Otras afecciones medio ambientales

Característica a valorar	Peso	Caracterización del riesgo			
		T10	T100	T500	Promedio
Población afectada	0,3	1	1	1	1,0
Activ. económicas, superficie	0,15	0	1	1	0,6
Activ. económicas, daños	0,15	1	1	1	1,0
Puntos de importancia	0,2	0	0	0	0,0
Áreas de importancia MA	0,2	1	1	1	1,0
Riesgo global	**1**	0,65	0,8	0,8	0,7



Observaciones

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-1
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Población

	T10	T100	T500
Pob. total municipios en subtramo ARPSI	335	335	335
Población estimada en zona inundable	0	0	9

Otras afecciones significativas a la población

Afección a las prinicpales actividades económicas

Superficies afectadas (ha)	T10	T100	T500
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	0,92	2,10	3,52
Total Agrícola	**0,92**	**2,10**	**3,52**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentrada	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,00	0,00	0,02
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00

Estimación pérdidas económicas (€)	Total T10	Total T100	Total T500	Riesgo anual
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	9.185,90	21.149,96	35.165,97	1.200,42
Total Agrícola	**9.185,90**	**21.149,96**	**35.165,97**	**1.200,42**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentr.	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,00	4.187,07	49.937,43	141,75
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales	**9.185,90**	**25.337,04**	**85.103,40**	**1.342,17**

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Resumen sobre puntos de especial importancia afetados

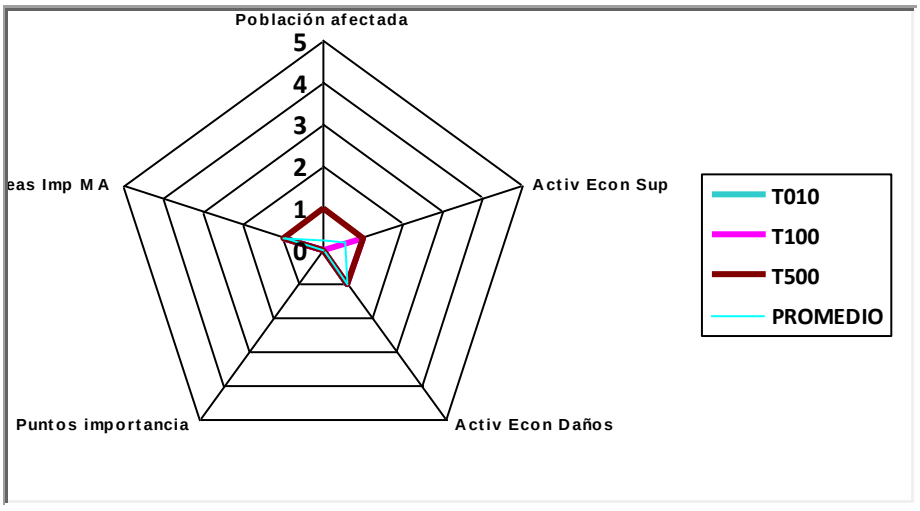
Puntos de interés (en Z.I.)	T10	T100	T500
Nº de industrias IPPC	0	0	0
Nº de EDARs	0	0	0
Nº elementos patrim. cultural	0	0	0
Nº puntos en riesgo	0	0	0

Afecciones a áreas de importancia medio ambiental

	T10	T100	T500
Nº masas de agua DMA	1	1	1
Nº captaciones aguas potables	2	2	2
Nº zonas recreativas	0	0	0
Nº zonas protegidas	1	1	1

Otras afecciones medio ambientales

Característica a valorar	Peso	Caracterización del riesgo			
		T10	T100	T500	Promedio
Población afectada	0,3	0	0	1	0,2
Activ. económicas, superficie	0,15	0	1	1	0,6
Activ. económicas, daños	0,15	1	1	1	1,0
Puntos de importancia	0,2	0	0	0	0,0
Áreas de importancia MA	0,2	1	1	1	1,0
Riesgo global	**1**	0,35	0,5	0,8	0,5



Observaciones

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO POR ALTERNATIVA

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-2
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Población

	T10	T100	T500
Pob. total municipios en subtramo ARPSI	335	335	335
Población estimada en zona inundable	0	0	8

Otras afecciones significativas a la población

Afección a las prinicpales actividades económicas

Superficies afectadas (ha)	T10	T100	T500
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	0,91	2,10	3,51
Total Agrícola	**0,91**	**2,10**	**3,51**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentrada	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,00	0,00	0,01
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00

Estimación pérdidas económicas (€)	Total T10	Total T100	Total T500	Riesgo anual
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	9.141,84	21.000,65	35.089,03	1.194,37
Total Agrícola	**9.141,84**	**21.000,65**	**35.089,03**	**1.194,37**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentr.	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,00	4.187,07	49.937,43	141,75
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales	**9.141,84**	**25.187,72**	**85.026,46**	**1.336,11**

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Resumen sobre puntos de especial importancia afetados

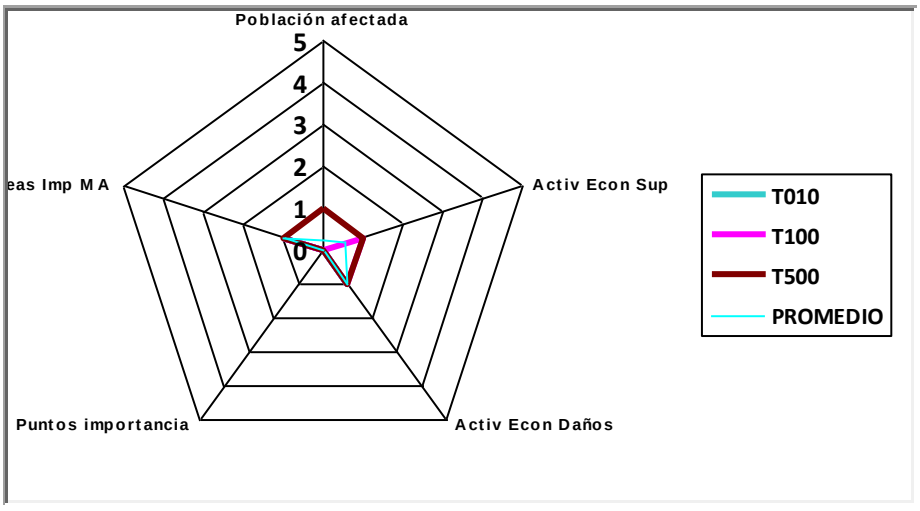
Puntos de interés (en Z.I.)	T10	T100	T500
Nº de industrias IPPC	0	0	0
Nº de EDARs	0	0	0
Nº elementos patrim. cultural	0	0	0
Nº puntos en riesgo	0	0	0

Afecciones a áreas de importancia medio ambiental

	T10	T100	T500
Nº masas de agua DMA	1	1	1
Nº captaciones aguas potables	2	2	2
Nº zonas recreativas	0	0	0
Nº zonas protegidas	1	1	1

Otras afecciones medio ambientales

Característica a valorar	Peso	Caracterización del riesgo			
		T10	T100	T500	Promedio
Población afectada	0,3	0	0	1	0,2
Activ. económicas, superficie	0,15	0	1	1	0,6
Activ. económicas, daños	0,15	1	1	1	1,0
Puntos de importancia	0,2	0	0	0	0,0
Áreas de importancia MA	0,2	1	1	1	1,0
Riesgo global	**1**	0,35	0,5	0,8	0,5



Observaciones

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO POR ALTERNATIVA

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-3
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Población

	T10	T100	T500
Pob. total municipios en subtramo ARPSI	335	335	335
Población estimada en zona inundable	0	0	1

Otras afecciones significativas a la población

Afección a las prinicpales actividades económicas

Superficies afectadas (ha)	T10	T100	T500
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	0,92	2,10	3,51
Total Agrícola	**0,92**	**2,10**	**3,51**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentrada	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,00	0,00	0,01
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00

Estimación pérdidas económicas (€)	Total T10	Total T100	Total T500	Riesgo anual
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	9.155,53	21.198,81	35.138,23	1.197,82
Total Agrícola	**9.155,53**	**21.198,81**	**35.138,23**	**1.197,82**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentr.	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,00	2.633,59	9.985,89	46,31
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales	**9.155,53**	**23.832,40**	**45.124,11**	**1.244,13**

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Resumen sobre puntos de especial importancia afetados

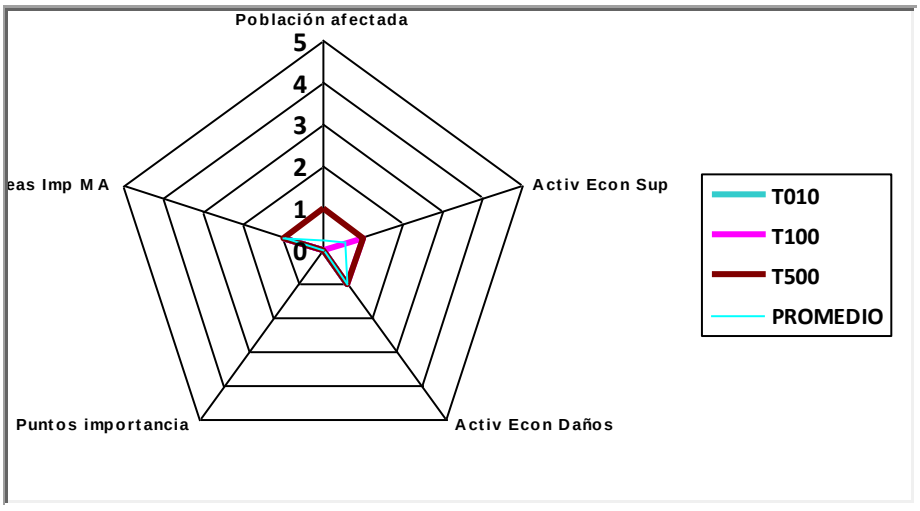
Puntos de interés (en Z.I.)	T10	T100	T500
Nº de industrias IPPC	0	0	0
Nº de EDARs	0	0	0
Nº elementos patrim. cultural	0	0	0
Nº puntos en riesgo	0	0	0

Afecciones a áreas de importancia medio ambiental

	T10	T100	T500
Nº masas de agua DMA	1	1	1
Nº captaciones aguas potables	2	2	2
Nº zonas recreativas	0	0	0
Nº zonas protegidas	1	1	1

Otras afecciones medio ambientales

Característica a valorar	Peso	Caracterización del riesgo			
		T10	T100	T500	Promedio
Población afectada	0,3	0	0	1	0,2
Activ. económicas, superficie	0,15	0	1	1	0,6
Activ. económicas, daños	0,15	1	1	1	1,0
Puntos de importancia	0,2	0	0	0	0,0
Áreas de importancia MA	0,2	1	1	1	1,0
Riesgo global	**1**	0,35	0,5	0,8	0,5



Observaciones

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO POR ALTERNATIVA

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-4
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Población

	T10	T100	T500
Pob. total municipios en subtramo ARPSI	335	335	335
Población estimada en zona inundable	0	0	1

Otras afecciones significativas a la población

Afección a las prinicpales actividades económicas

Superficies afectadas (ha)	T10	T100	T500
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	0,92	2,10	3,51
Total Agrícola	**0,92**	**2,10**	**3,51**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentrada	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,00	0,00	0,01
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00

Estimación pérdidas económicas (€)	Total T10	Total T100	Total T500	Riesgo anual
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	9.155,53	21.198,81	35.138,23	1.197,82
Total Agrícola	**9.155,53**	**21.198,81**	**35.138,23**	**1.197,82**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentr.	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,00	2.633,59	9.985,89	46,31
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales	**9.155,53**	**23.832,40**	**45.124,11**	**1.244,13**

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Resumen sobre puntos de especial importancia afetados

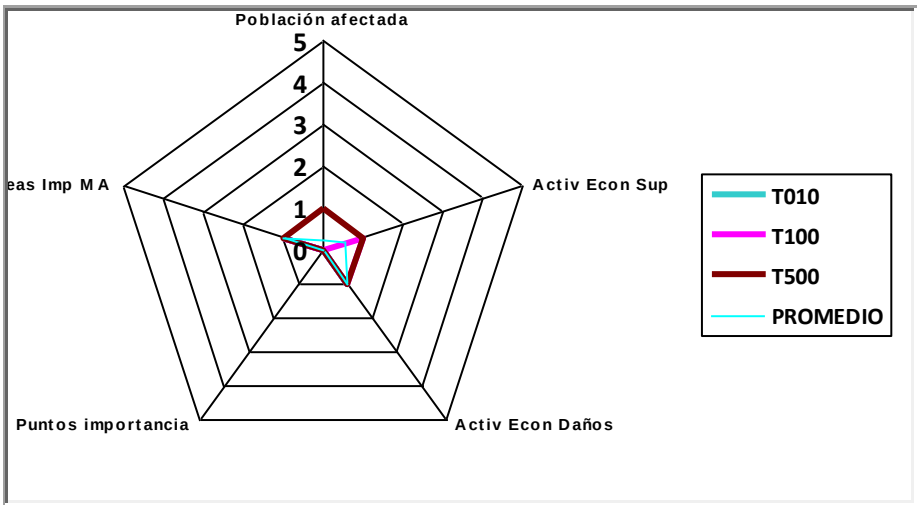
Puntos de interés (en Z.I.)	T10	T100	T500
Nº de industrias IPPC	0	0	0
Nº de EDARs	0	0	0
Nº elementos patrim. cultural	0	0	0
Nº puntos en riesgo	0	0	0

Afecciones a áreas de importancia medio ambiental

	T10	T100	T500
Nº masas de agua DMA	1	1	1
Nº captaciones aguas potables	2	2	2
Nº zonas recreativas	0	0	0
Nº zonas protegidas	1	1	1

Otras afecciones medio ambientales

Característica a valorar	Peso	Caracterización del riesgo			
		T10	T100	T500	Promedio
Población afectada	0,3	0	0	1	0,2
Activ. económicas, superficie	0,15	0	1	1	0,6
Activ. económicas, daños	0,15	1	1	1	1,0
Puntos de importancia	0,2	0	0	0	0,0
Áreas de importancia MA	0,2	1	1	1	1,0
Riesgo global	**1**	0,35	0,5	0,8	0,5



Observaciones

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-5.1
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Población

	T10	T100	T500
Pob. total municipios en subtramo ARPSI	335	335	335
Población estimada en zona inundable	0	0	3

Otras afecciones significativas a la población

Afección a las prinicpales actividades económicas

Superficies afectadas (ha)	T10	T100	T500
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	0,91	2,10	3,68
Total Agrícola	**0,91**	**2,10**	**3,68**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentrada	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,00	0,00	0,00
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00

Estimación pérdidas económicas (€)	Total T10	Total T100	Total T500	Riesgo anual
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	9.130,75	21.022,05	36.774,62	1.196,84
Total Agrícola	**9.130,75**	**21.022,05**	**36.774,62**	**1.196,84**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentr.	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	107,41	528,43	8.574,24	33,17
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales	**9.238,16**	**21.550,48**	**45.348,86**	**1.230,02**

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Resumen sobre puntos de especial importancia afetados

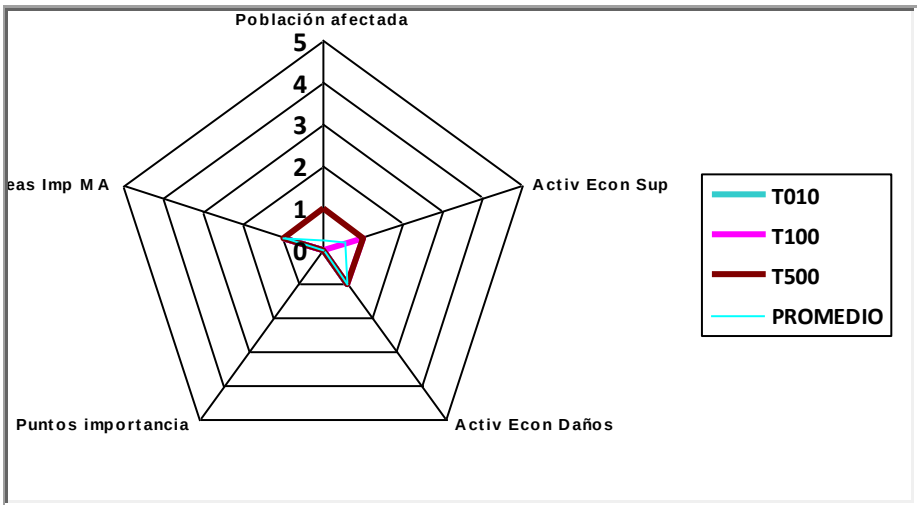
Puntos de interés (en Z.I.)	T10	T100	T500
Nº de industrias IPPC	0	0	0
Nº de EDARs	0	0	0
Nº elementos patrim. cultural	0	0	0
Nº puntos en riesgo	0	0	0

Afecciones a áreas de importancia medio ambiental

	T10	T100	T500
Nº masas de agua DMA	1	1	1
Nº captaciones aguas potables	2	2	2
Nº zonas recreativas	0	0	0
Nº zonas protegidas	1	1	1

Otras afecciones medio ambientales

Característica a valorar	Peso	Caracterización del riesgo			
		T10	T100	T500	Promedio
Población afectada	0,3	0	0	1	0,2
Activ. económicas, superficie	0,15	0	1	1	0,6
Activ. económicas, daños	0,15	1	1	1	1,0
Puntos de importancia	0,2	0	0	0	0,0
Áreas de importancia MA	0,2	1	1	1	1,0
Riesgo global	**1**	0,35	0,5	0,8	0,5



Observaciones

INFORME DE CARACTERIZACIÓN DEL RIESGO POR ALTERNATIVA

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Alternativa	Alt-5.2
Código ARPSI	ES050_APSFR_GE086-01

Población

	T10	T100	T500
Pob. total municipios en subtramo ARPSI	335	335	335
Población estimada en zona inundable	0	0	3

Otras afecciones significativas a la población

Afección a las prinicpales actividades económicas

Superficies afectadas (ha)	T10	T100	T500
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	0,91	2,10	3,68
Total Agrícola	**0,91**	**2,10**	**3,68**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentrada	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	0,00	0,00	0,00
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00

Estimación pérdidas económicas (€)	Total T10	Total T100	Total T500	Riesgo anual
Agrícola-Regadío	0,00	0,00	0,00	0,00
Agrícola-Secano	9.130,75	21.022,05	36.774,62	1.196,84
Total Agrícola	**9.130,75**	**21.022,05**	**36.774,62**	**1.196,84**
Asociada a Urbana	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Dispersa	0,00	0,00	0,00	0,00
Urbana Concentr.	0,00	0,00	0,00	0,00
Total Urbana	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
Industrial	107,41	528,43	8.574,24	33,17
Infraestructuras	0,00	0,00	0,00	0,00
Terciario	0,00	0,00	0,00	0,00
Infraest. Social	0,00	0,00	0,00	0,00
Totales	**9.238,16**	**21.550,48**	**45.348,86**	**1.230,02**

Demarcación hidrográfica	GUADALQUIVIR

Resumen sobre puntos de especial importancia afetados

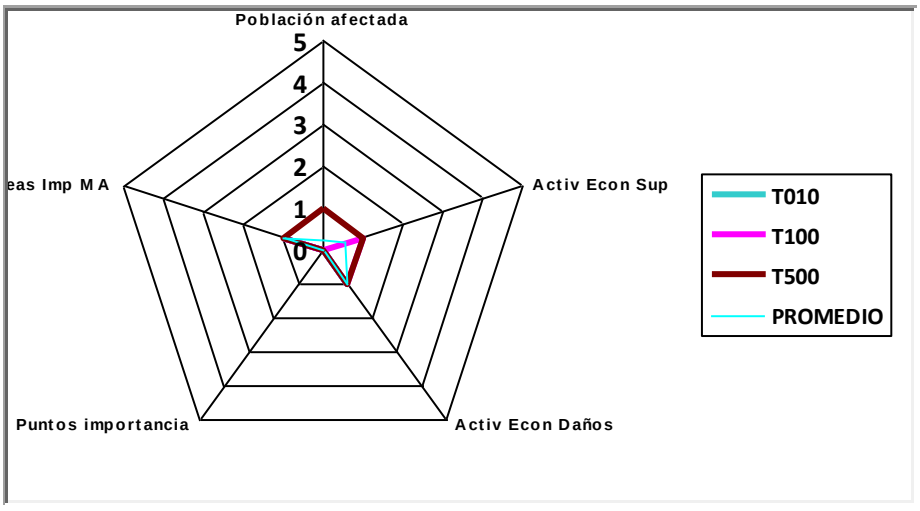
Puntos de interés (en Z.I.)	T10	T100	T500
Nº de industrias IPPC	0	0	0
Nº de EDARs	0	0	0
Nº elementos patrim. cultural	0	0	0
Nº puntos en riesgo	0	0	0

Afecciones a áreas de importancia medio ambiental

	T10	T100	T500
Nº masas de agua DMA	1	1	1
Nº captaciones aguas potables	2	2	2
Nº zonas recreativas	0	0	0
Nº zonas protegidas	1	1	1

Otras afecciones medio ambientales

Característica a valorar	Peso	Caracterización del riesgo			
		T10	T100	T500	Promedio
Población afectada	0,3	0	0	1	0,2
Activ. económicas, superficie	0,15	0	1	1	0,6
Activ. económicas, daños	0,15	1	1	1	1,0
Puntos de importancia	0,2	0	0	0	0,0
Áreas de importancia MA	0,2	1	1	1	1,0
Riesgo global	**1**	0,35	0,5	0,8	0,5



Observaciones

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir

ESTUDIO COSTE – BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

APÉNDICE Nº8

METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL ÁMBITO DE LA ACTUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

ÁPENDICE Nº8

METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DE LOS EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE EL ÁMBITO DE LA ACTUACIÓN

Índice

1. Introducción 1

2. Posibles repercusiones del cambio climático en la incidencia de inundaciones 2

2.1. Inundaciones de origen pluvial y fluvial 2

2.1.1. Influencia del cambio climático en la componente meteorológica 4

2.1.2. Influencia de la componente usos del suelo en el riesgo de inundación 15

2.1.3. Valor cualitativo total de la influencia probable del cambio climático 23

3. Influencia del cambio climático en el ámbito de estudio 33

Índice de Figuras

Figura 1. Esquema metodológico empleado en el estudio de la influencia del cambio climático en el riesgo de inundación. 4

Figura 2. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T10 en RCP 4.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir..... 6

Figura 3. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T100 en RCP 4.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir..... 6

Figura 4. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T500 en RCP 4.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir..... 7

Figura 5. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T10 en RCP 8.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir..... 7

Figura 6. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T100 en RCP 8.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir..... 8

Figura 7. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T500 en RCP 8.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir..... 8

Figura 8. Comparativa actual y futura de la máxima fusión en Sierra Nevada para un año medio..... 11

Figura 9. Comparativa actual y futura de los caudales máximos en Sierra Nevada para un año medio 11

Figura 10. Influencia probable del cambio climático en el fenómeno nival en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir 15

Figura 11. Resumen esquemático del proceso de evaluación de cambios de los usos del suelo..... 17

Figura 12. Influencia probable de la variación del uso del suelo en el riesgo de inundación, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir..... 18

Figura 13. Resumen esquemático del proceso de evaluación de las tasas de erosión..... 19

Figura 14. Influencia probable del grado de erosión del suelo, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en el riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir 19

Figura 15. Resumen esquemático del proceso de evaluación de la influencia de los incendios forestales 20

Figura 16. Influencia probable de los incendios forestales en el riesgo de inundación, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir..... 21

Figura 17. Resumen esquemático del proceso de evaluación del factor de superficie impermeabilizada del suelo 22

Figura 18. Influencia probable de la superficie impermeabilizada en el riesgo de inundación, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir..... 22

Figura 19. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T10 en RCP 4.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *24*

Figura 20. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T100 en RCP 4.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *24*

Figura 21. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T500 en RCP 4.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *25*

Figura 22. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T10 en RCP 8.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *25*

Figura 23. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T100 en RCP 8.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *26*

Figura 24. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T500 en RCP 8.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *26*

Figura 25. Valoración de la influencia de la componente usos del suelo, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en el incremento probable del riesgo de inundación en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *27*

Figura 26. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T10 en un escenario RCP 4.5, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *29*

Figura 27. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T100 en un escenario RCP 4.5, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *29*

Figura 28. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T500 en un escenario RCP 4.5, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *30*

Figura 29. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T10 en un escenario RCP 8.5, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *30*

Figura 30. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T100 en un escenario RCP 8.5, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir *31*

Figura 31. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T500 en un escenario RCP 8.5 , a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir 31

Figura 32. Cuenca de aportación del río Turrillas y ubicación del ámbito de estudio dentro de la cuenca. 33

Figura 33. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 4.5 para el periodo de avenida de 10 años. 34

Figura 34. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 4.5 para el periodo de avenida de 100 años. 34

Figura 35. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 4.5 para el periodo de avenida de 500 años. 35

Figura 36. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 8.5 para el periodo de avenida de 10 años. 35

Figura 37. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 8.5 para el periodo de avenida de 100 años. 36

Figura 38. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 8.5 para el periodo de avenida de 500 años. 36

Índice de Tablas

Tabla 1. Valoración de la influencia de la precipitación en los episodios de crecidas a través de la tasa de cambio en la precipitación máxima diaria acumulada 5

Tabla 2. Matriz de valoración de cambio en el uso del suelo (1990-2018)..... 16

Tabla 3. Valoración de la influencia del cambio en el uso del suelo en el riesgo de inundación 17

Tabla 4. Valoración de la influencia del grado de erosión de la cuenca en el riesgo de inundación.... 19

Tabla 5. Valoración de la influencia de los incendios forestales en el riesgo de inundación 20

Tabla 6. Valoración de la influencia de la superficie impermeabilizada en el riesgo de inundación 22

Tabla 7. Valoración de la influencia probable del cambio climático en la componente meteorológica 23

Tabla 8. Valoración cualitativa de la influencia de la componente usos del suelo en el riesgo de inundación 27

Tabla 9. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático 28

1. Introducción

En el presente Apéndice se recoge la metodología que se ha utilizado para valorar el efecto del cambio climático durante la elaboración del Plan de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI) de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir del segundo ciclo (2022-2027). Esta metodología se puede consultar en el Anejo 1 del PGRI, en su "Apéndice 1.- Metodología aplicada para el cálculo de la influencia del cambio climático en el riesgo de inundación fluvial y pluvial".

2. Posibles repercusiones del cambio climático en la incidencia de inundaciones

2.1. Inundaciones de origen pluvial y fluvial

Para evaluar las posibles repercusiones del cambio climático en las inundaciones de origen pluvial y fluvial en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, se ha llevado a cabo un análisis de la potencial influencia de dicho cambio climático sobre dos componentes, las cuales son determinantes en la variación y frecuencia de las leyes de caudales: la componente meteorológica y la componente usos del suelo. A través de una fórmula matemática que relaciona ambas componentes, se ha determinado cualitativamente la posible influencia del cambio climático en el riesgo de inundación.

$$Valor_{cambio\ climático} = Valor_{com.meteorológica} + Valor_{comp.uso\ del\ suelo}$$

Con respecto a la componente meteorológica, se han analizado los cambios en la precipitación máxima diaria acumulada en la red hidrográfica básica para los tres periodos de retorno que indica la Directiva (10, 100 y 500 años) según los dos principales escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero, los RCP 4.5 y 8.5. En el caso de demarcaciones con presencia de subcuencas nivales, también se ha analizado la influencia de la nieve en este factor.

Dado que la principal variable que influye en la generación de crecidas son las precipitaciones, se ha considerado darle un peso mayor (un 80%) dentro de la componente meteorológica siendo, además, a su vez, la variable con más influencia en el valor resultante del cambio climático en este estudio. Con respecto a la variable del fenómeno nival, en caso de haber presencia de subcuencas nivales, se le ha dado un peso de un 20% dentro de la componente meteorológica.

$$Valor_{comp.meteorológica} = 0{,}8\ x\ (Valor_{precipitación}) + 0{,}2\ x\ (Valor_{fenómeno\ nival})$$

En el caso de la componente usos del suelo, se considera condicionada por cuatro factores: los propios cambios en los usos del suelo, la erosión, la incidencia de los incendios y la superficie impermeabilizada. El factor al que se ha asignado mayor relevancia en la generación de crecidas, dentro de la componente de usos de suelo, es la presencia de superficie impermeabilizada y se le ha dado un peso del 50%, ya que influye en la mayor generación de escorrentía y velocidad del agua y reduce la infiltración natural. También se considera de relevancia el factor de la erosión, a la que se le ha dado un 30%, pues incrementa el arrastre de sedimentos y la velocidad del flujo, lo que se traduce en un aumento de la peligrosidad de la inundación.

Además, aunque con menor relevancia, se han tenido en cuenta los cambios de usos de suelo en las subcuencas y el número de incendios forestales, a los que se les ha asignado un peso de un 10% a cada uno.

$$Valor_{comp.usos\ suelo} = 0{,}1\ x\ (Valor_{cambio\ usos\ suelo}) + 0{,}3\ (Valor_{erosión}) +$$

$$0{,}1\ x\ \left(Valor_{incendios\ forestales}\right) + 0{,}5\ x\ \left(Valor_{Sup.impermeabilizada}\right)$$

La unidad espacial utilizada sobre la que se han trasladado los resultados de cada factor ha sido las subcuencas de ríos completos clasificadas según el método Pfafstetter modificado, a descarga en la web del Ministerio. En consecuencia, los resultados de aplicar la fórmula se han obtenido para cada una de estas unidades, y acumulado en los casos que se especifica más adelante.

A los posibles resultados que puede tomar cada factor se les ha asignado un valor numérico, en función de su influencia en los episodios de crecidas y según las tablas correspondientes. Finalmente, tras calcular por separado los variables de la componente meteorológica y de la componente usos del suelo, se ha obtenido el valor final de la posible influencia del cambio climático en el riesgo de inundación, para cada subcuenca Pfafstetter. (Ver proceso completo en el esquema de la página siguiente).

En cualquier caso, con respecto a los resultados obtenidos, es necesario tener en cuenta las incertidumbres intrínsecas a los propios modelos climáticos y a la generación de datos.

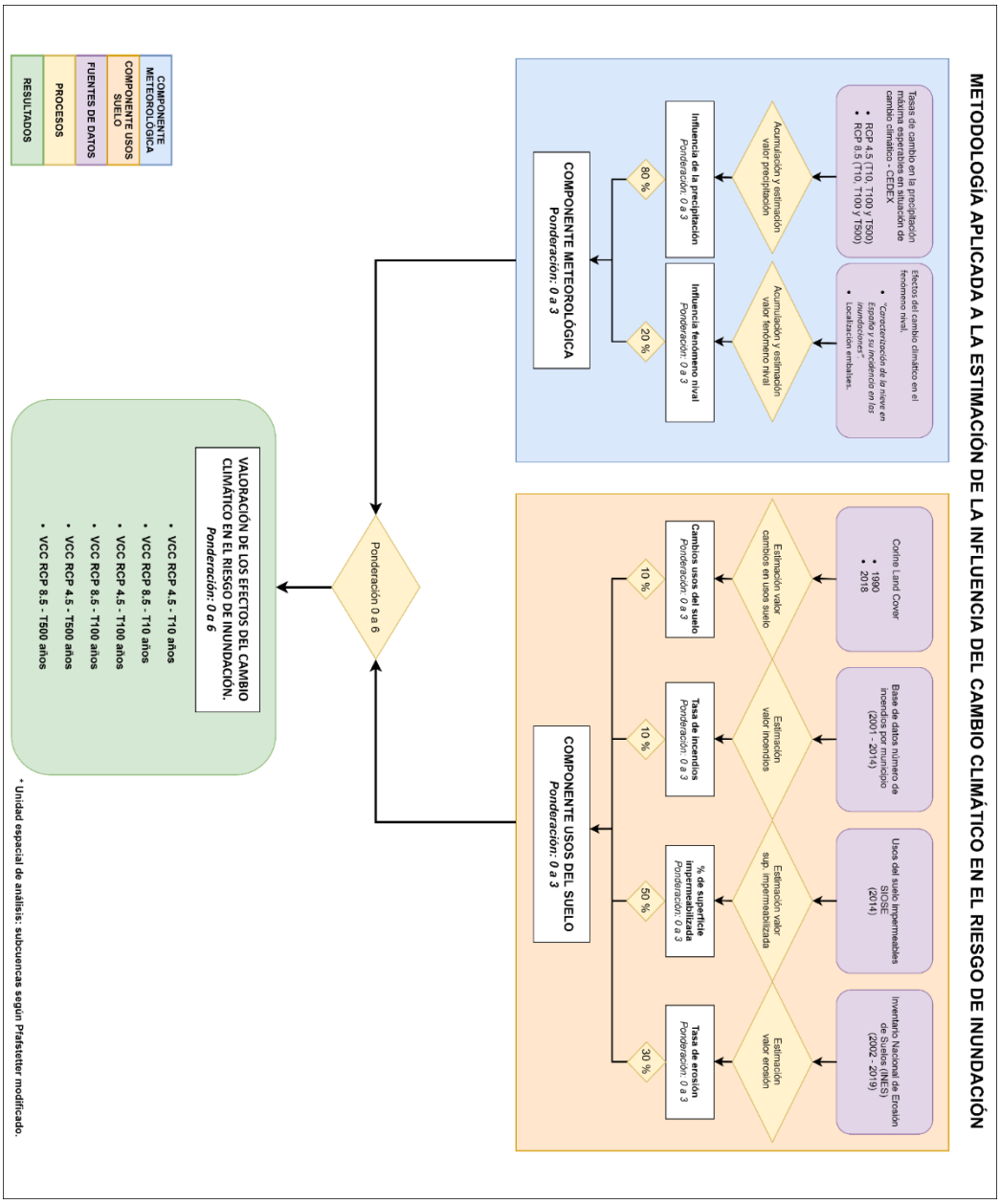


Figura 1. Esquema metodológico empleado en el estudio de la influencia del cambio climático en el riesgo de inundación.

2.1.1. Influencia del cambio climático en la componente meteorológica

2.1.1.1 Precipitación

Para la incorporación del cambio climático en la revisión del PGRI de segundo ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir se ha partido de los resultados alcanzados en el informe “Impacto del cambio climático en las precipitaciones máximas en España” (CEDEX, 2021), elaborado por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, cuyo objetivo es la evaluación del impacto del cambio climático sobre las precipitaciones máximas anuales, en distintos intervalos temporales, a partir de simulaciones

procedentes de modelos climáticos regionales de EURO-CORDEX. El ámbito del estudio es el conjunto del territorio español a excepción de las Islas Canarias. Este informe completo se puede consultar en el siguiente enlace (https://ceh.cedex.es/web_ceh_2018/Imp_CClimatico_Pmax.htm), así como un resumen del mismo, particularizado para la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, en el apartado 6 de la Memoria del PGRI.

Se trata de una actualización y extensión del análisis llevado a cabo para la incorporación de los efectos del cambio climático en la EPRI de segundo ciclo, analizando en este caso las proyecciones climáticas regionalizadas de los 15 modelos EURO-CORDEX disponibles.

También se ha ampliado el número de variables analizadas, incluyendo las precipitaciones máximas en intervalos inferiores al día, se han estudiado tres periodos de impacto con objeto de valorar la evolución del impacto a lo largo de todo el siglo XXI y se han analizado tres periodos de retorno (10, 100 y 500 años) lo que permite valorar el impacto en el conjunto de la ley de frecuencia.

Con el objetivo de valorar la probable influencia del cambio climático en el riesgo de inundación según su influencia en el factor precipitación, de la componente meteorológica, se han utilizado los mapas de precipitación diaria máxima anual acumulada en la red fluvial, calculados para cada periodo de retorno y escenario de emisiones de gases de efecto invernadero (figuras 15 a 20 en el documento).

Cada uno de estos mapas se ha reclasificado de acuerdo con la siguiente tabla, de tal forma que la influencia probable asociada al cambio climático es valorada según la tasa de cambio de la mencionada precipitación máxima diaria acumulada en la red de drenaje. Mientras que no se ha considerado significativa una tasa de cambio inferior al 10%, sucesivos aumentos del 10% suponen un aumento en el valor de precipitación.

Influencia de la precipitación en los episodios de crecidas	Tasa de cambio en la precipitación máx. diaria acumulada	Valor precipitación
Alta	> 30%	3
Media	20% - 30%	2
Baja	10% - 20%	1
Sin incremento significativo	0 % - 10%	0
Sin cambio	0	0

Tabla 1. Valoración de la influencia de la precipitación en los episodios de crecidas a través de la tasa de cambio en la precipitación máxima diaria acumulada

A continuación, se muestran dichos mapas reclasificados según la tabla anterior. En ellos pueden identificarse las regiones con posible cambio en las precipitaciones máximas diarias acumuladas, según cada periodo de retorno y RCP.

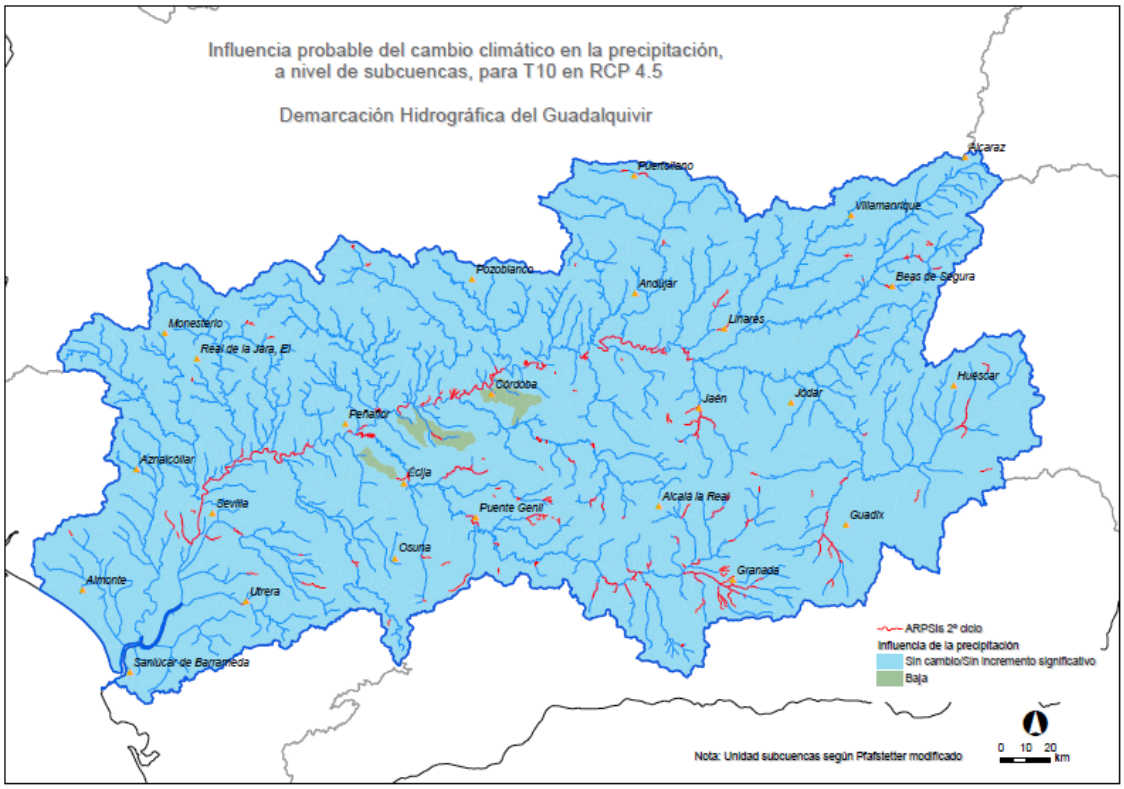


Figura 2. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T10 en RCP 4.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

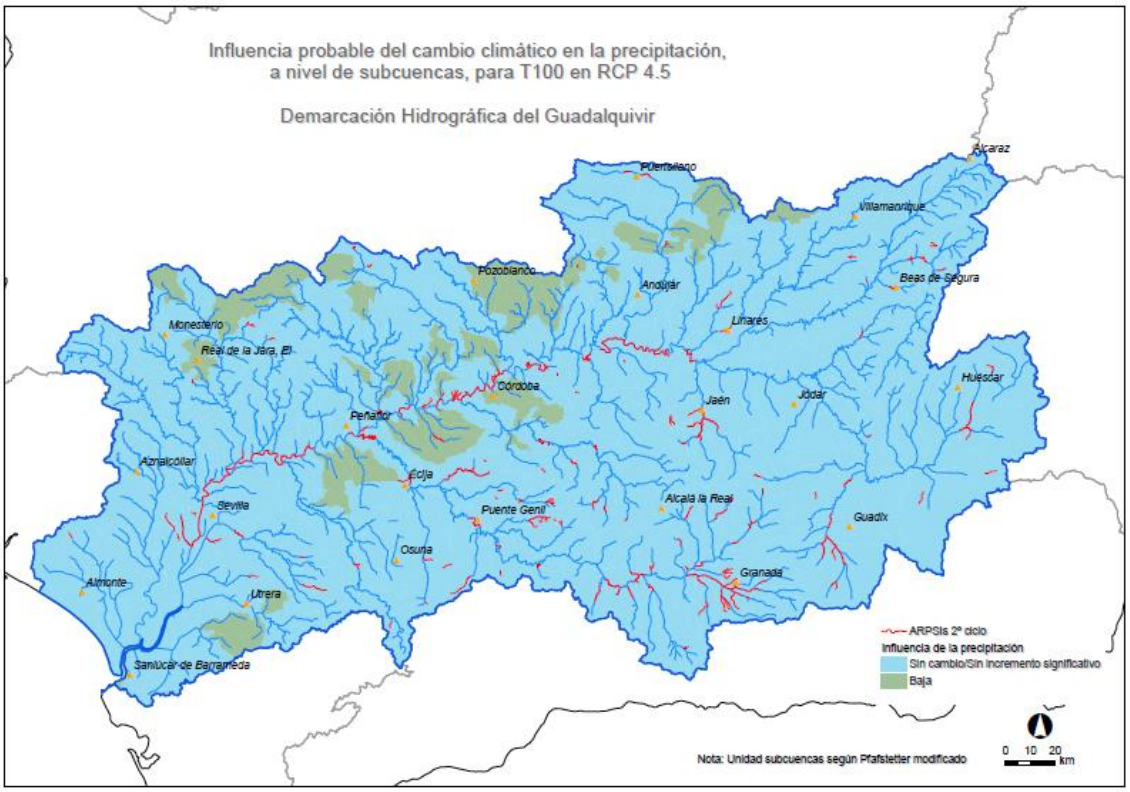


Figura 3. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T100 en RCP 4.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

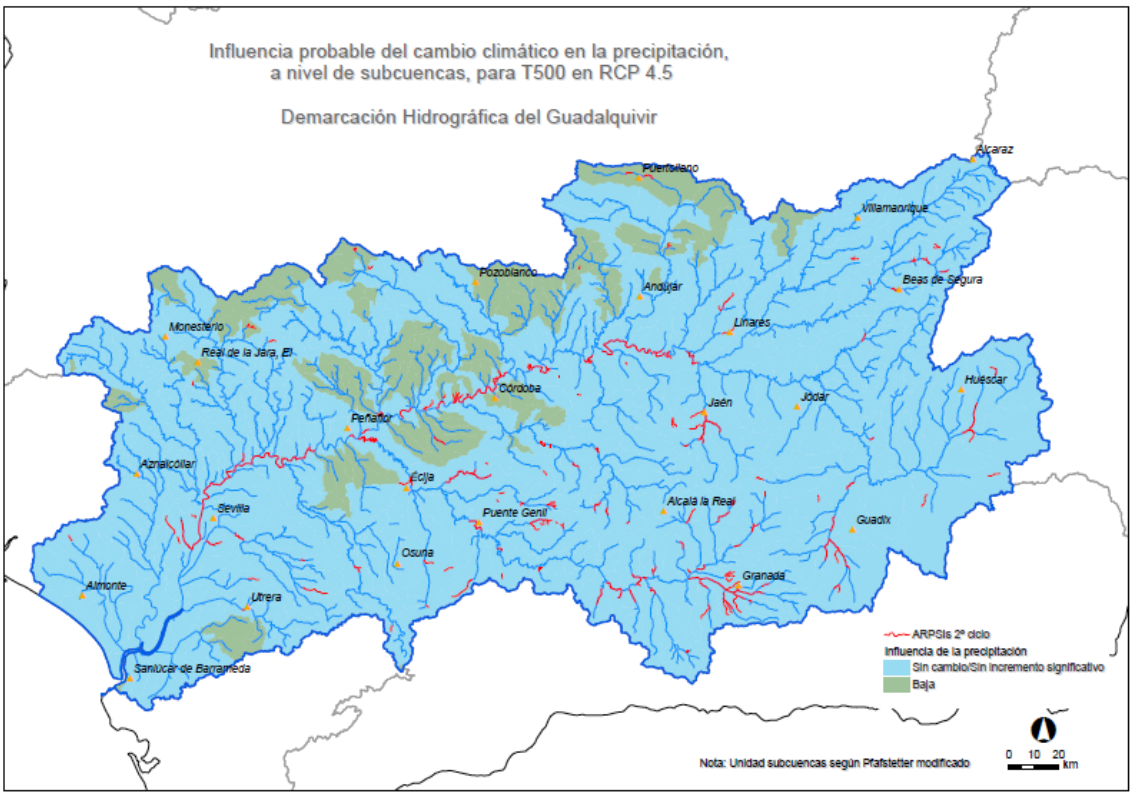


Figura 4. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T500 en RCP 4.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

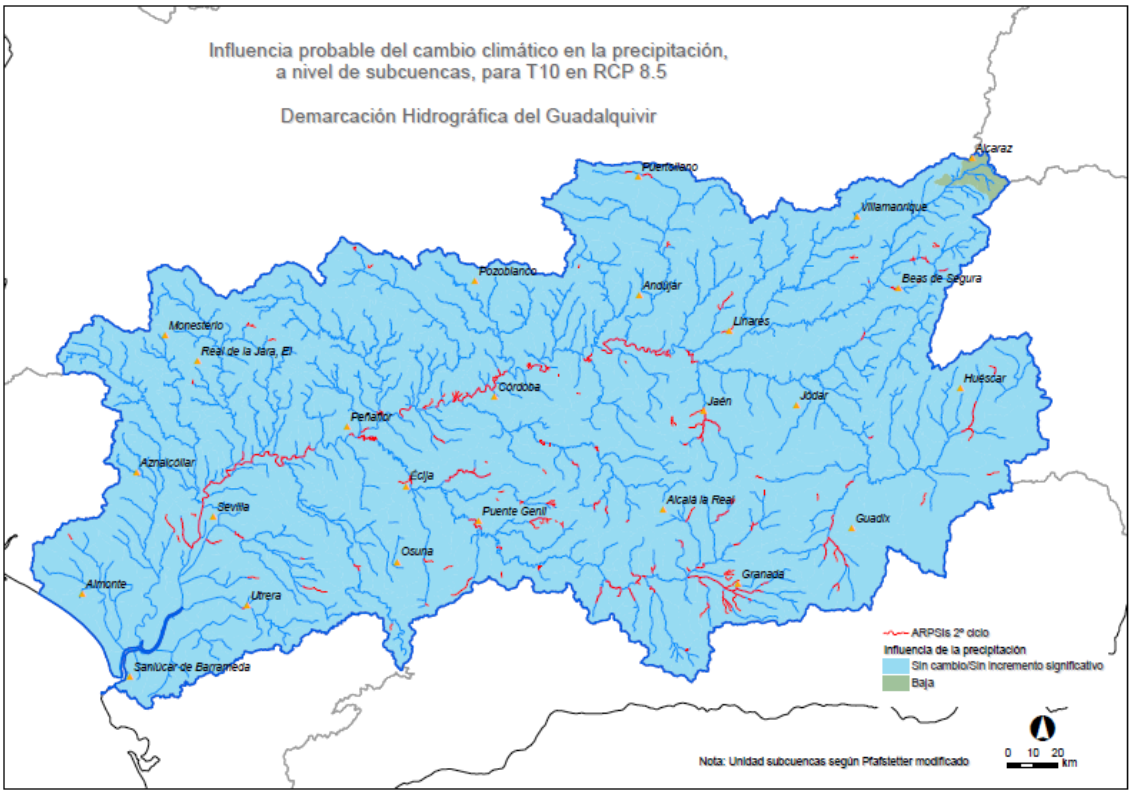


Figura 5. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T10 en RCP 8.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

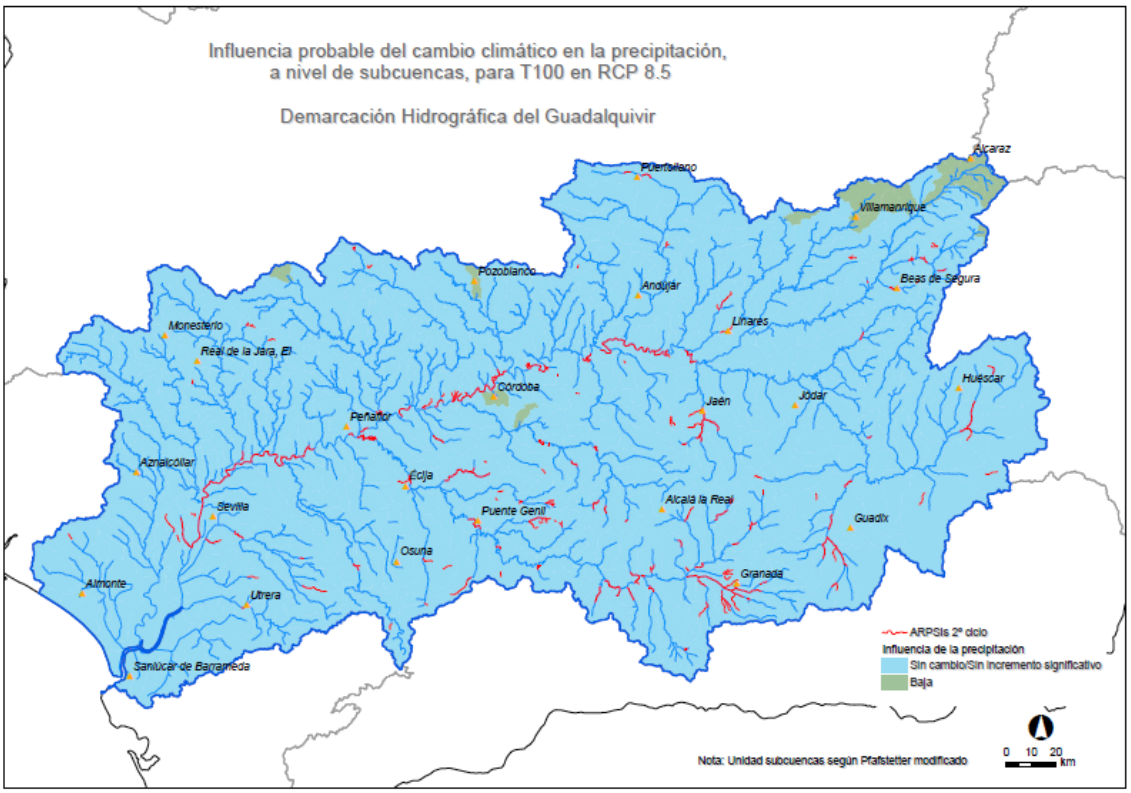


Figura 6. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T100 en RCP 8.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

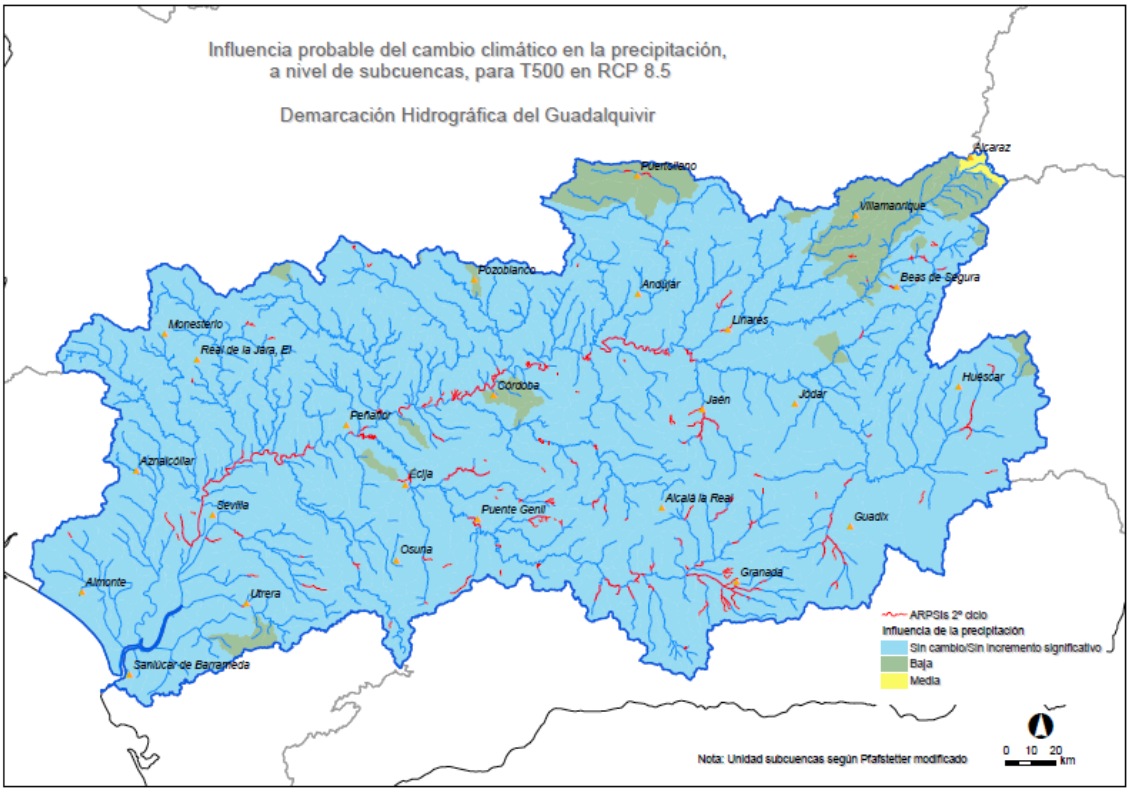


Figura 7. Influencia probable del cambio climático en la precipitación, según subcuencas Pfafstetter, para T500 en RCP 8.5, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

Estos mapas ponen de manifiesto que los mayores cambios en la precipitación acumulada ocurren en el escenario de emisiones de efecto invernadero RCP 8.5, y aumentan con el periodo de retorno.

Las áreas de influencia baja de este factor se distribuyen por el centro y norte de la demarcación para ambos escenarios; no obstante, es en el periodo de retorno de 500 años para RCP 8.5 donde se llegan a alcanzar valores de influencia media, concretamente en los alrededores de Alcaraz, en la subcuenca del río Guadalmena.

2.1.1.2 Nieve

Los cambios en el régimen nival en los sistemas montañosos son, sin duda, uno de los más claros indicadores de que pudiera estar produciéndose un cambio climático, puesto que es extremadamente sensible al cambio en las condiciones meteorológicas globales.

La probable influencia del cambio climático en el fenómeno nival y su relación con los efectos derivados de la fusión (aumento de caudales y posibles episodios de crecidas anuales) se ha valorado a partir de los resultados incluidos en el trabajo "*Caracterización de la nieve en España y su incidencia en las inundaciones*" (Spesa Ingeniería S.A., 2019), llevado a cabo en subcuencas nivales del Pirineo, Sierra Nevada, el Sistema Central y la Cordillera Cantábrica. Este trabajo utilizó las previsiones climáticas establecidas por el conjunto de modelos climáticos del proyecto EURO-CORDEX para un escenario RCP 8.5. Este trabajo completo está disponible en la web del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico en este https://www.miteco.gob.es/es/.

La influencia de la nieve en el total de aportaciones y en la generación de avenidas es muy variable según se trate de cada uno de los diferentes sistemas montañosos. En el caso de Sierra Nevada, con un comportamiento nival bastante acentuado, la nieve puede suponer en primavera hasta un total del 55% de las precipitaciones recibidas, quedando para el conjunto del año hidrológico valores de 45%.

Con el objetivo de evaluar los efectos que los cambios en la climatología pueden ocasionar en el fenómeno nival, el trabajo "Caracterización de la nieve en España y su incidencia en las inundaciones" determina el patrón actual medio de las precipitaciones en forma de nieve, la duración temporal media en las cabeceras de los ríos y la rapidez de la fusión, entre otros factores, utilizando el modelo hidrológico Aster. Con estos factores definidos, se analiza posteriormente el nuevo comportamiento esperado atendiendo a las previsiones establecidas por los diversos modelos climáticos.

Con respecto a los resultados obtenidos en Sierra Nevada, se observa una tendencia al aumento de las temperaturas, lo que afectará, con toda seguridad, en el modo en el que se producirán las acumulaciones / fusiones nivales. También se observa un ligero aumento en las precipitaciones medias, pero un importante aumento en las precipitaciones máximas, por lo que también es de esperar que las acumulaciones nivales máximas y los picos de caudales máximos sufran importantes cambios tanto en magnitud como ubicación temporal.

Escenario	Temperatura máxima diaria (ºC)	Temperatura media diaria (ºC)	Precipitación máxima diaria (mm)	Precipitación media diaria (mm)
Actual	23,81	8,48	46,46	1,53
Futuro	25,88	9,82	58,90	1,61
% de variación del escenario futuro respecto del actual	+ 8,6 %	+ 15,5 %	+ 26,8 %	+ 5,1 %

Tabla 2.- Comparativa actual y futura de temperaturas y precipitaciones, máximas y medias, ponderadas en Sierra Nevada

Escenario	Nieve precipitada máxima diaria (mm)	Nieve precipitada media diaria (mm)	Nieve acumulada máxima anual (hm^3)	Nieve acumulada media anual (hm^3)
Actual	23,22	0,46	216,7	49,4
Futuro	26,91	0,43	332,0	35,1
% de variación del escenario futuro respecto del actual	+ 15,6 %	- 6,6 %	+ 53,2 %	- 28,9 %

Tabla 3.- Comparativa actual y futura de nieve precipitada y nieve acumulada, máximas y medias, ponderadas en Sierra Nevada

Del análisis de estos resultados se aprecian varios importantes cambios en el comportamiento nival. Se observan cuantiosos aumentos en las precipitaciones en forma de nieve máximas y en las acumulaciones nivales máximas, pero un descenso tanto en el promedio de la nieve precipitada como en el promedio de la nieve acumulada. Esto se explica por el aumento de las precipitaciones esperadas, como se ha visto antes, que incrementan las precipitaciones en forma de nieve que no se ven afectadas por el aumento de las temperaturas (de forma puntual) dada la elevada cota media de la zona.

Sin embargo, este aumento en la temperatura de forma continuada en el tiempo sí influye de forma decisiva en zonas más bajas, lo que hace que las acumulaciones nivales disminuyan rápidamente, por lo que es de esperar, por la combinación de ambos fenómenos, una antelación en la fusión nival en estas zonas.

Escenario	Fusión máxima en el sistema (hm^3)	Caudal máximo en el sistema (m^3/s)	Caudal promedio en el sistema (m^3/s)
Actual	8,8	76,1	9,9
Futuro	10,5	107,5	9,5
% de variación del escenario futuro respecto del actual	+ 15,9 %	+ 41,4 %	- 3,2 %

Tabla 4.- Comparativa actual y futura de las máximas fusiones y caudales máximos y medios en Sierra Nevada

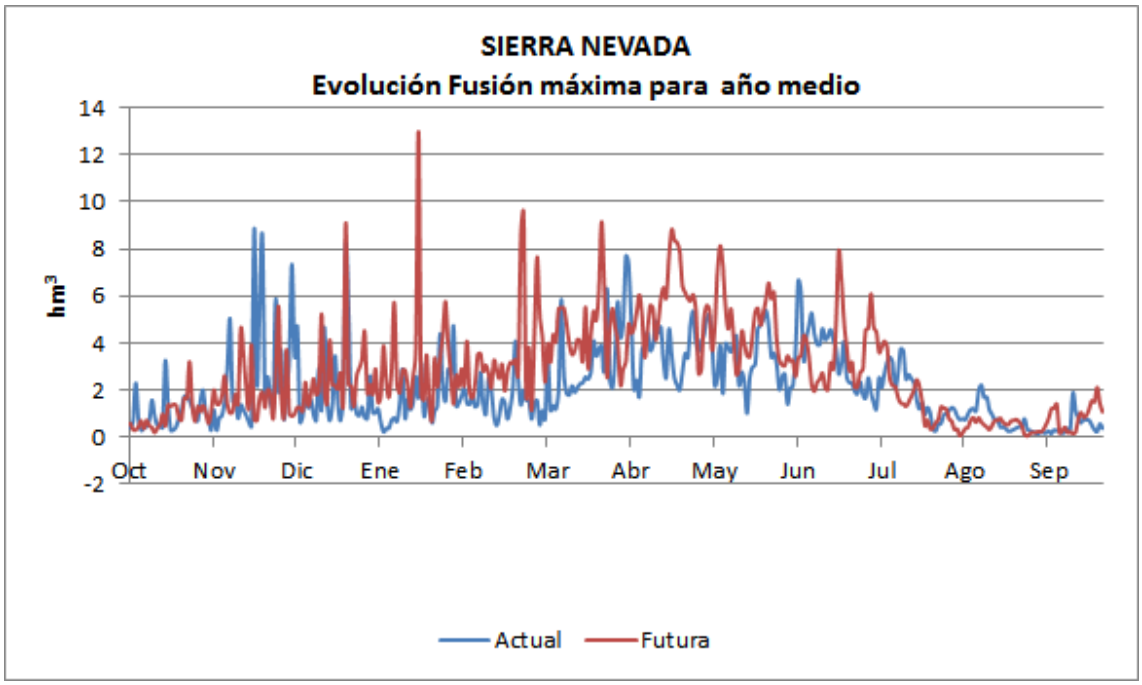


Figura 8. Comparativa actual y futura de la máxima fusión en Sierra Nevada para un año medio.

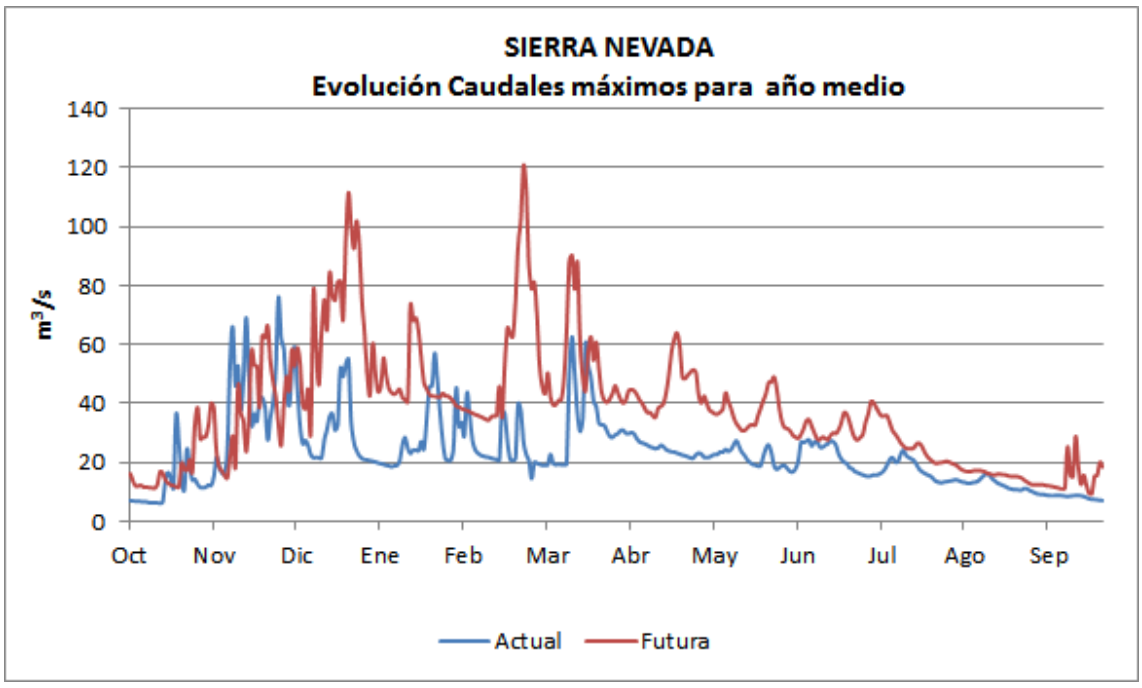


Figura 9. Comparativa actual y futura de los caudales máximos en Sierra Nevada para un año medio

Tal y como se esperaba, a la luz de los gráficos anteriores, las fusiones máximas aumentan en pleno periodo invernal y la fusión media disminuye claramente en el final de la primavera donde actualmente se producen las mayores aportaciones debidas a este fenómeno.

También se aprecia que los caudales máximos aumentan considerablemente durante los meses de diciembre a marzo, en parte debidos a las fusiones máximas antes

descritas y que contribuyen a ellos de forma decisiva incrementando el riesgo de importantes crecidas.

Como resumen, se puede afirmar que en Sierra Nevada aumentará la influencia nival en los episodios de crecidas de caudales, sobre todo en los tres primeros meses del año debido al aumento de las fusiones máximas durante este periodo. Este cambio en el comportamiento nival del sistema contribuirá al aumento de los episodios de importantes crecidas de caudales, agravando sus efectos perjudiciales e incrementando el riesgo de sufrir mayores daños materiales y humanos.

Respecto al análisis por subcuenca nival, en el caso de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, hay un total de 2 subcuencas nivales correspondientes al sistema de Sierra Nevada ("Guadix" y "Genil en Canales"), aunque en su estudio, Spesa Ingeniería S.A. simularon solamente una de ellas ("Genil en Canales"). Sin embargo, se considera que los resultados obtenidos en la subcuenca analizada pueden extrapolarse a la subcuenca no analizada, al encontrarse en el mismo sistema, cota y orientación.

Estos resultados del estudio de Spesa Ingeniería S.A. se han incorporado al presente trabajo considerando que toda la superficie de las subcuencas nivales presenta influencia en los episodios de crecidas (magnitud a valorar aplicando la metodología que se explicará a continuación), y dicha influencia se mantiene en los cauces vertientes de dichas cuencas hasta el primer embalse ubicado aguas abajo de la subcuenca, al considerar su potencial laminador de crecidas.

En relación con las subcuencas nivales:

- "Genil en Canales": presenta embalse en el cierre de la subcuenca, por lo que cualquier avenida derivada del deshielo debería verse laminada. La influencia de la nieve se limita a la superficie de esta subcuenca.
- "Guadix": no presenta embalse en el cierre de la subcuenca, por lo que la influencia del deshielo se mantendría en el cauce o cauces vertientes hasta el primer embalse.

En la tabla a continuación, como resumen de las puntualizaciones mencionadas, se desglosan las características de las dos subcuencas nivales de la DH Guadalquivir:

Nombre	Sistema	Área (km^2)	Embalse cierre subcuenca	Analizada influencia del cambio climático
Guadix	Sierra Nevada	520,6	NO	NO
Genil en Canales	Sierra Nevada	176,5	Embalse de Canales	SI

Tabla 5.- Subcuencas nivales de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

Para definir la probable influencia del cambio climático sobre el factor nieve, que formará parte de la componente meteorológica, se han seleccionado las variables más significativas para el riesgo de inundación de las analizadas en el estudio de Spesa Ingeniería S.A. Éstas son la fusión máxima y el caudal máximo, las cuales se relacionan según la siguiente expresión.

$$Valor_{nieve} = Pond.Fusión\ x\ (Valor_{fusión\ máxima}) + Pond.Caudal\ (Valor_{caudal\ máximo})$$

Para el cálculo del valor del factor nieve, se han estudiado la fusión máxima y el caudal máximo, únicamente durante el periodo donde la nieve tiene especial importancia (diciembre-mayo). Estas variables se han calculado para el escenario actual y para el futuro (en este caso se ha tomado la media de los tres máximos de cada serie, puesto que el periodo futuro es aproximadamente tres veces más extenso que el periodo actual).

Los valores de fusión y caudal máximos obtenidos para el periodo diciembre-mayo en el sistema Sierra Nevada son los siguientes:

Escenario	Fusión máxima en el sistema dic-may (hm^3)	Caudal máximo en el sistema dic-may (m^3/s)
Actual	8,8	62,5
Futuro	10,5	107,5
% de variación del escenario futuro respecto del actual	+ 18,9 %	+ 71,7 %

Tabla 6.- Comparativa actual y futura de las máximas fusiones y caudales máximos durante el periodo diciembre-mayo en Sierra Nevada

La fusión máxima no experimenta grandes variaciones, pero los caudales máximos si aumentan de forma importante poniendo de manifiesto el mayor riesgo existente en los episodios futuros de avenidas.

Estos valores de tasa de variación del escenario futuro respecto del actual se clasifican según la Tabla 7 y la Tabla 8, obteniéndose un valor de fusión máxima y de caudal máximo de 2 (influencia media) y 3 (influencia alta), respectivamente.

INFLUENCIA FUSIÓN MÁXIMA		
Influencia de la fusión máxima en el factor nieve	**Tasa de cambio en la fusión máxima**	**Valor fusión máxima**
Alta	> 25%	3
Media	15% - 25%	2
Baja	5% - 15%	1
Sin incremento significativo	< 5 %	0

Tabla 7.- Valoración de la influencia de la fusión máxima en el factor nieve

INFLUENCIA CAUDAL MÁXIMO		
Influencia del caudal máximo en el factor nieve	**Tasa de cambio en el caudal máximo**	**Valor caudal máximo**
Alta	> 25%	3
Media	15% - 25%	2
Baja	5% - 15%	1
Sin incremento significativo	< 5 %	0

Tabla 8.- Valoración de la influencia del caudal máximo en el factor nieve

A su vez, ambas variables se han ponderado según su influencia en el régimen de crecidas. Esta ponderación varía según el sistema montañoso y se determina a partir del porcentaje de agua (para un año medio) precipitada en forma de nieve respecto a la precipitación total para los meses comprendidos entre diciembre y mayo. En el caso de Sierra Nevada este valor es del 33,46 %.

Escenario	Nieve precipitada media (mm)	Precipitación media (mm)	%Nieve Precipitada / Precipitación
Futuro	0,71	2,12	33,46 %

Tabla 9.- Importancia de la nieve precipitada media respecto de la precipitación total media para el escenario futuro, durante el periodo diciembre-mayo en Sierra Nevada

Finalmente, se obtienen las ponderaciones de la fusión máxima y el caudal máximo:

	Sierra Nevada
Nieve precipitada / Precipitación	33,46
Ponderación Fusión máxima	0,335
Ponderación caudal máximo	0,665

Tabla 10.- Relación entre la precipitación de agua (para un año medio) y la precipitación en forma de nieve entre diciembre y mayo para Sierra Nevada, a partir de la cual se han obtenido las ponderaciones de las variables de fusión máxima y caudal máximo

Para obtener el valor total de la influencia de la nieve en el riesgo de inundación, estas ponderaciones se aplican sobre los valores asignados a la fusión máxima y caudal máximo siguiendo la ecuación anteriormente mencionada. Como resultado, se obtiene un valor de 2,7 que, según la Tabla 11, supondría una influencia “alta” de la nieve en la componente meteorológica en las 2 subcuencas de Sierra Nevada en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

Por tanto, se han clasificado con valor 3 (alta influencia) las subcuencas nivales de la DH del Guadalquivir. Esta clasificación afecta tanto a las propias subcuencas como a los tramos vertientes de la subcuenca “Guadix” hasta la localización del primer embalse en el cauce. El resto del territorio se encuentra clasificado con valor 0 (sin influencia). El resultado puede verse en la Figura 10.

INFLUENCIA NIEVE		
Influencia de la nieve en la componente meteorológica	**Valor fusión máxima + valor caudal máximo**	**Valor nieve**
Alta	> 2	3
Media	1 - 2	2
Baja	> 0 - 1	1
Sin incremento significativo	0	0

Tabla 11.- Valoración de la influencia del fenómeno nival en el riesgo de inundación

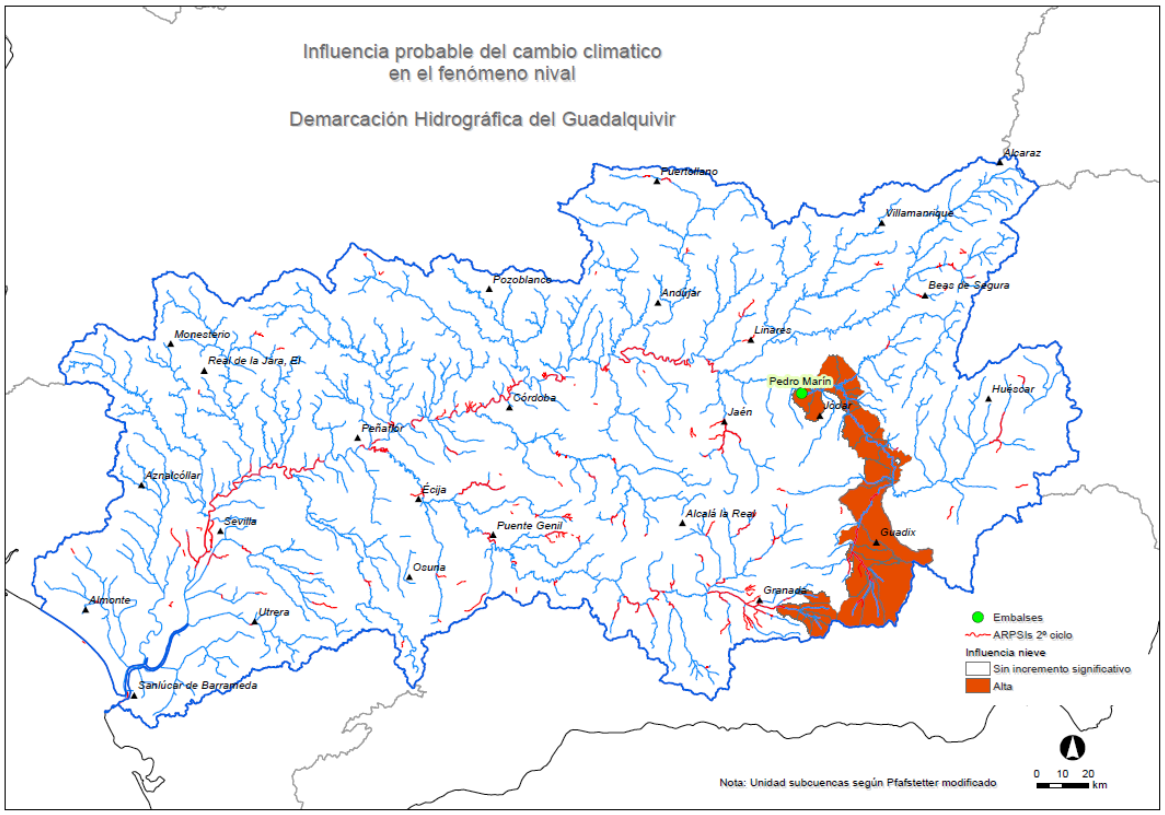


Figura 10. Influencia probable del cambio climático en el fenómeno nival en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

A continuación, se mencionan los cauces fuera de la subcuenca nival "Guadix" que se considerarían con probable influencia del cambio climático en el fenómeno nival en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir:

Subcuenca nival	Tramo afectado
Guadix	Río Guadix hasta la confluencia con río Fardes Río Fardes desde la confluencia con río Guadix hasta la confluencia con río Guadiana menor Río Guadiana menor desde la confluencia con río Fardes hasta la confluencia con río Guadalquivir Río Guadalquivir desde la confluencia con río Guadiana menor hasta embalse de Pedro Marín

Tabla 12.- Tramos de cauce afectados por la probable influencia del cambio climático en el fenómeno nival en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

2.1.2. Influencia de la componente usos del suelo en el riesgo de inundación

Los caracteres físicos de una cuenca fluvial son factores fundamentales a tener en cuenta en la definición del riesgo por inundaciones. Por esta razón, conviene tener en cuenta su evolución y la tendencia observada a partir de sus modificaciones recientes, en un contexto de cambio climático. En consecuencia, se han evaluado los cambios en

los usos del suelo de las últimas décadas, y que afectan directamente a la morfología de los cauces fluviales.

2.1.1.3 Cambios en los usos del suelo

Como información de partida se ha utilizado la base de datos elaborada en el Proyecto *Corine Land Cover* para los años 1990 y 2018. Esta información recopila los distintos usos del suelo para la totalidad del territorio nacional a escala 1:100.000, tomada a partir de datos de satélite (1990-Landsat; 2018-Sentinel 2).

A través del tipo de uso principal del suelo definido por *Corine* para la serie 1990-2018, se ha analizado la tendencia de cambio en la cuenca vertiente (de acuerdo con el sistema de codificación Pfafstetter), considerando los tipos de uso clasificados como de nivel 1 (superficies artificiales, zonas agrícolas y zonas forestales con vegetación).

A continuación, se han reclasificado estas últimas zonas en dos categorías: espacios con vegetación arbustiva (en las que se incluyen los pastizales naturales, las landas y los matorrales) y cualquier categoría de bosque. Este análisis pretende evaluar y detectar las tendencias de cambio en los usos del suelo en cuanto a las coberturas vegetales se refiere (ej. paso de bosque a matorral), los cambios de uso del suelo por aumento de la antropización (ej. paso a superficies urbanizadas) y la potencial pérdida de resiliencia de la cobertura vegetal, considerando que dichos cambios están relacionados directa o indirectamente con la respuesta de la cuenca a los fenómenos extremos de avenidas e inundaciones y su relación con la erosión laminar. De este modo, se hace posible la comparación del uso principal del suelo para el inicio de la serie temporal (año 1990) y para su final (año 2018), con el fin de observar si se han producido cambios significativos y tendencias de modificación en los usos y aprovechamientos.

Los valores de cambio de uso del suelo se clasifican de acuerdo a la siguiente tabla.

	Año 2018			
Año 1990	**Superficies artificiales**	**Zonas agrícolas**	**Vegetación arbustiva**	**Bosque**
Superficies artificiales	0	0	0	0
Zonas agrícolas	1	0	0	0
Vegetación arbustiva	2	1	0	0
Bosque	3	2	1	0

Tabla 13. Matriz de valoración de cambio en el uso del suelo (1990-2018)

El esquema del procedimiento seguido se ejemplifica mediante la siguiente imagen:

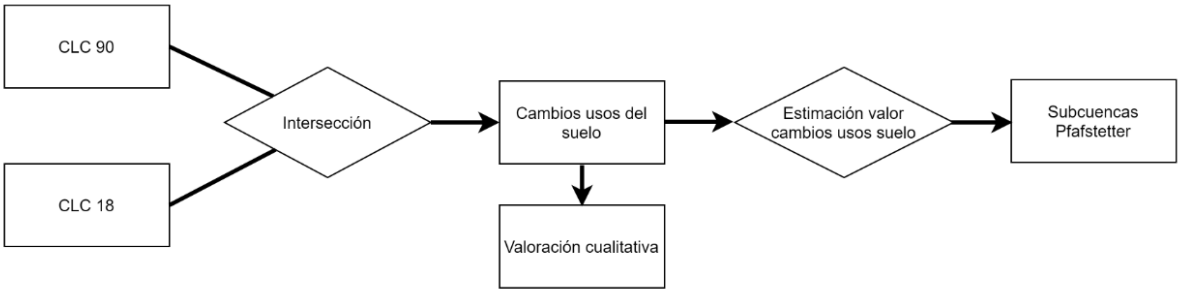


Figura 11. Resumen esquemático del proceso de evaluación de cambios de los usos del suelo

Es conveniente destacar que el análisis se ha centrado en la detección y cuantificación de las tendencias que influyen potencialmente en el aumento del riesgo de inundación, es decir, en los efectos negativos del cambio climático a través de los impactos de la antropización humana. Por el contrario, un potencial efecto positivo de cambio de uso, (ej. paso de matorral ralo a arbolado por pérdida de usos tradicionales), quedaría incluido dentro del grupo que no experimenta cambios significativos.

De forma general, la mayor parte de la superficie de la cuenca no presenta cambios en los usos del suelo entre 1990 y 2018, o estos son bajos. Estos cambios, cuya influencia en el riesgo de inundación se considera baja, se aprecian en diferentes subcuencas dispersas en la zona central y oeste de esta Demarcación.

Una vez detectados los cambios y clasificados según la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se asigna un valor de cambio de uso del suelo. La equivalencia con una escala cualitativa también puede comprobarse en la siguiente tabla:

Influencia del cambio del uso del suelo en el riesgo de inundación	Valor cambios en usos del suelo
Alta	3
Media	2
Baja	1
Sin cambios	0

Tabla 14. Valoración de la influencia del cambio en el uso del suelo en el riesgo de inundación

A continuación, se muestran el mapa obtenido con los valores de cambio de usos del suelo a nivel de subcuencas Pfafstetter para la Demarcación del Guadalquivir:

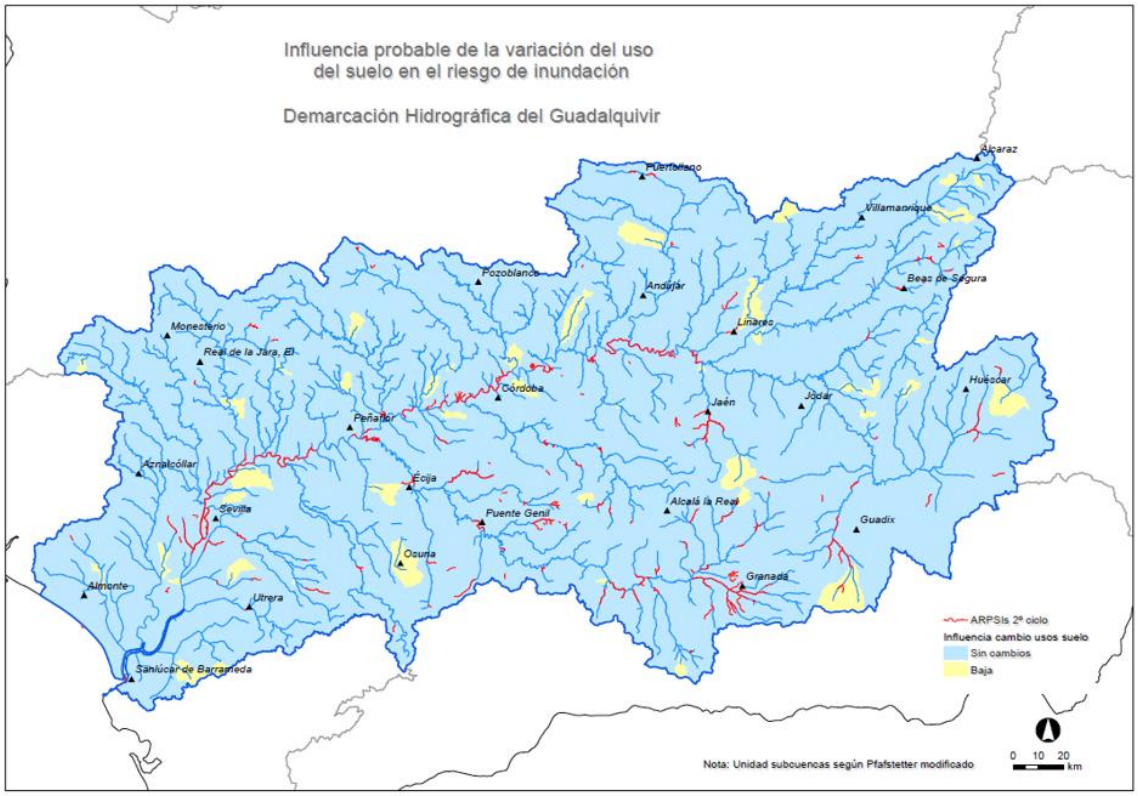


Figura 12. Influencia probable de la variación del uso del suelo en el riesgo de inundación, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

2.1.1.4 Cambios en la morfología del cauce

El grado de erosión de la cuenca, la influencia de los incendios forestales y el grado de impermeabilización del espacio fluvial son las variables elegidas para estimar la influencia de los cambios en la morfología del cauce en el riesgo de inundación.

Grado de erosión en la cuenca

La erosión y las pérdidas de suelo sufridas en las cuencas fluviales influyen directamente en la morfología del cauce y condicionan los procesos naturales de transporte de sedimentos que caracterizan la dinámica fluvial. Esta influencia se traduce principalmente en un incremento de la velocidad del flujo, factor determinante de la peligrosidad asociada al riesgo de inundación.

Para estudiar el grado de erosión en las cuencas fluviales del territorio se han utilizado los datos procedentes del Inventario Nacional de Erosión de Suelos (INES), elaborado entre los años 2001 y 2019 por el Ministerio de Medio Ambiente. Este inventario es el principal instrumento generado para detectar, cuantificar y reflejar cartográficamente los principales procesos de erosión y determinar la evolución de los mismos mediante el continuo inventariado del territorio nacional.

Los valores de erosión asignados por el INES han servido como referencia para la estimación de la acumulación de las tasas de erosión a lo largo de la red de drenaje. Esta información, a su vez, se ha relacionado con las distintas subcuencas definidas por

Pfafstetter. Finalmente, los valores resultantes se han reclasificado para lograr su correspondencia con los valores de erosión requeridos en el cálculo final.

Influencia del grado de erosión en el riesgo de inundación	Valor (INES)	Valor erosión
Muy alta	4	3
Alta	3	2
Media	2	1
Baja	1	0
Sin erosión	0	0

Tabla 15. Valoración de la influencia del grado de erosión de la cuenca en el riesgo de inundación

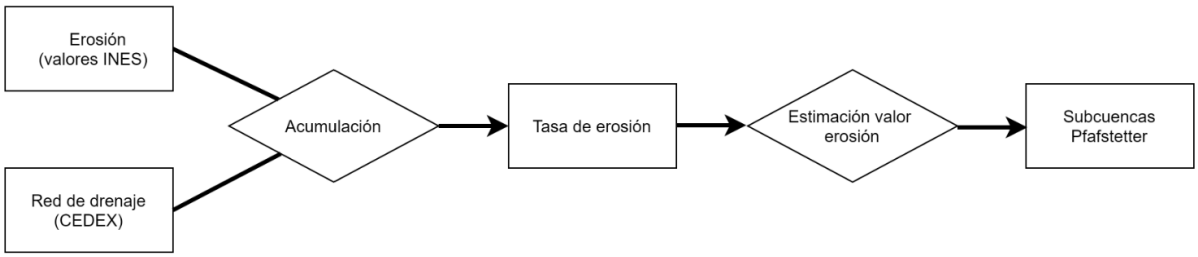


Figura 13. Resumen esquemático del proceso de evaluación de las tasas de erosión

El mapa obtenido con los valores morfológicos correspondientes a la erosión para la Demarcación del Guadalquivir, a nivel de subcuencas Pfafstetter, se muestra a continuación:

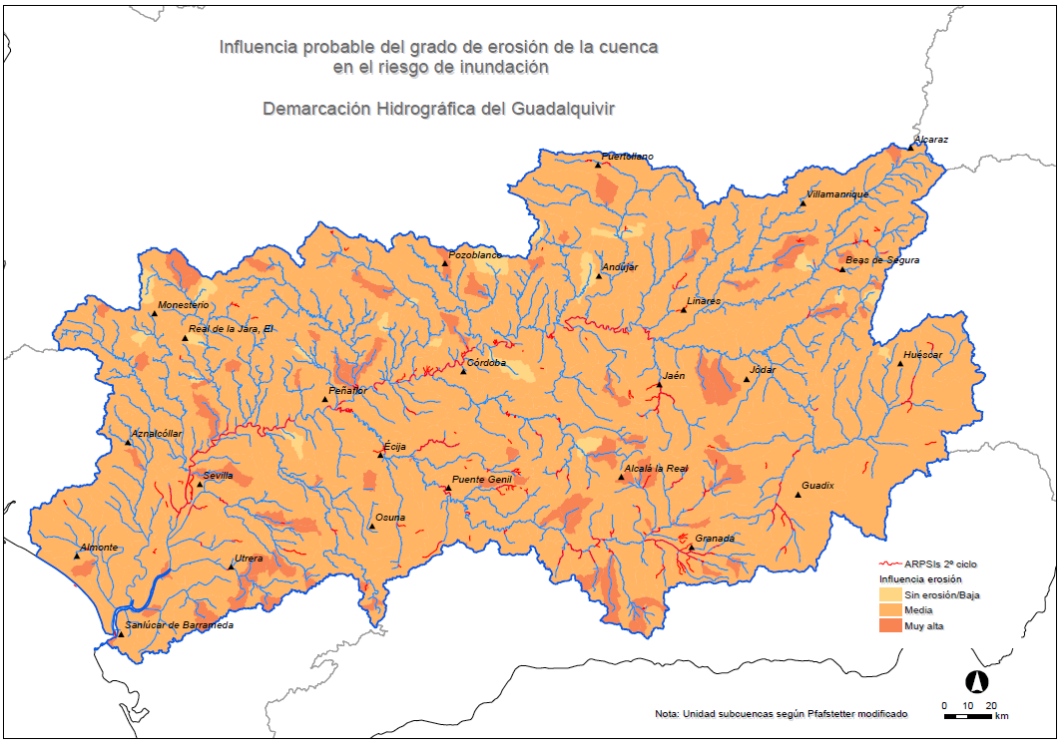


Figura 14. Influencia probable del grado de erosión del suelo, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en el riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

El análisis de este factor a nivel de subcuencas pone de manifiesto en qué zonas se identifican mayores tasas de erosión acumulada para toda la Demarcación del Guadalquivir, comprobándose que las más elevadas y concentradas a nivel espacial, aparecen en el curso medio de su eje central, en la desembocadura de muchos de sus ríos tributarios, así como en la práctica totalidad de los cauces situados en la franja norte de esta cuenca.

Grado de influencia de los incendios forestales

En el contexto de cambio climático también es conveniente analizar la influencia de los incendios forestales en la dinámica fluvial y, por consiguiente, en el posible incremento del riesgo de inundaciones asociado.

Las principales afecciones ligadas al aumento de la frecuencia de los incendios tienen que ver con la pérdida de suelo asociada y el posterior incremento de la capacidad de escorrentía, así como el arrastre de sedimentos en forma de cenizas. Por ello, las consecuencias de los mismos también se asocian con el eventual cambio en el uso del suelo y con la alteración morfológica del cauce y sus llanuras de inundación; ahora desprovistas de vegetación.

El estudio del grado de influencia de los incendios forestales en la cuenca vertiente se analiza a partir de la información oficial relativa al número total de incendios y conatos documentados en los municipios de la cuenca del Guadalquivir entre los años 2001 y 2014.

Al igual que en el caso de las tasas de erosión, a partir de la distribución de incendios por municipios se ha calculado el valor de incendios a lo largo de la red de drenaje.

El resultado de este cruce de información se ha representado para las cuencas Pfafstetter, asignando un valor morfológico de 0 para aquellos casos en que la tasa de incendios es nula o baja y 3 cuando, por el contrario, es muy alta. La totalidad de las categorías en las que queda clasificada la influencia de incendios forestales es la siguiente:

Influencia de los incendios forestales en el riesgo de inundación	Nº incendios	Valor incendios
Muy alta	>500	3
Alta	101-500	2
Media	26-100	1
Baja	≤25	0
Sin incendios	0	0

Tabla 16. Valoración de la influencia de los incendios forestales en el riesgo de inundación

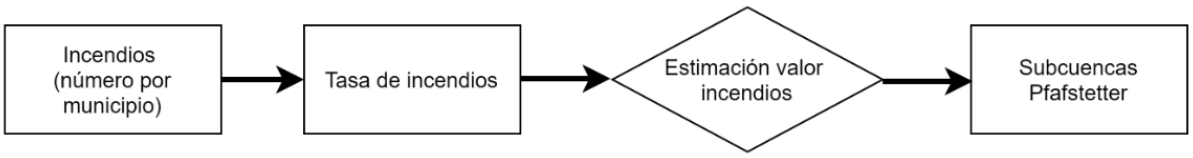


Figura 15. Resumen esquemático del proceso de evaluación de la influencia de los incendios forestales

El mapa resultante con la valoración de la influencia del factor incendios forestales para la Demarcación del Guadalquivir a nivel de subcuencas es el siguiente:

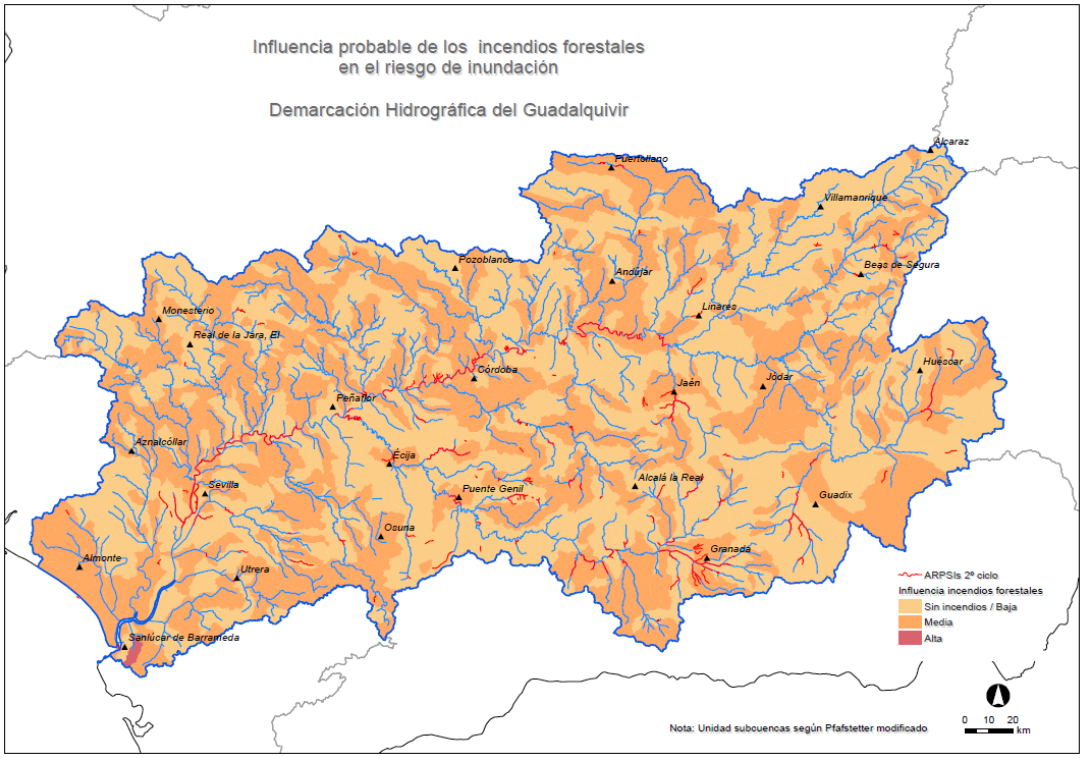


Figura 16. Influencia probable de los incendios forestales en el riesgo de inundación, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

Este mapa muestra las áreas de nivel alto de afección por incendios para la cuenca de estudio, destacando algunas subcuencas con una influencia alta, como la situada en las proximidades de Sanlúcar de Barrameda, en la desembocadura del Guadalquivir.

Grado de influencia de la superficie impermeabilizada en el espacio fluvial

La influencia del factor "suelo impermeable" en el espacio fluvial también es determinante en el desarrollo de las inundaciones, incidiendo especialmente (como en factores anteriores) en la velocidad de circulación del fluido, pero también generando alteraciones hidromorfológicas en la profundidad y anchura de los cauces.

El incremento en la velocidad del flujo originado por esta causa, generalmente por influencia antrópica, se traduce en mayores caudales de avenida, dando lugar a inundaciones especialmente peligrosas.

Este parámetro se ha definido a partir de los usos del suelo detallados en el SIOSE (a fecha de 2014) correspondientes a coberturas de suelo compactado o sellado y que, por tanto, limitan significativamente la infiltración. El grado de alteración queda definido a través de las categorías: muy alto, alto, medio, bajo y sin superficie impermeabilizada, asignando valores de 0 a 3 para esta variable.

Influencia de la superficie impermeabilizada en el espacio fluvial en el riesgo de inundación	% superficie impermeabilizada	Valor superficie impermeabilizada
Muy alta	>30%	3
Alta	10% - 30%	2
Media	3% - 10%	1
Baja	0 - 3%	0
Sin superficie impermeabilizada	0	0

Tabla 17. Valoración de la influencia de la superficie impermeabilizada en el riesgo de inundación

El esquema seguido para la realización de este proceso ha sido el siguiente:

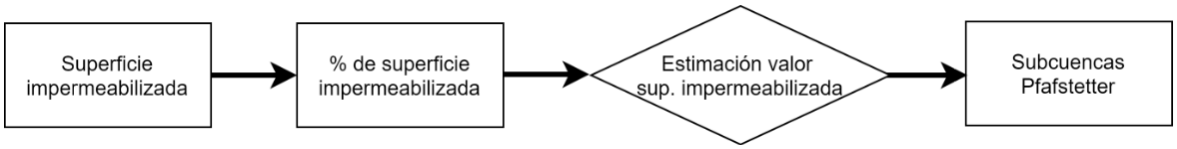


Figura 17. Resumen esquemático del proceso de evaluación del factor de superficie impermeabilizada del suelo

El análisis de este factor muestra una amplia heterogeneidad de distribución en las subcuencas que conforman la cuenca del Guadalquivir, sin seguir un patrón definido. Sin embargo, de forma general, las zonas que cuentan con valores de medio a muy alto en la influencia de la superficie impermeabilizada están asociadas a áreas de marcado carácter urbanizado.



Figura 18. Influencia probable de la superficie impermeabilizada en el riesgo de inundación, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

2.1.3. Valor cualitativo total de la influencia probable del cambio climático

Una vez que se dispone de todos los factores considerados tanto en la componente meteorológica como en la de usos del suelo clasificados según los distintos valores mencionados, se requiere su combinación según las fórmulas mencionadas para obtener la valoración cualitativa de la influencia probable del cambio climático en los episodios de crecidas.

$$Valor_{cambio\ climático} = Valor_{com.meteorológica} + Valor_{comp.uso\ del\ suelo}$$

$$Valor_{comp.meteorológica} = 0{,}8\ x\ (Valor_{precipitación}) + 0{,}2\ x\ (Valor_{fenómeno\ nival})$$

$$Valor_{comp.usos\ suelo} = 0{,}1\ x\ (Valor_{cambio\ usos\ suelo}) + 0{,}3\ (Valor_{erosión}) + 0{,}1\ x\ (Valor_{incendios\ forestales}) + 0{,}5\ x\ (Valor_{Sup.impermeabilizada})$$

Valor componente meteorológica

Evaluados de forma independiente los factores de precipitación y nieve y obtenidas las distintas valoraciones numéricas para cada una de las subcuencas Pfafstetter, se aplica la siguiente fórmula, sumando los valores de cada cuenca para obtener la valoración de la componente meteorológica. Los resultados numéricos se clasifican cualitativamente según la siguiente tabla.

$$Valor_{comp.meteorológica} = 0{,}8\ x\ (Valor_{precipitación}) + 0{,}2\ x\ (Valor_{fenómeno\ nival})$$

Valoración de la influencia probable del cambio climático sobre la componente meteorológica	Probabilidad de riesgo
> 2	Incremento probable altamente significativo
1 - 2	Incremento probable significativo
0 - 1	Incremento probable poco significativo
0	Sin probable incremento significativo

Tabla 18. Valoración de la influencia probable del cambio climático en la componente meteorológica

Como resultado, se obtienen seis mapas (uno por cada periodo de retorno (10, 100 y 500 años) y según los dos escenarios RCP (4.5 y 8.5)) y en cada uno de ellos estaría reflejada la influencia probable del cambio climático sobre la precipitación y el fenómeno nival. En ellos, queda en evidencia que las zonas que tienen una mayor influencia potencial del cambio climático a nivel meteorológico son las correspondientes a la Cordillera Subbética y Sierra Nevada, además de algunas cuencas asociadas a ríos tributarios del Guadalquivir en su tramo medio para el escenario RCP 4.5. Además, al igual que en el análisis de la influencia del factor de precipitación, se recogen valores superiores en la subcuenca del río Guadalmena, donde, en todo caso, el incremento probable es poco significativo.

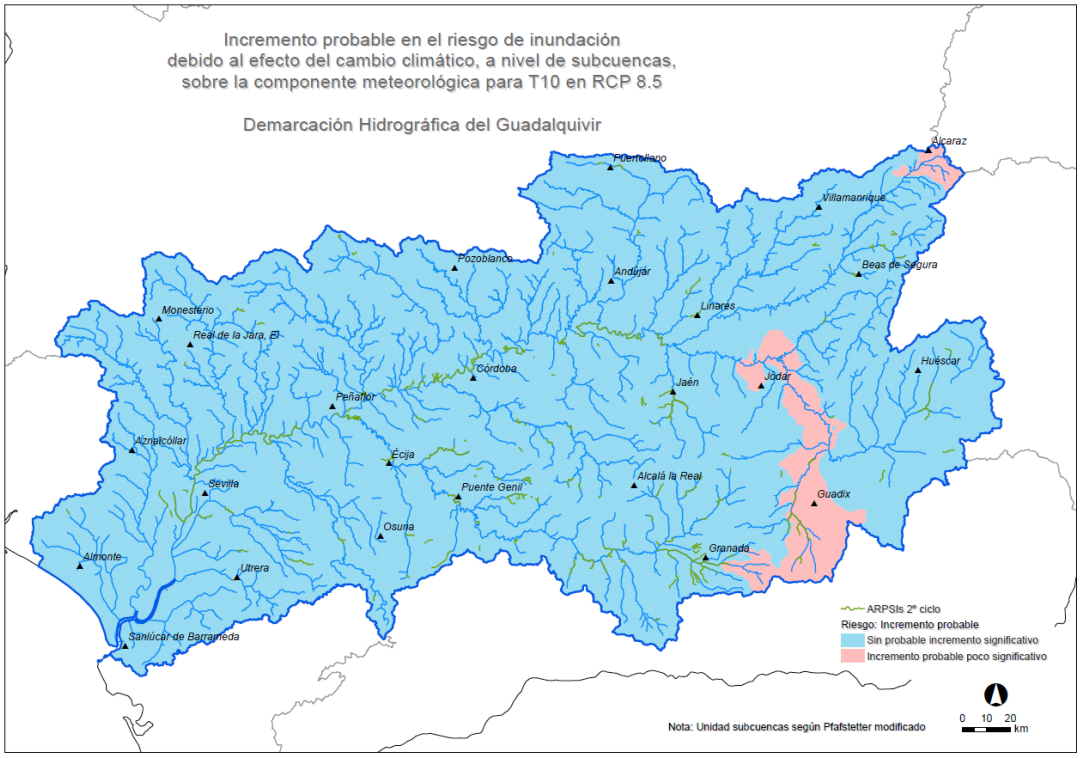


Figura 19. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T10 en RCP 4.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

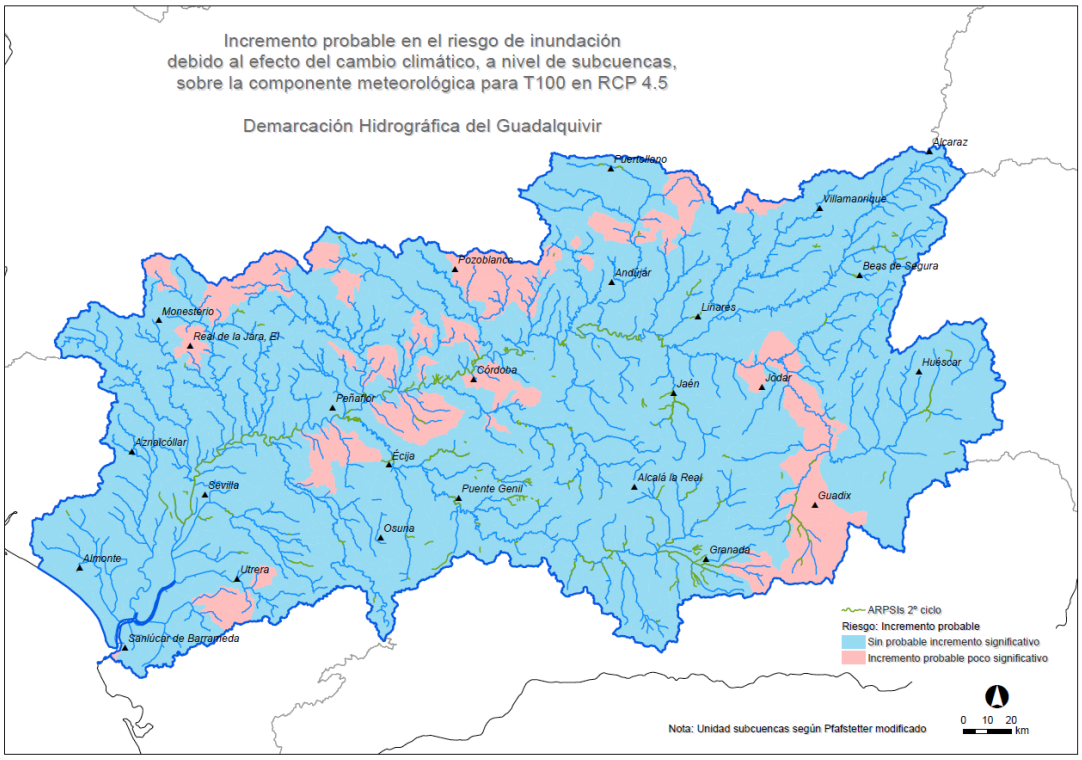


Figura 20. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T100 en RCP 4.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

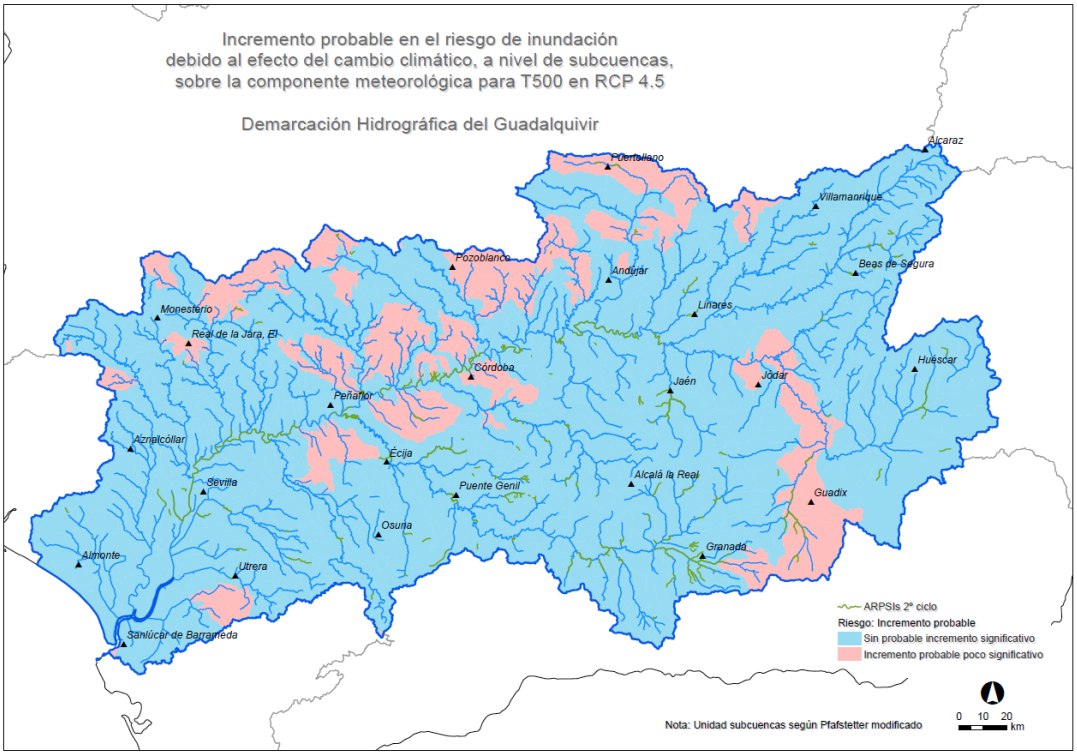


Figura 21. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T500 en RCP 4.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

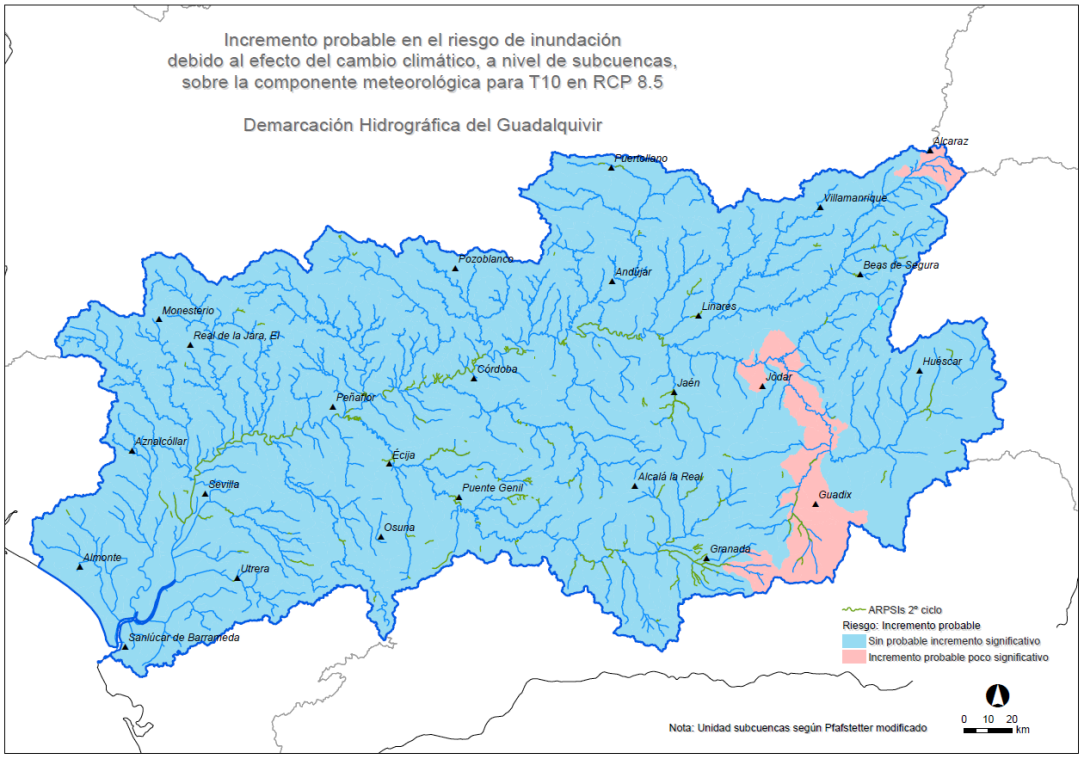


Figura 22. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T10 en RCP 8.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

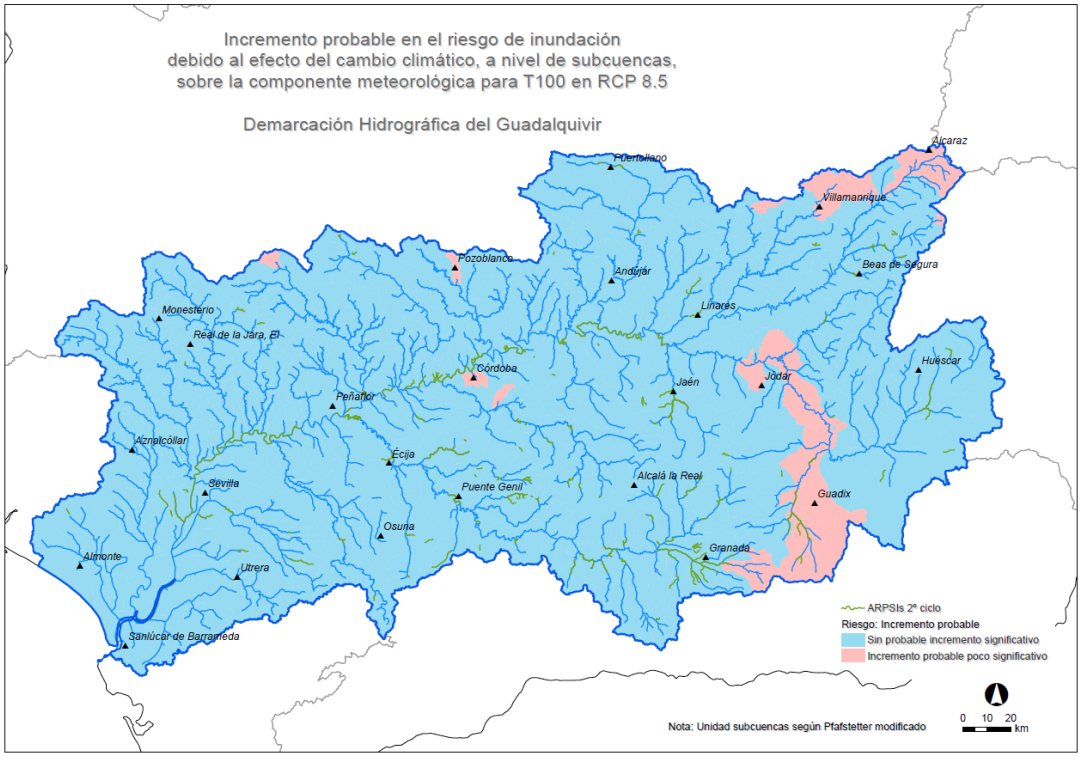


Figura 23. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T100 en RCP 8.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

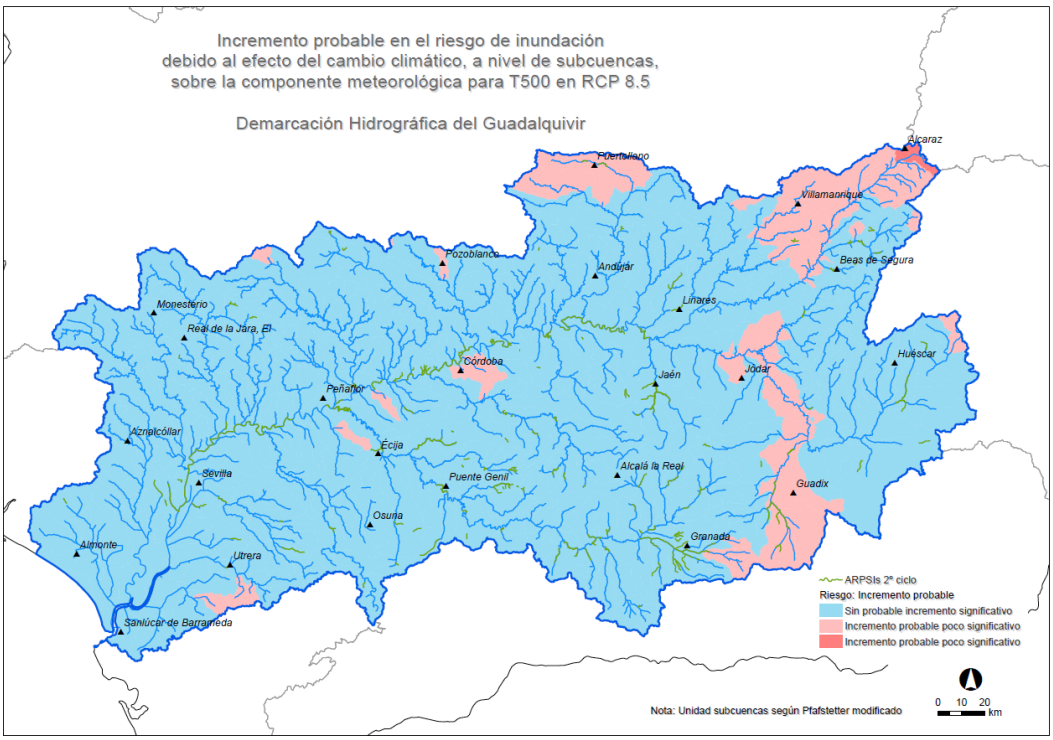


Figura 24. Incremento probable en el riesgo de inundación debido al efecto del cambio climático en la componente meteorológica para T500 en RCP 8.5, según subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

Valor componente usos del suelo

Para obtener el valor total de la componente usos del suelo en las subcuencas Pfafstetter, se aplica la siguiente fórmula, sumando los valores de cada factor. Los resultados numéricos se clasifican cualitativamente según la tabla inferior.

$$Valor_{comp.usos\ suelo} = 0{,}1\ x\ (Valor_{cambio\ usos\ suelo}) + 0{,}3\ (Valor_{erosión}) + 0{,}1\ x\ (Valor_{incendios\ forestales}) + 0{,}5\ x\ (Valor_{Sup.impermeabilizada})$$

Valoración de la influencia de la componente usos del suelo en el riesgo de inundación	Riesgo: Incremento probable
> 2	Incremento probable altamente significativo
1 - 2	Incremento probable significativo
0 - 1	Incremento probable poco significativo
0	Sin probable incremento significativo

Tabla 19. Valoración cualitativa de la influencia de la componente usos del suelo en el riesgo de inundación

El mapa obtenido reúne los factores analizados de la componente usos del suelo a nivel de subcuencas para la Demarcación del Guadalquivir (usos del suelo, erosión, incendios forestales y superficies impermeabilizadas).

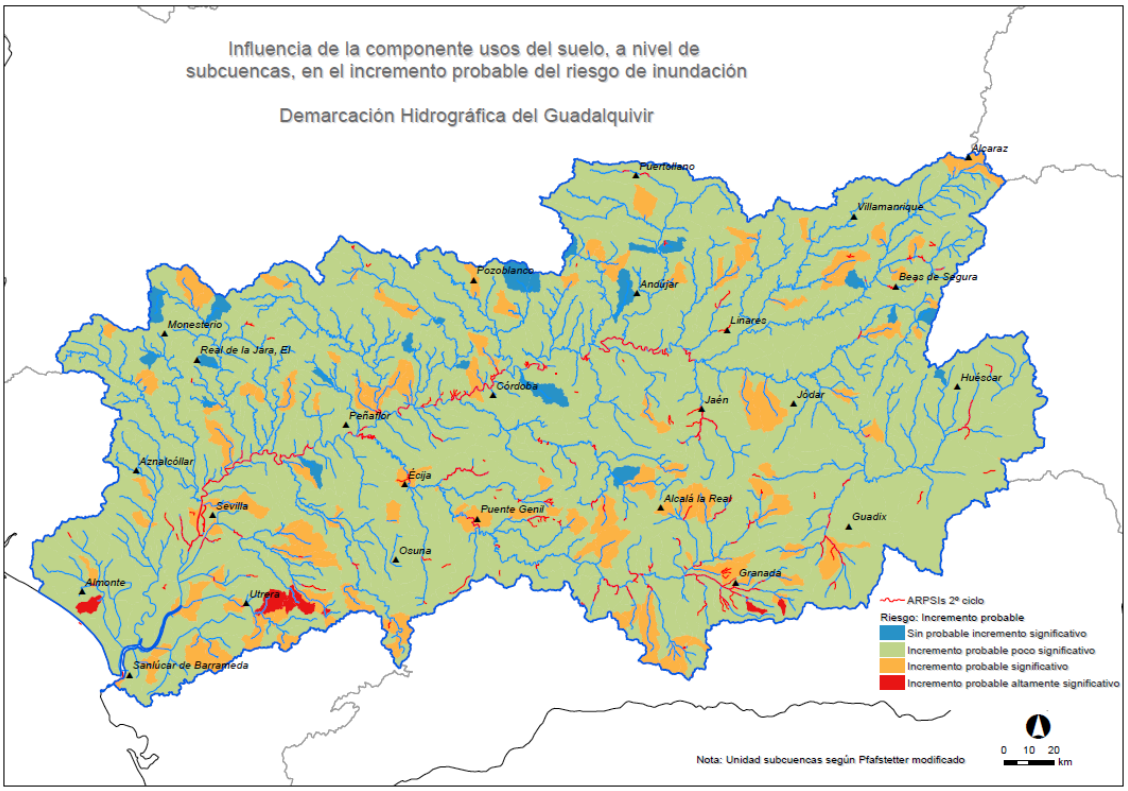


Figura 25. Valoración de la influencia de la componente usos del suelo, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en el incremento probable del riesgo de inundación en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

El análisis final de la influencia de la componente usos del suelo en el riesgo de inundación, indica que la mayor parte del territorio asociado a la cuenca del Guadalquivir presenta, de forma alternante, áreas con distintos niveles de influencia. La mayor parte

de su superficie tiene un nivel de incremento probable poco significativo, siendo significativo en aquellos tramos donde la influencia de la erosión es mayor, y altamente significativo en determinadas cuencas próximas al curso bajo del Guadalquivir. Estas últimas corresponden a las proximidades de los núcleos urbanos de Utrera, Almonte, aunque también cabe destacar Granada, con sus cuencas de Huenes y de San Juan, que se introducen en el sistema montañoso de Sierra Nevada.

Valor cualitativo total

Finalmente, una vez se dispone de los datos relativos a la influencia del cambio climático sobre las componentes meteorológica y de usos del suelo, será necesario obtener la valoración cualitativa total, de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$Valor_{cambio\ climático} = Valor_{com.meteorológica} + Valor_{comp.uso\ del\ suelo}$$

El valor de riesgo resultante permitiría clasificarlo cualitativamente como: sin probable incremento significativo, con incremento probable poco significativo, con incremento probable significativo e incremento probable altamente significativo, de acuerdo con la siguiente tabla.

Valoración total del efecto probable del cambio climático	Riesgo: Incremento probable
> 2	Incremento probable altamente significativo
1 - 2	Incremento probable significativo
0 - 1	Incremento probable poco significativo
0	Sin probable incremento significativo

Tabla 20. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático

Los mapas resultantes, por periodo de retorno (10, 100 y 500 años) se muestran en las siguientes figuras, para los dos escenarios RCP.

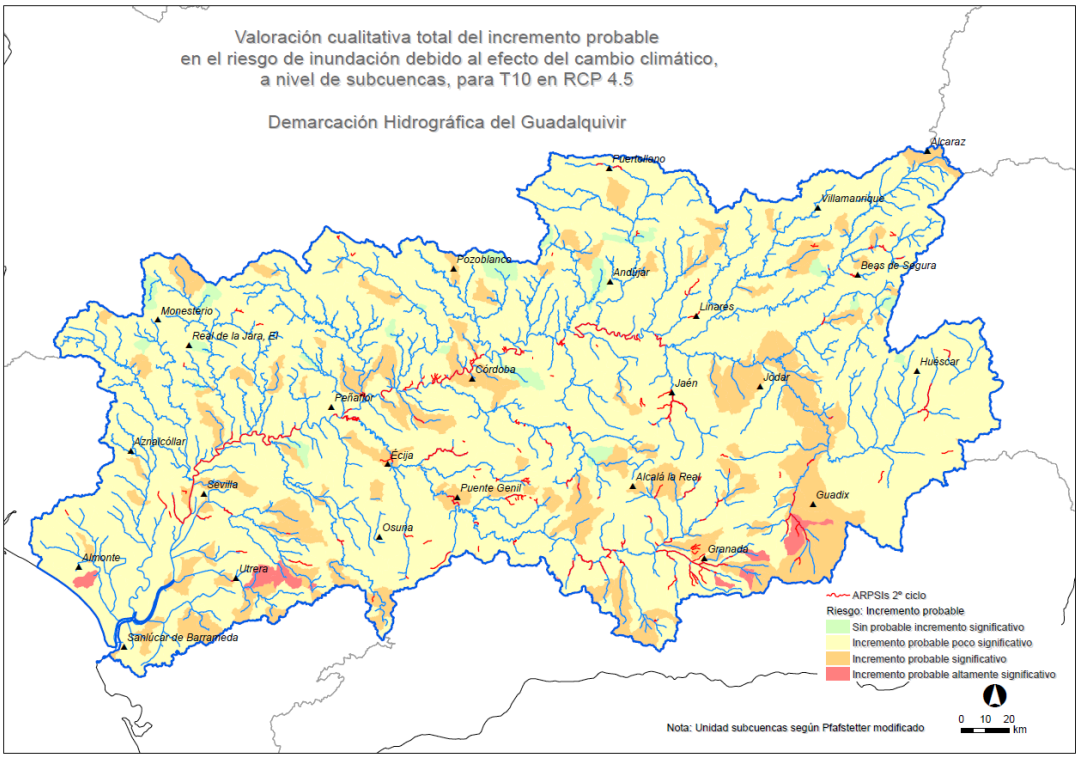


Figura 26. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T10 en un escenario RCP 4.5, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

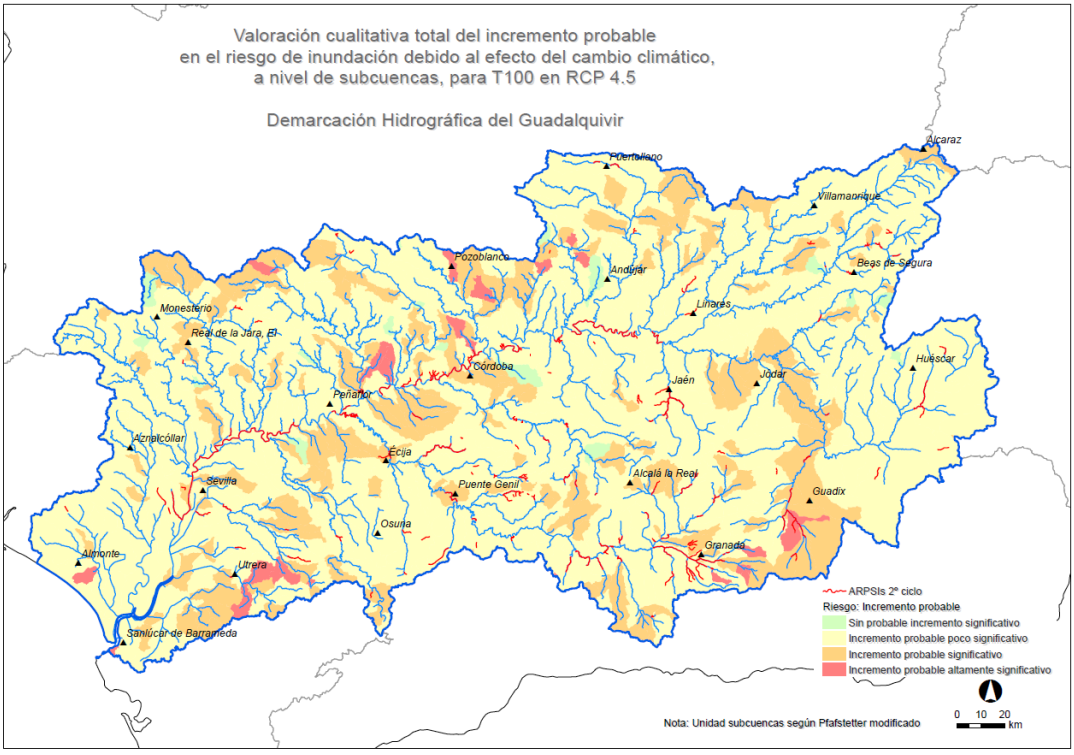


Figura 27. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T100 en un escenario RCP 4.5, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

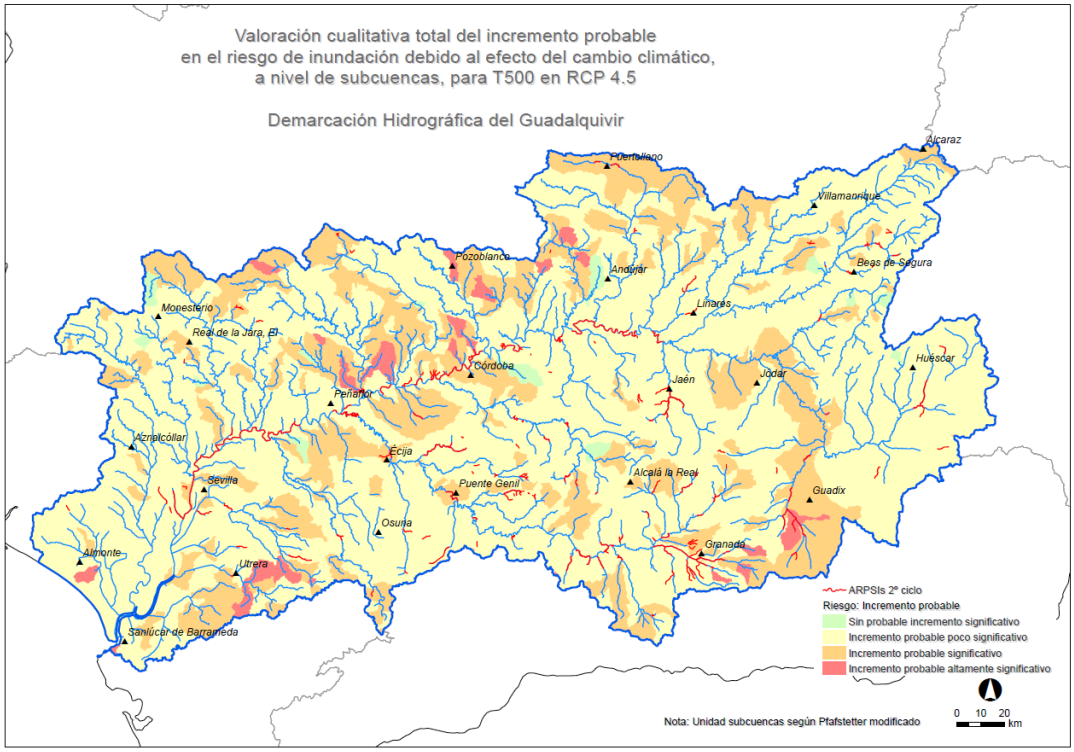


Figura 28. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T500 en un escenario RCP 4.5, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

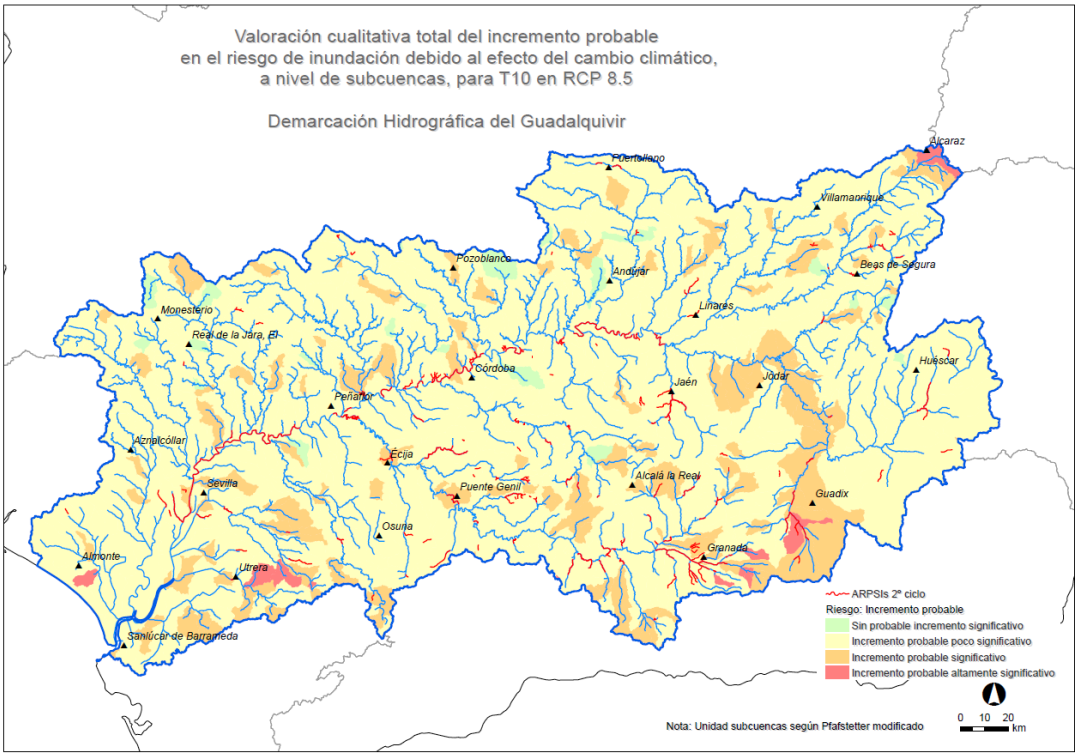


Figura 29. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T10 en un escenario RCP 8.5, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

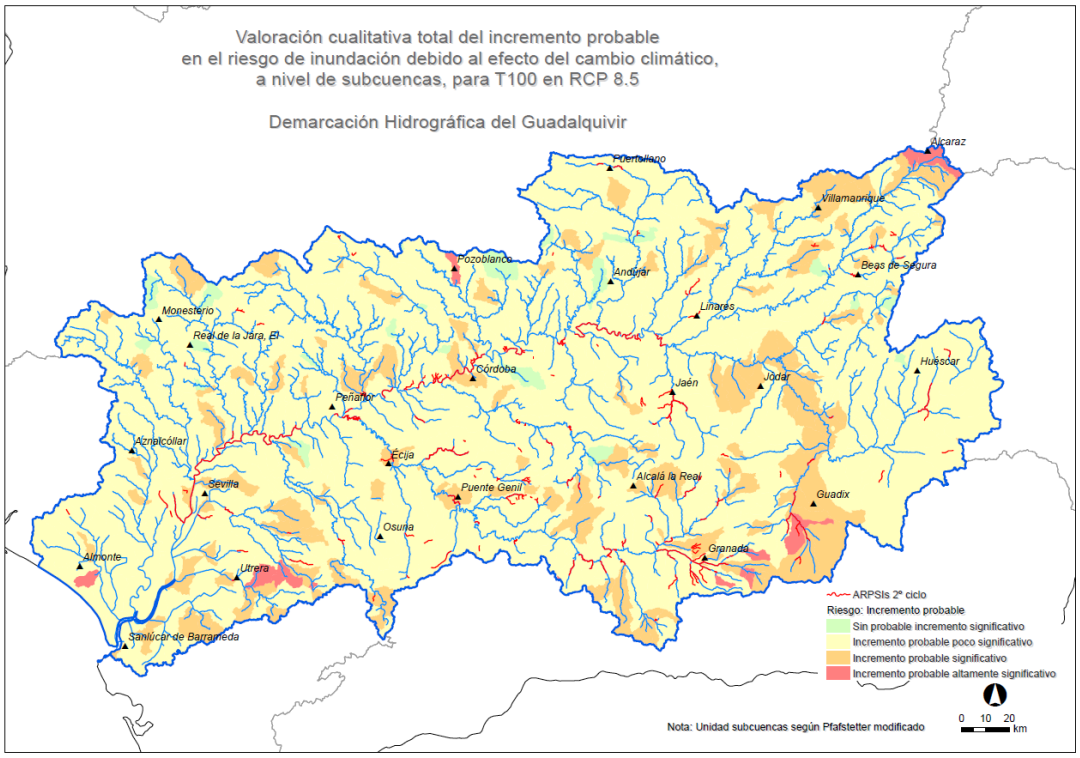


Figura 30. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T100 en un escenario RCP 8.5, a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

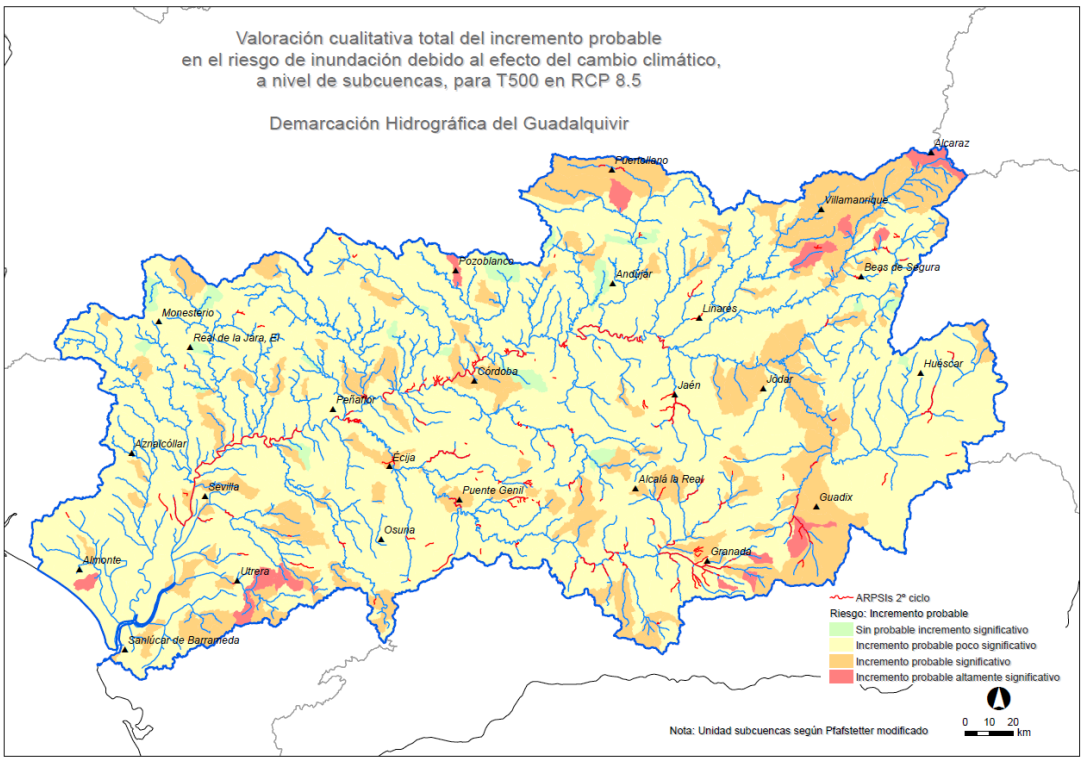


Figura 31. Valoración cualitativa total del incremento probable en el riesgo de inundación debido al cambio climático para T500 en un escenario RCP 8.5 , a nivel de subcuencas Pfafstetter, en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

Los mapas obtenidos de la valoración cualitativa del cambio climático en el riesgo de inundación muestran que las zonas donde la influencia es más evidente son en los periodos de retorno asociados al escenario RCP 4.5, aunque la heterogeneidad en la distribución de los niveles de riesgo a nivel territorial es muy notable.

De forma general, se puede afirmar para el caso de estudio de la Demarcación del Guadalquivir, que la mayor parte de su extensión no presenta un probable incremento significativo en el riesgo de inundación como consecuencia del cambio climático. No obstante, en todos los escenarios se identifican zonas de incremento probable significativo, que tienden a localizarse próximas a los sistemas montañosos que definen esta cuenca: Sistemas Béticos y Sierra Morena.

Las cuencas que muestran un incremento probable altamente significativo se distribuyen irregularmente a lo largo de toda la demarcación, con tendencia a localizarse en Sierra Nevada y en las proximidades del municipio de Utrera para ambos escenarios; así como en el eje del Guadalquivir para RCP 4.5 y en el límite nordeste de la demarcación para RCP 8.5.

3. Influencia del cambio climático en el ámbito de estudio

A continuación, se representan los resultados obtenidos para la subcuenca en la que se ubica el área de estudio para cada escenario considerado (RCP 4.5 y RCP 8.5) y para los 3 periodos de retorno de avenida establecidos en la Directiva de Inundaciones (10, 100 y 500 años).

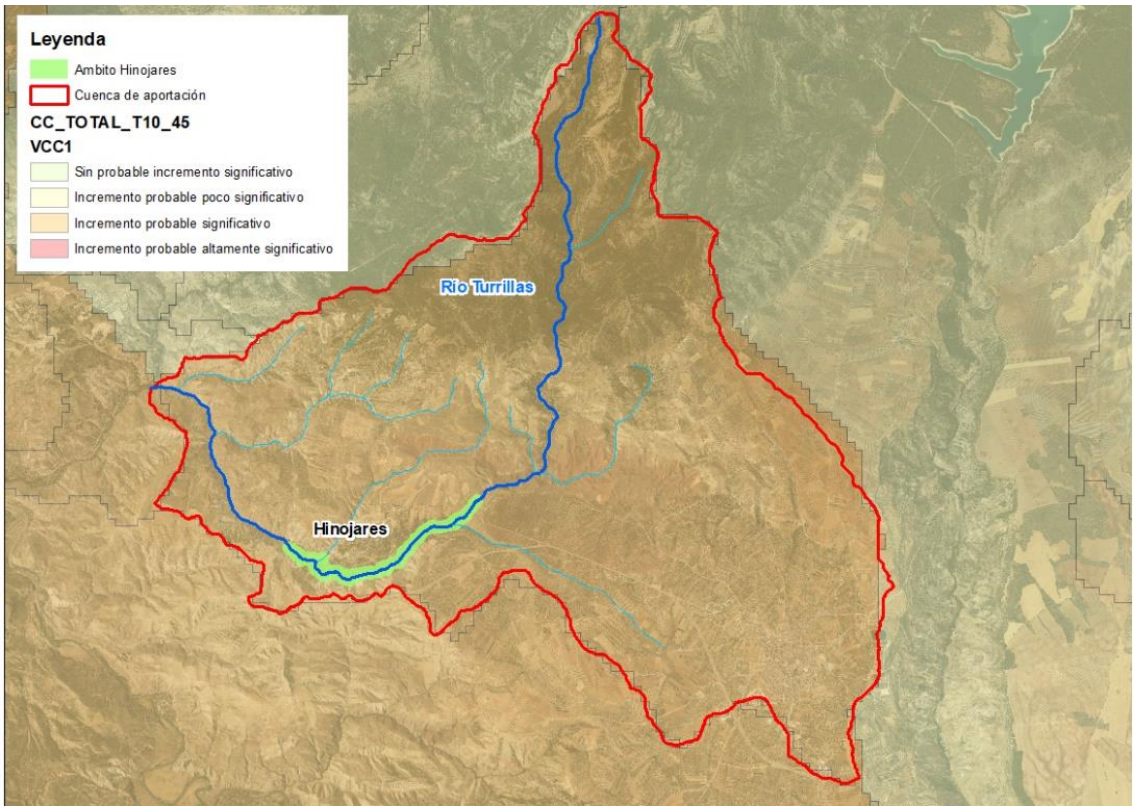


Figura 32. Cuenca de aportación del río Turrillas y ubicación del ámbito de estudio dentro de la cuenca.

Se observa que, para los tres periodos de retorno de ambos escenarios climáticos, la cuenca en la que se encuentra el tramo de estudio del río Turrillas, a su paso por Hinojares, presenta un incremento probable significativo de las inundaciones por acción del cambio climático. De estos resultados se extrae que hay una significativa probabilidad de que la influencia del cambio climático pueda incrementar el riesgo de inundaciones en el área de actuación en el futuro.

Las imágenes siguientes muestran el detalle del tramo de estudio, para cada uno de los escenarios RCP contemplados y para cada período de retorno, en relación con el grado de influencia del cambio climático sobre el incremento en el riesgo por inundación.

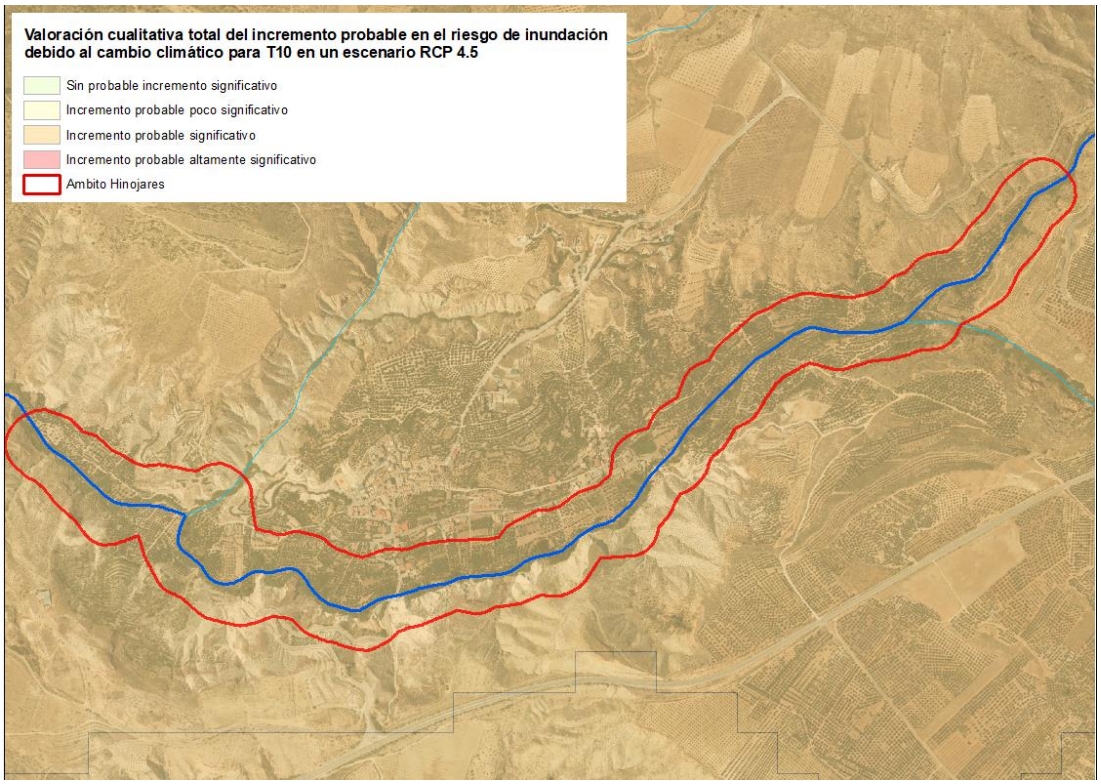


Figura 33. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 4.5 para el periodo de avenida de 10 años.

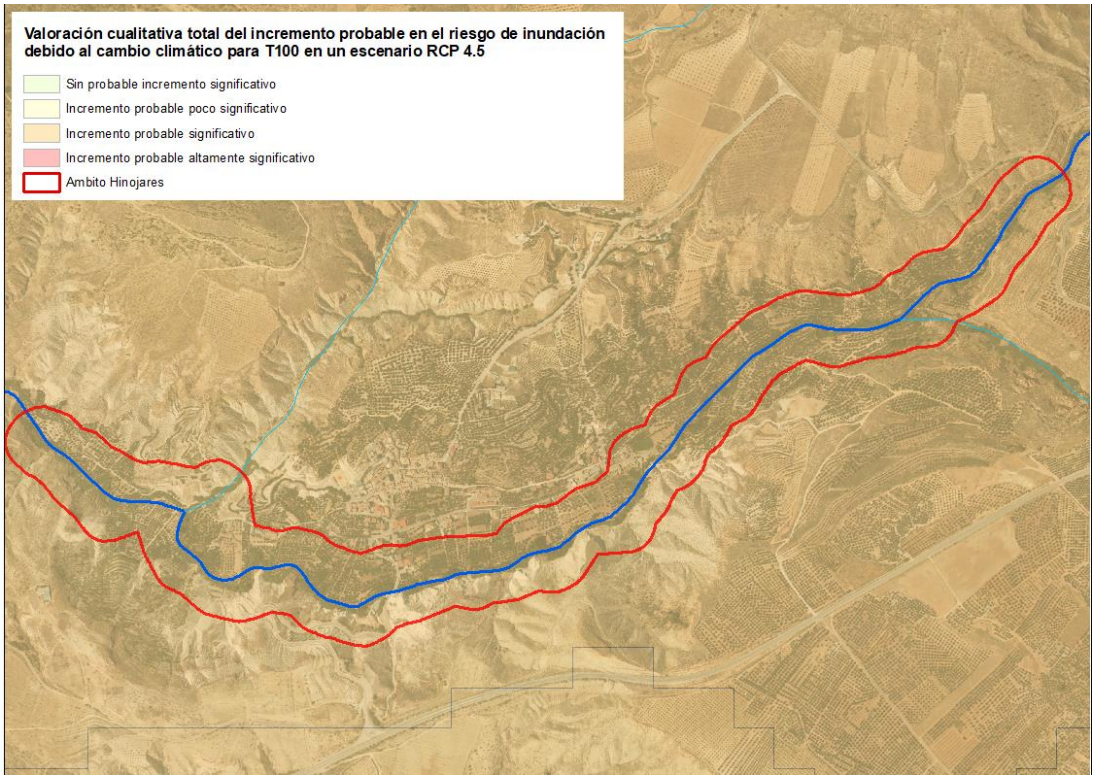


Figura 34. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 4.5 para el periodo de avenida de 100 años.

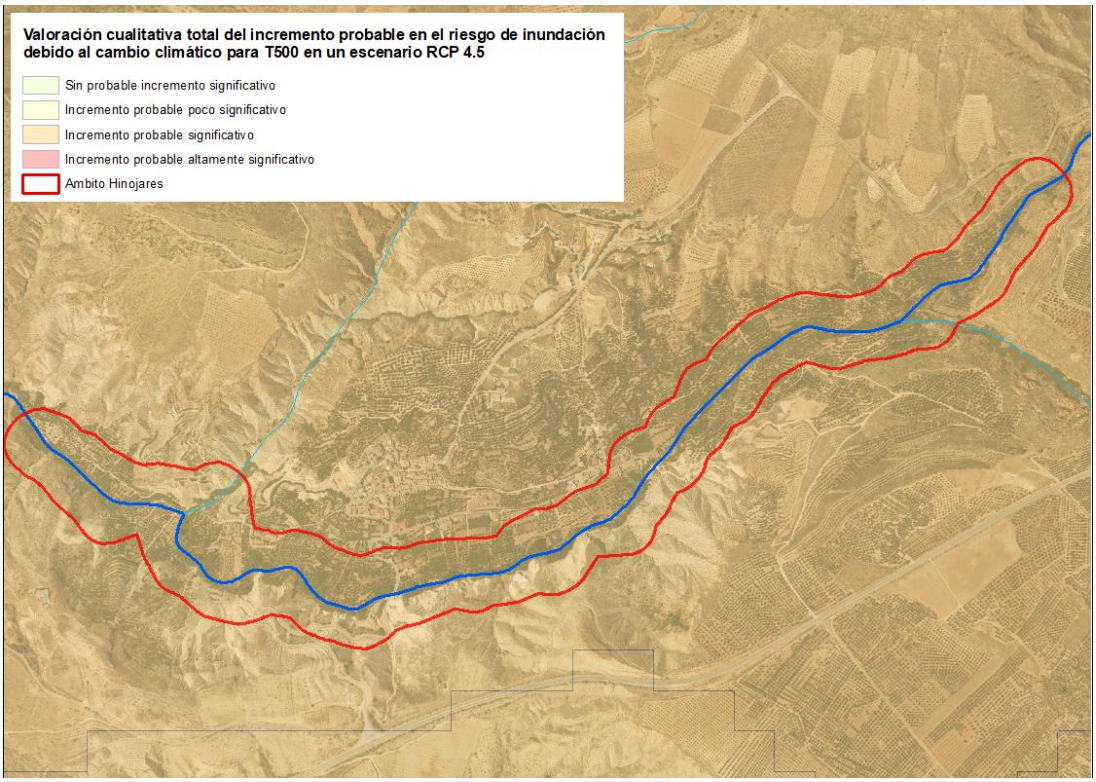


Figura 35. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 4.5 para el periodo de avenida de 500 años.

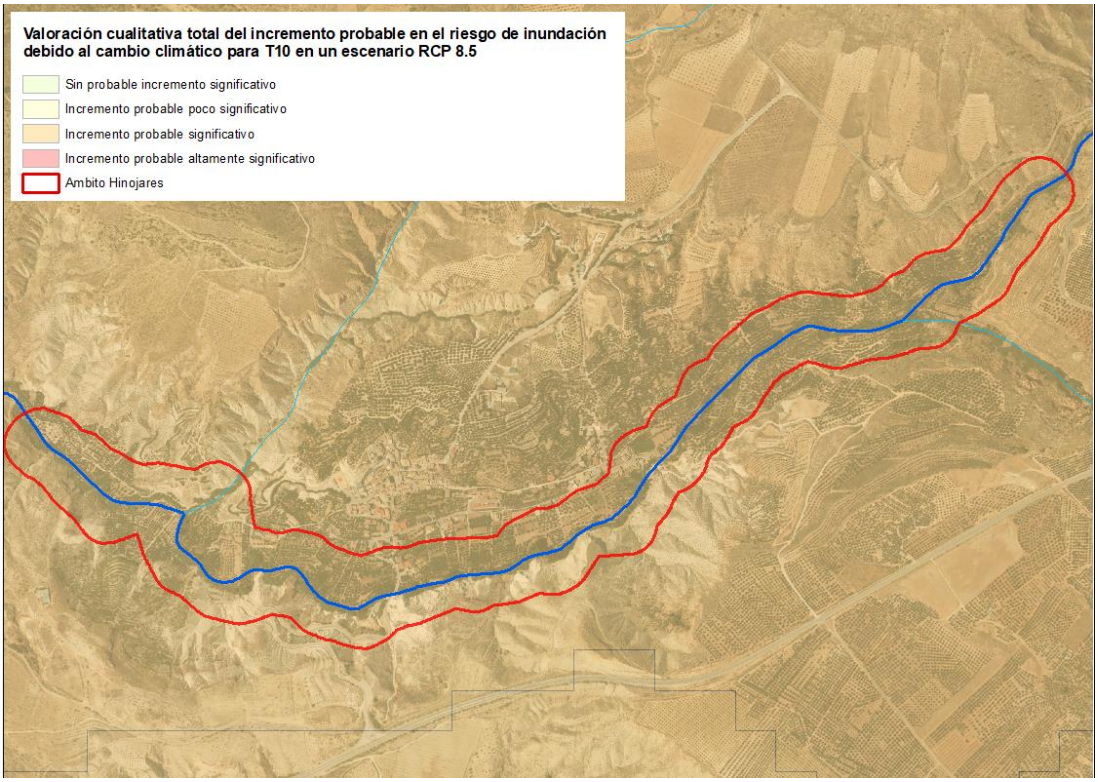


Figura 36. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 8.5 para el periodo de avenida de 10 años.

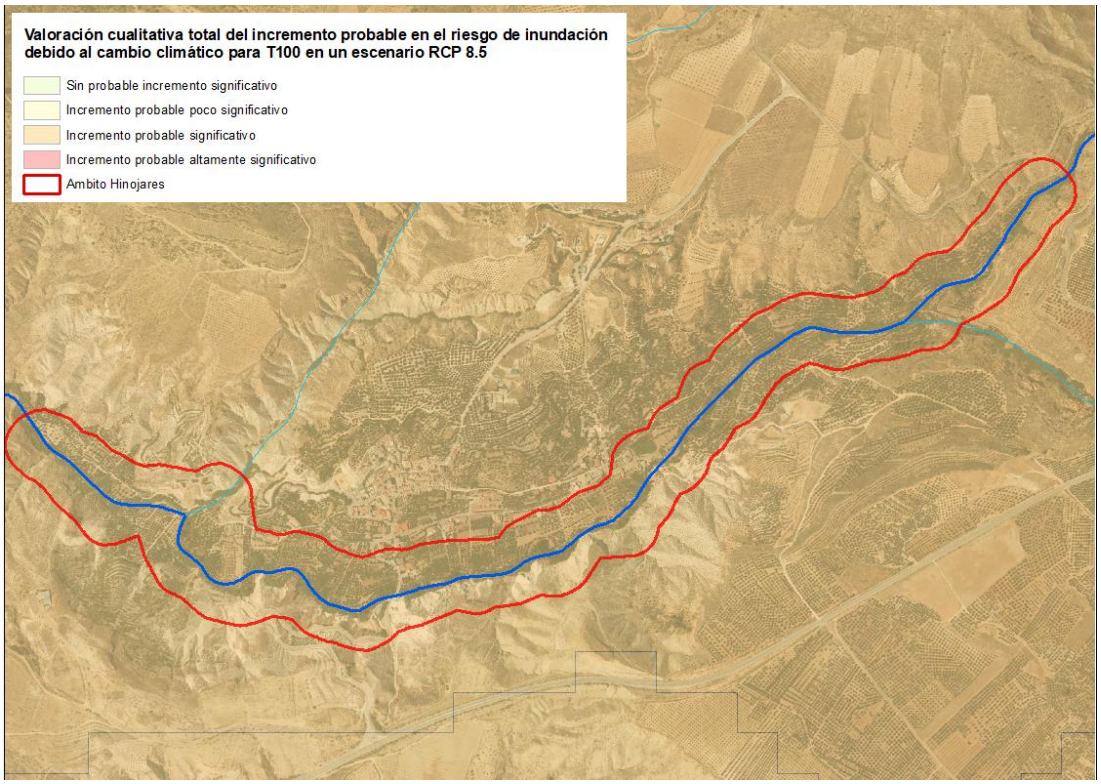


Figura 37. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 8.5 para el periodo de avenida de 100 años.

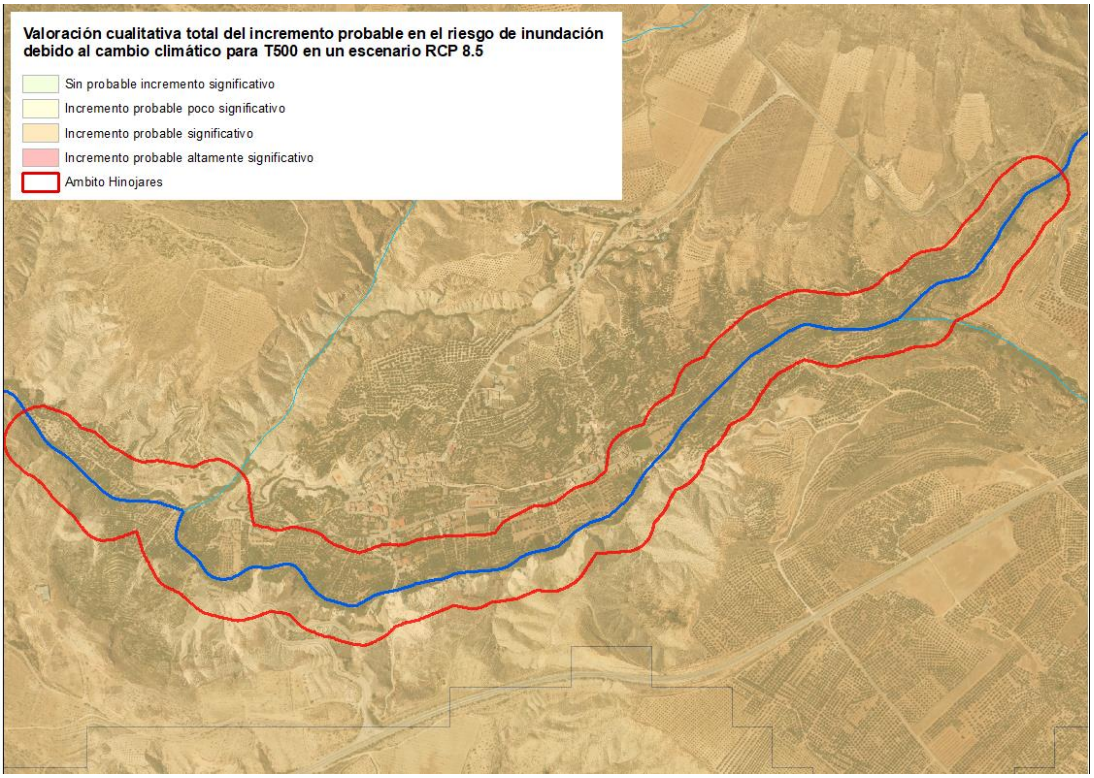


Figura 38. Grado de influencia del cambio climático en el área de actuación para el escenario RCP 8.5 para el periodo de avenida de 500 años.



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

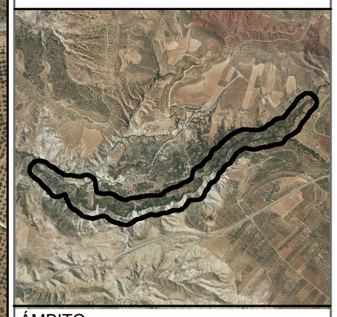
1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

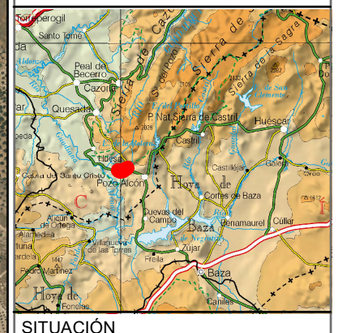
Leyenda

Subtramo ARPSI

Ambito estudio



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL01-01

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

MAPA DEL ÁMBITO DE ESTUDIO



ESCALA

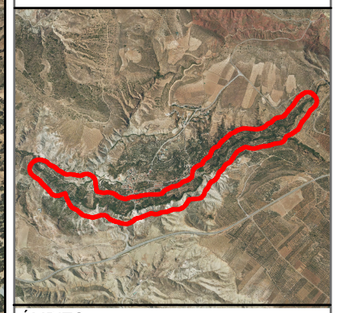
0 40 80 160 m

N

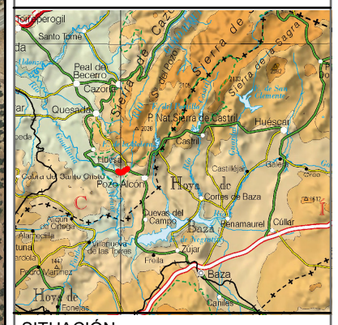
GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3



ÁMBITO



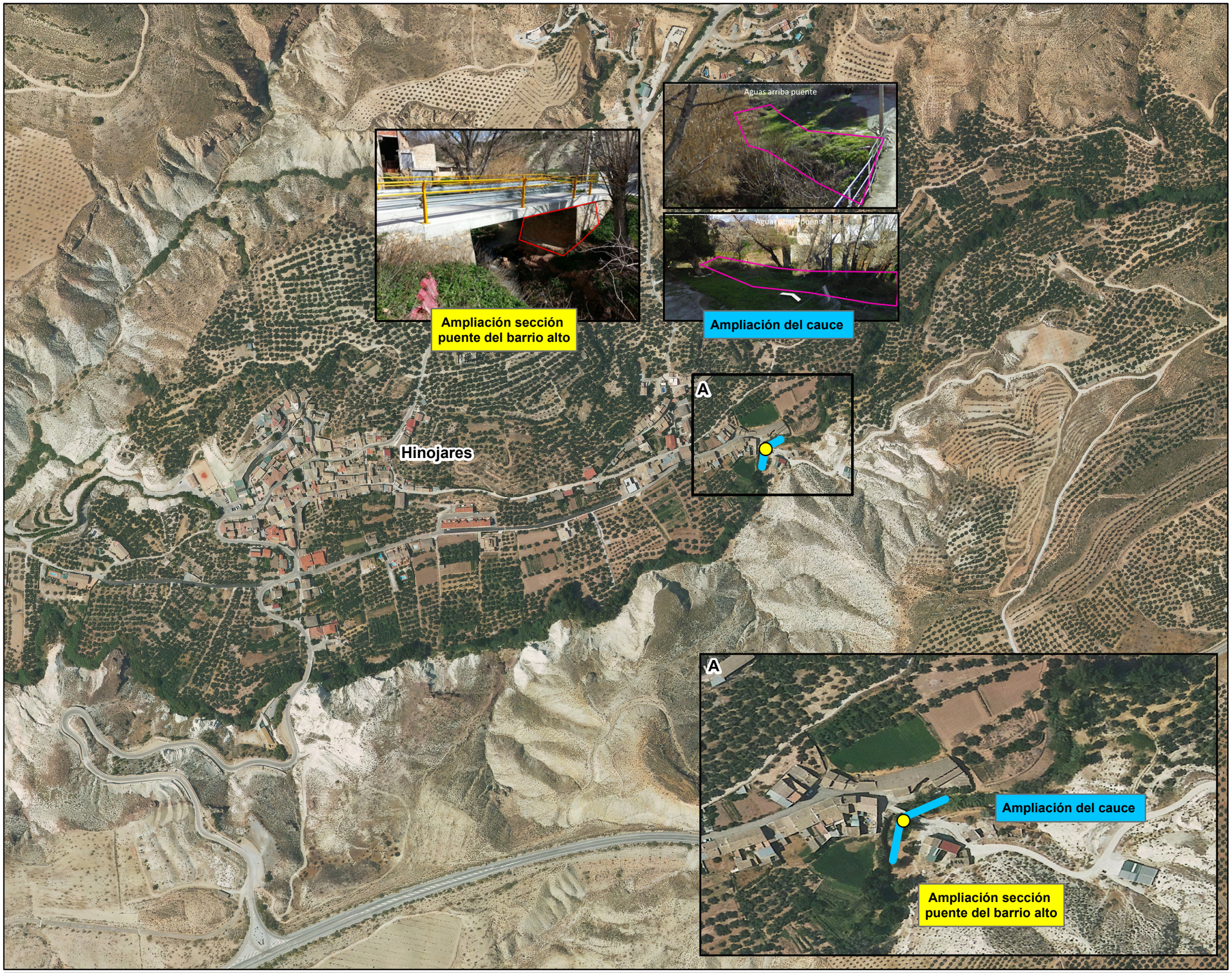
SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO: ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)	Nº DE PLANO: PL02-01	HOJA DE 1 DE 1	TITULO ACTUACIONES ALTERNATIVA 1
		FECHA FEBRERO 2023	



ESCALA

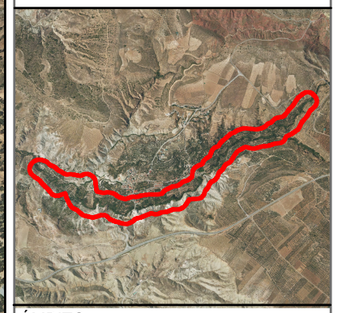
0 40 80 160 m

N

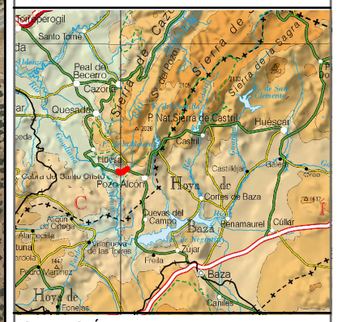
GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL02-02	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **ACTUACIONES ALTERNATIVA 2**

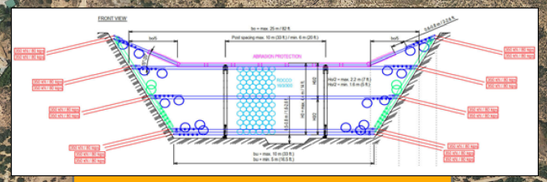


Ampliación sección puente del barrio alto



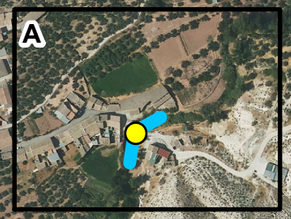


Ampliación del cauce

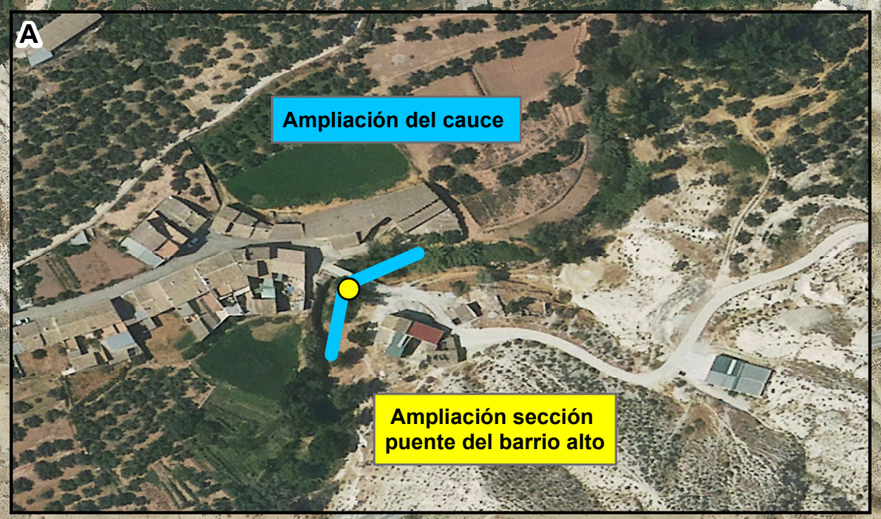


Instalación de barrera permeable mediante malla de anillos de acero





Hinojares





ESCALA

0 40 80 160 m

N

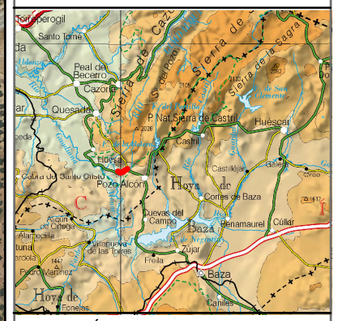
GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

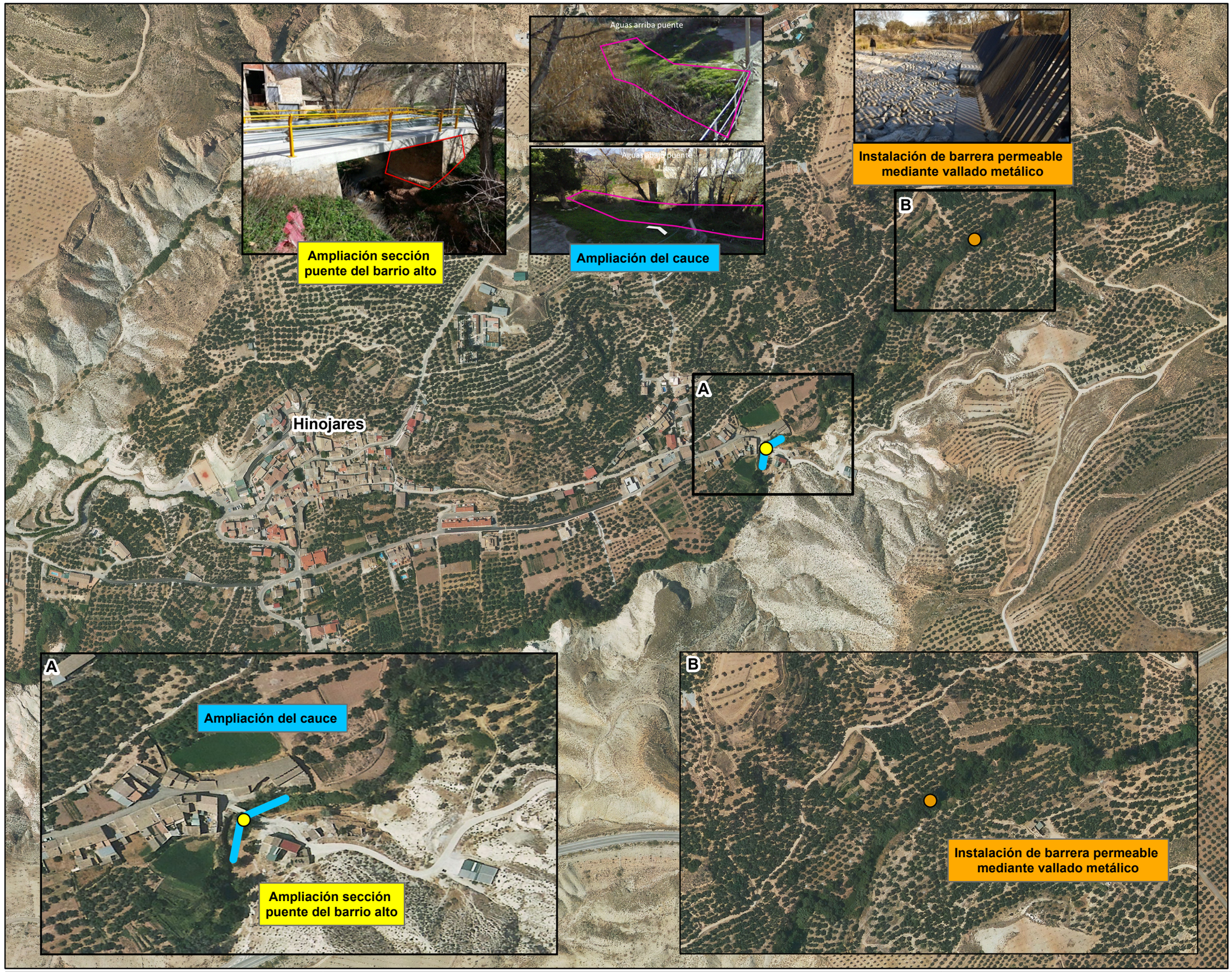
Nº DE PLANO: PL02-03

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

ACTUACIONES ALTERNATIVA 3



ESCALA

0 40 80 160 m

N

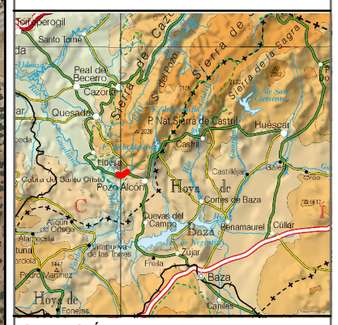
GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3



ÁMBITO



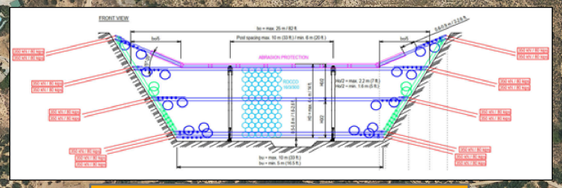
SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO: ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)	Nº DE PLANO: PL02-04	HOJA DE 1 DE 1	TITULO ACTUACIONES ALTERNATIVA 4
		FECHA FEBRERO 2023	



Instalación de barrera permeable mediante malla de anillos de acero

Hinojares

A

A

Instalación de barrera permeable mediante malla de anillos de acero

ESCALA

0 40 80 160 m

N

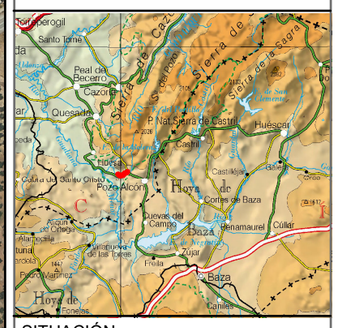
GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL02.05	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **ACTUACIONES ALTERNATIVA 5.1**



ESCALA

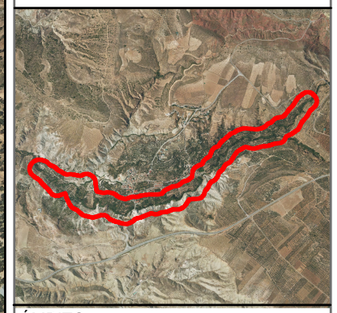
0 40 80 160 m

N

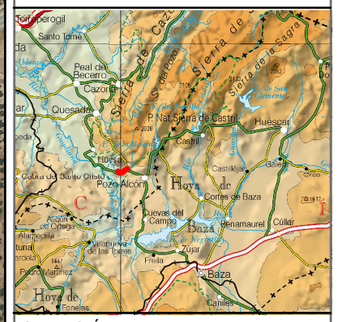
GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

PL02.06

Nº DE PLANO: 1 DE 1
HOJA DE

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

ACTUACIONES ALTERNATIVA 5.2



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

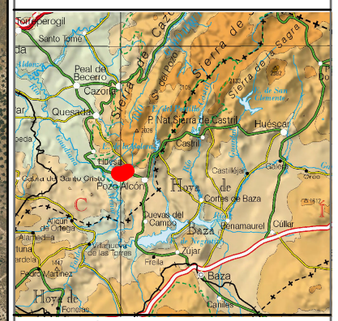
Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL03-01	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DE ZONAS INUNDABLES ALTERNATIVA 0



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

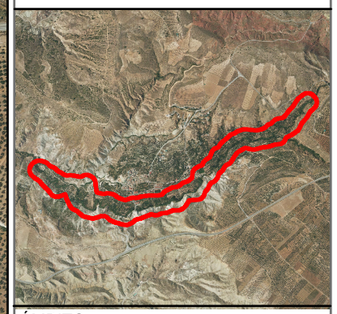
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

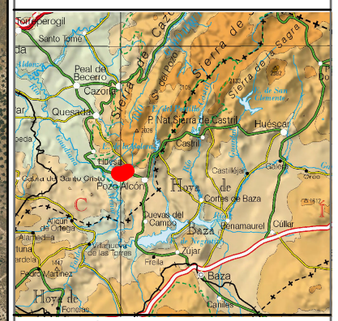
Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL03-02	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **MAPA DE ZONAS INUNDABLES ALTERNATIVA 1**



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

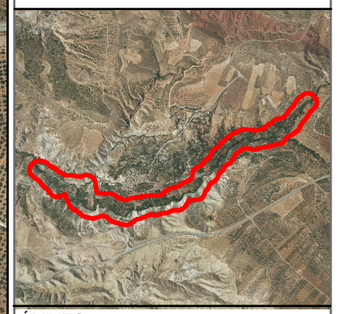
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

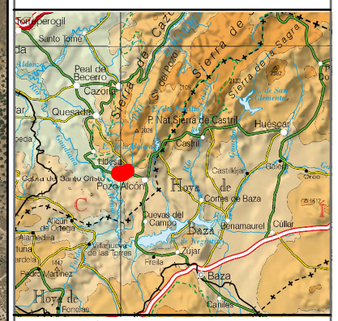
Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.

AQUATEC

TÍTULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL03-03

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TÍTULO

MAPA DE ZONAS INUNDABLES ALTERNATIVA 2

Hinojares

A

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

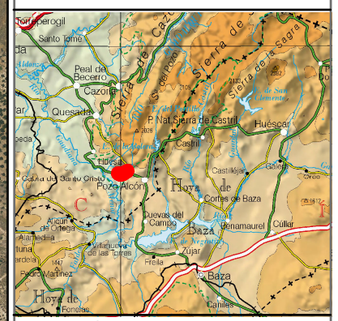
Leyenda

Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500

ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL03-04	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DE ZONAS INUNDABLES ALTERNATIVA 3



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

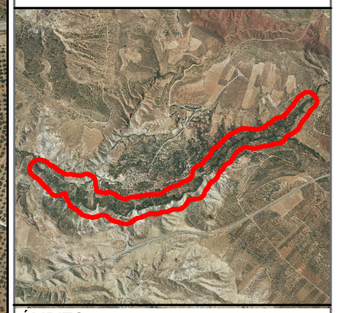
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

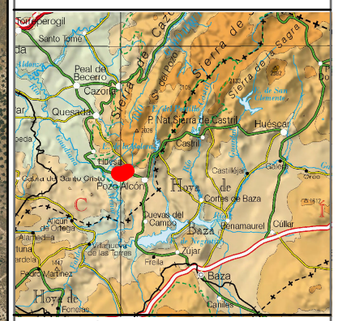
Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL03-05	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **MAPA DE ZONAS INUNDABLES ALTERNATIVA 4**



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

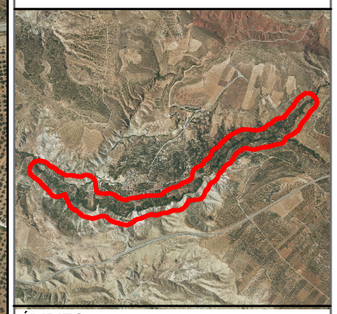
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

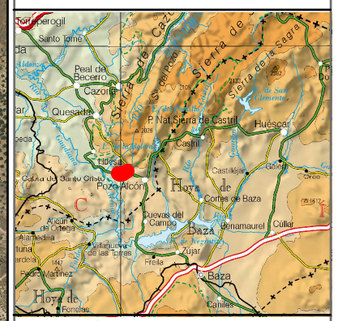
Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL03-06	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DE ZONAS INUNDABLES ALTERNATIVA 5.1



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

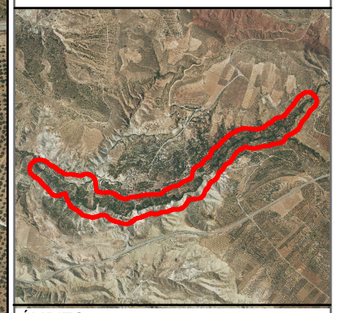
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

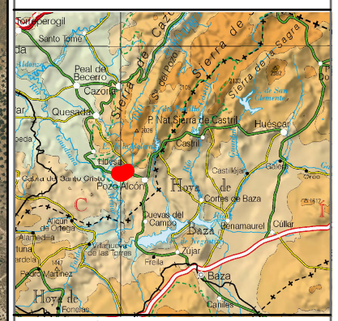
Zona inundable T010

Zona inundable T100

Zona inundable T500



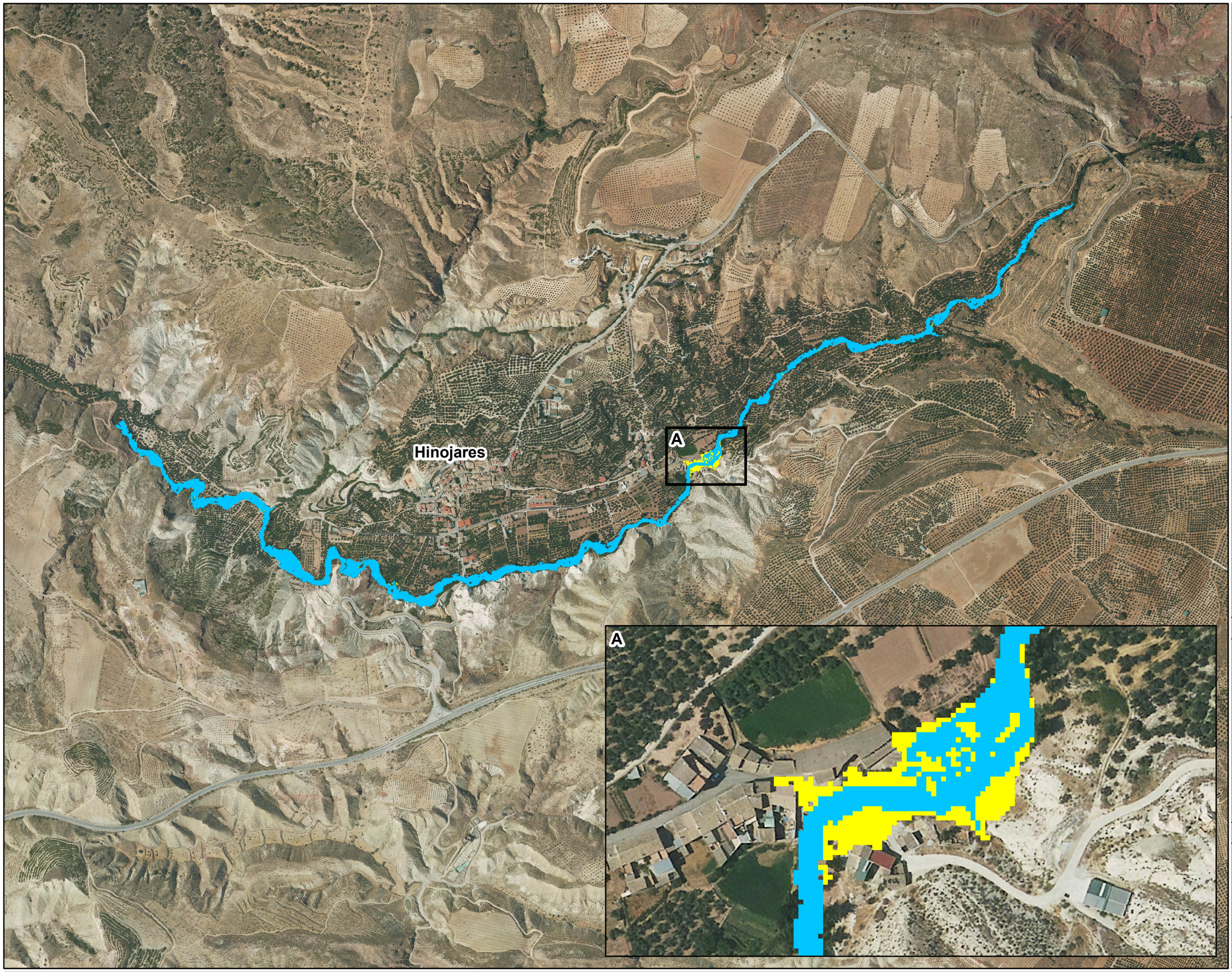
ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL03-07	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **MAPA DE ZONAS INUNDABLES ALTERNATIVA 5.2**



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

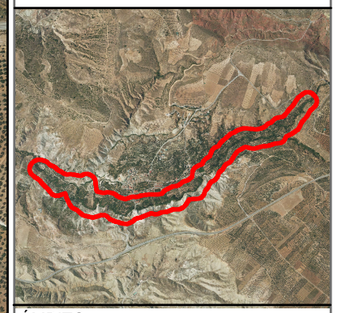
1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

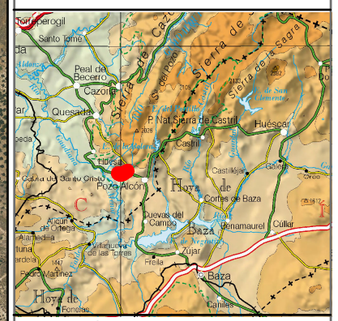
Leyenda

Zona inundable T010 Situación actual

Zona inundable T010 Alternativa 1



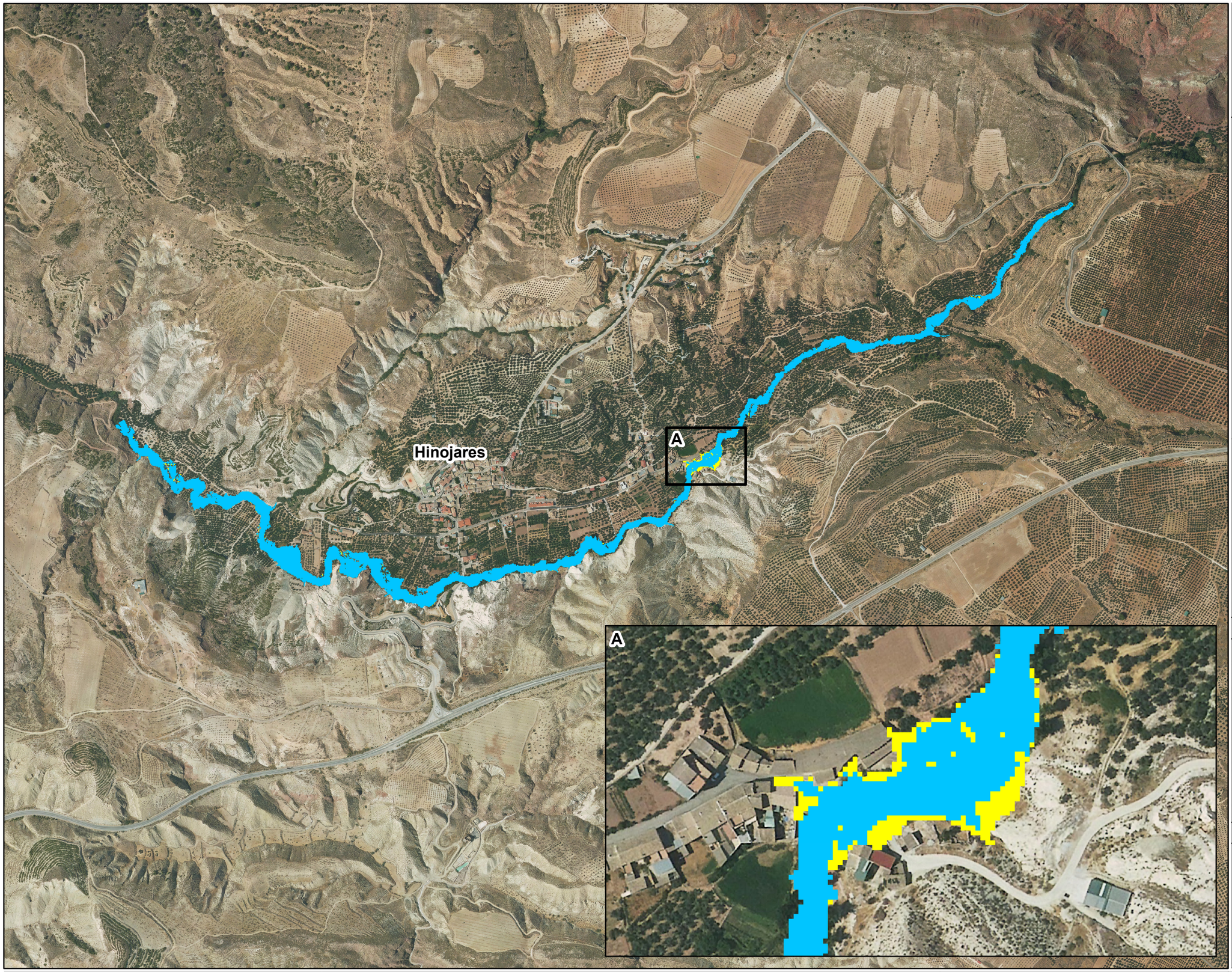
ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL04-01	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 1 T010**



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

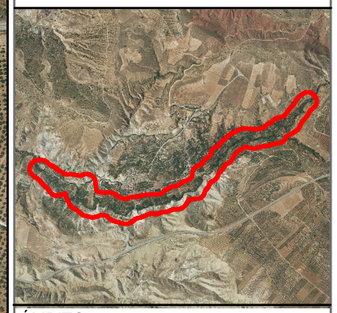
1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

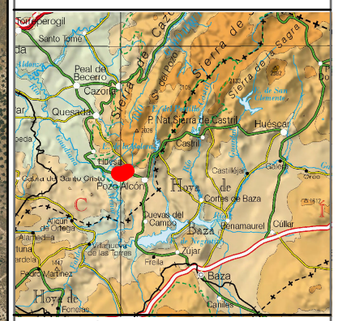
Leyenda

Zona inundable T100 Situación actual

Zona inundable T100 Alternativa 1



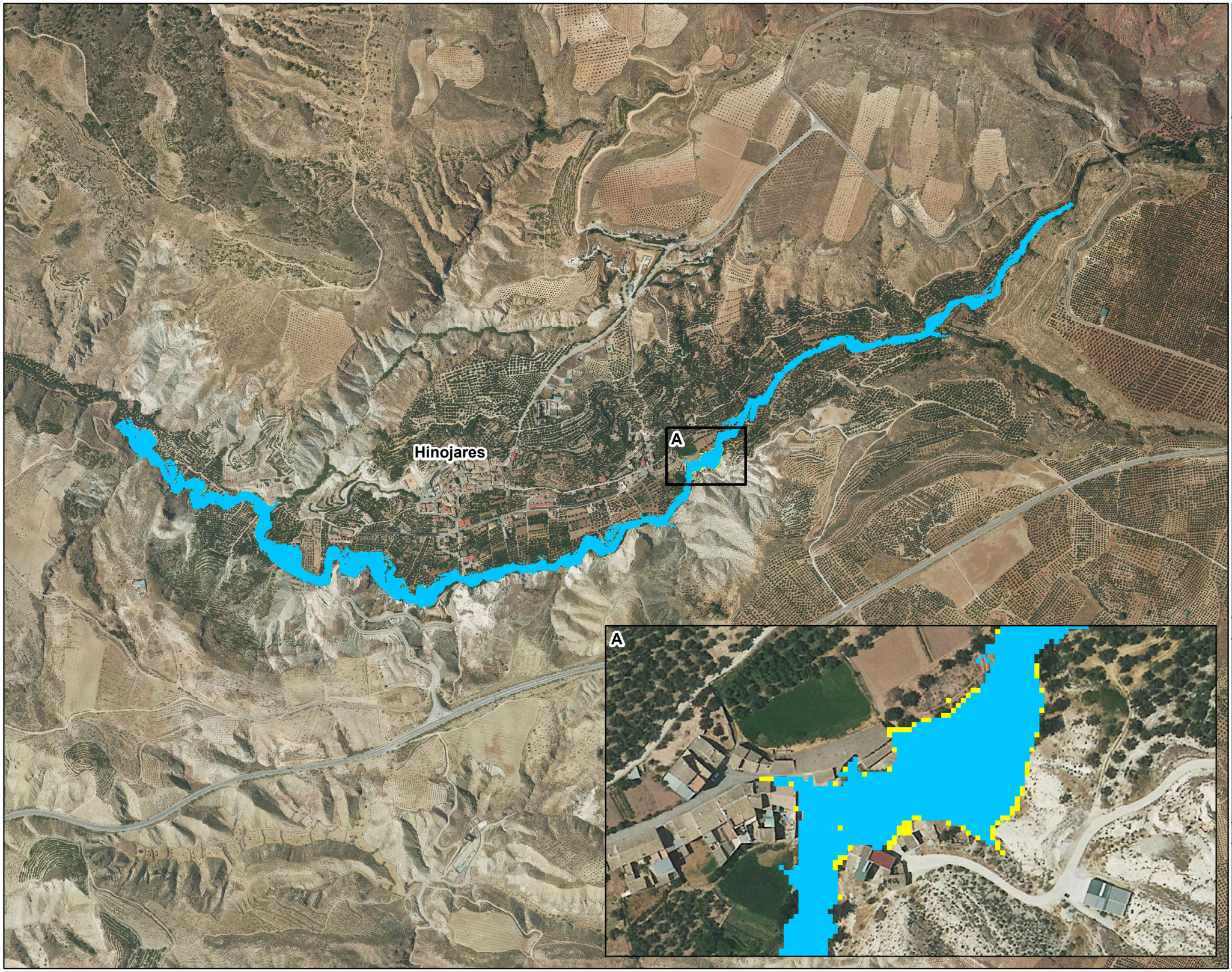
ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL04-02	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 1 T100**



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

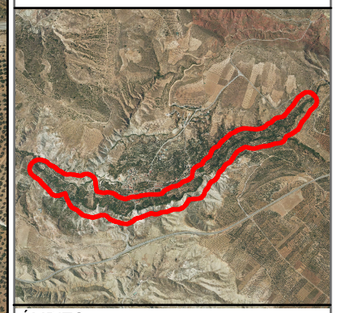
1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

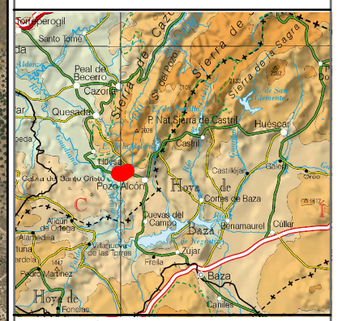
Leyenda

Zona inundable T500 Situación actual

Zona inundable T500 Alternativa 1



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL04-03	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 1 T500**

Hinojares

A

A

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

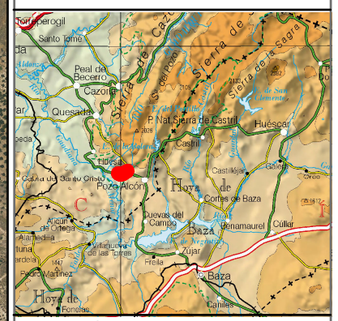
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Zona inundable T010 Situación actual

Zona inundable T010 Alternativa 2

ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL04-04

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 2 T010

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Zona inundable T100 Situación actual

Zona inundable T100 Alternativa 2

Hinojares

A

A

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

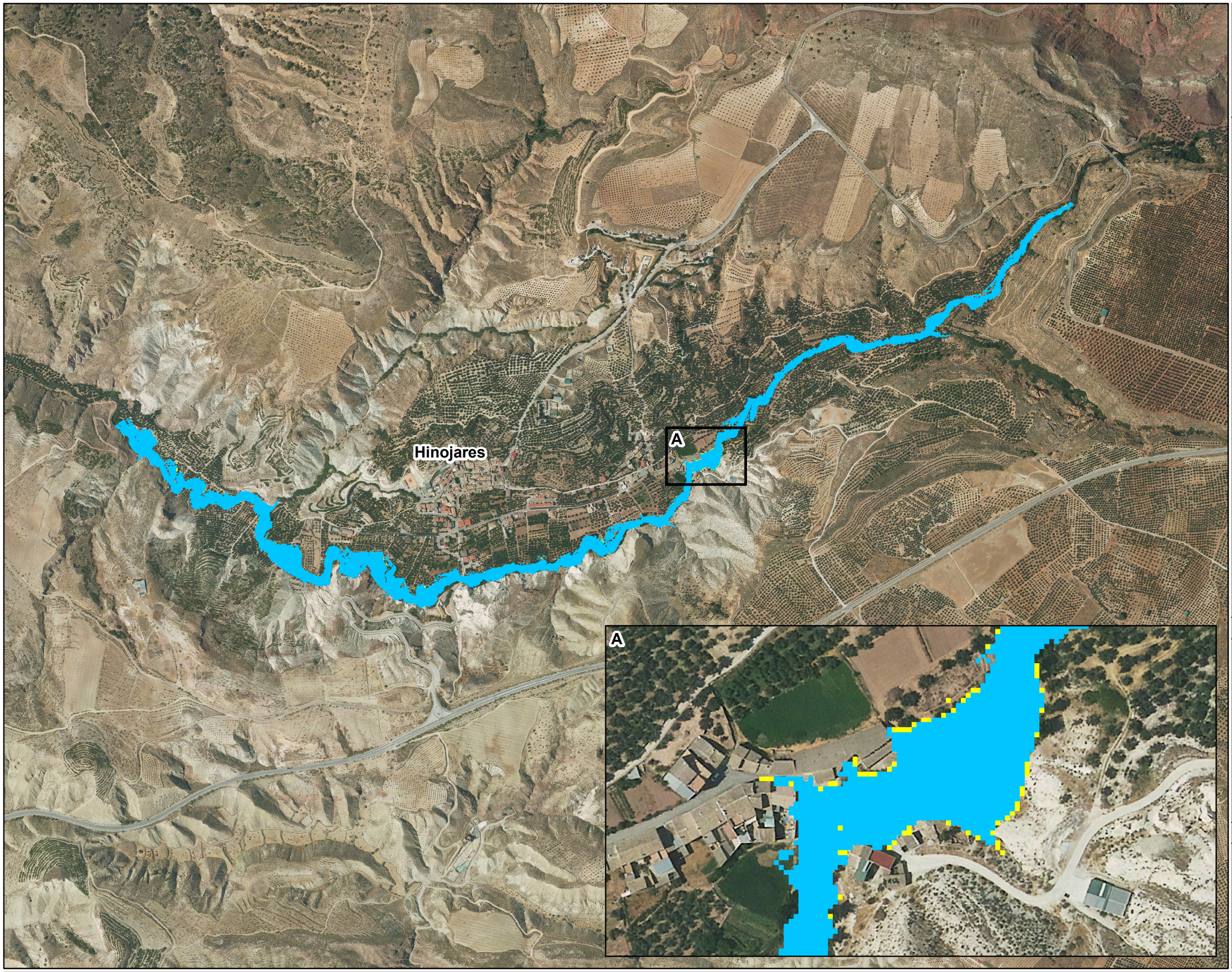
TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL04-05

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 2 T100



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

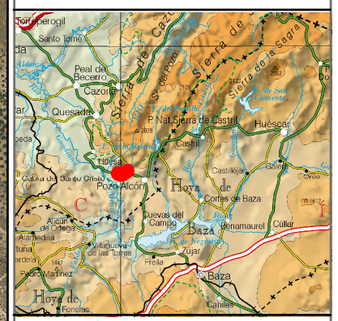
Leyenda

Zona inundable T500 Situación actual

Zona inundable T500 Alternativa 2



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL04-06

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 2 T500

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Zona inundable T010 Situación actual

Zona inundable T010 Alternativa 3

Hinojares

A

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL04-07

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 3 T010

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA

Original en A-3

Leyenda

Zona inundable T100 Situación actual

Zona inundable T100 Alternativa 3

Hinojares

A

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

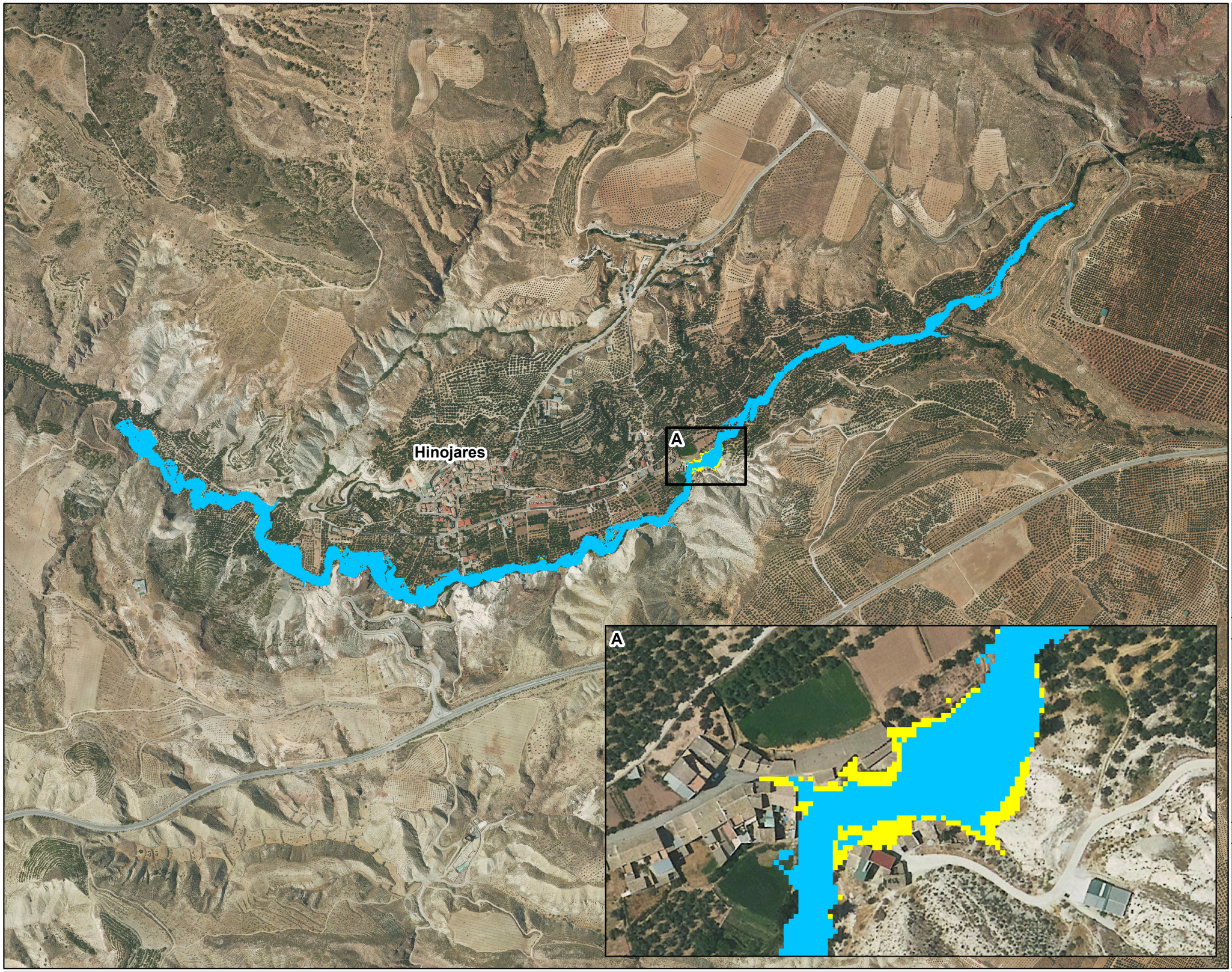
Nº DE PLANO: PL04-08

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 3 T100



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

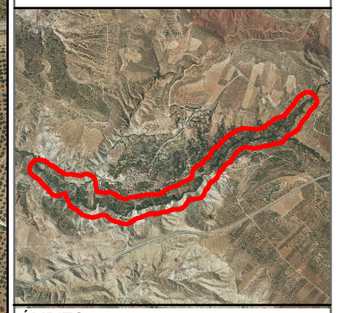
1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

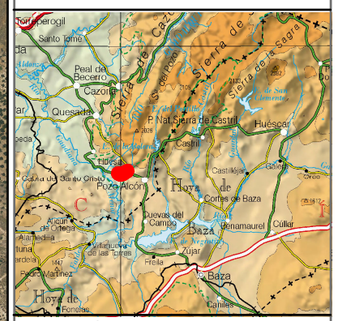
Leyenda

Zona inundable T500 Situación actual

Zona inundable T500 Alternativa 3



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL04-09

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 3 T500

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Zona inundable T010 Situación actual

Zona inundable T010 Alternativa 4

Hinojares

A

A

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL04-10

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 4 T010

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA

Original en A-3

Leyenda

Zona inundable T100 Situación actual

Zona inundable T100 Alternativa 4

Hinojares

A

A

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

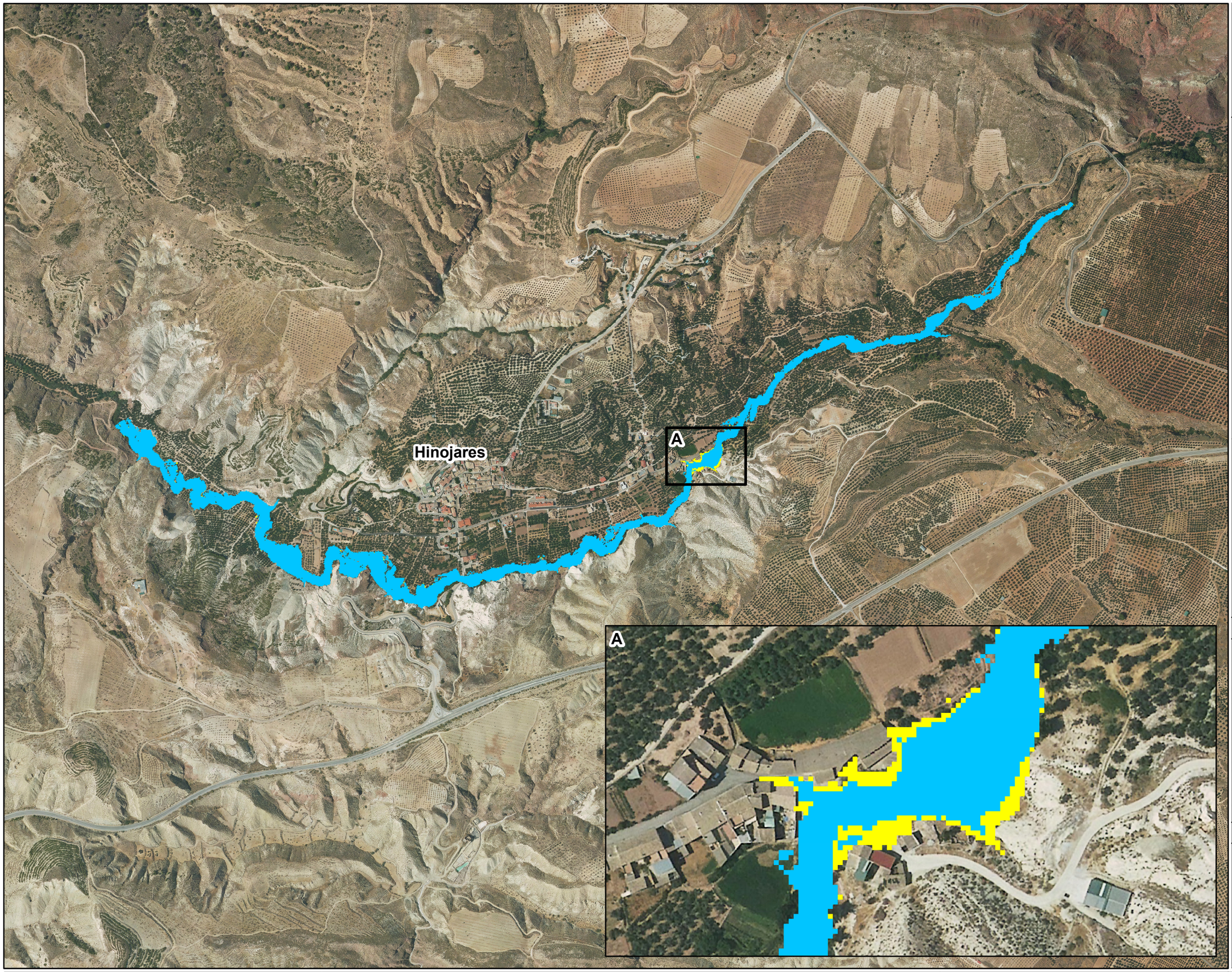
Nº DE PLANO: PL04-11

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 4 T100



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

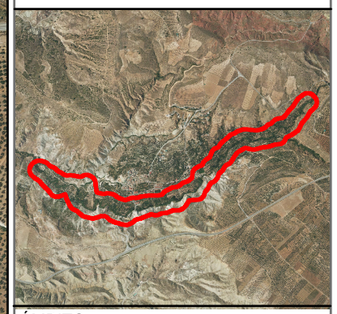
1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

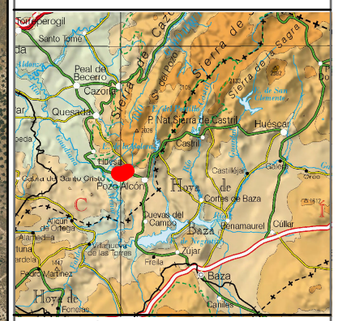
Leyenda

Zona inundable T500 Situación actual

Zona inundable T500 Alternativa 4



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL04-12

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 4 T500

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Zona inundable T010 Situación actual

Zona inundable T010 Alternativa 5.1

Hinojares

A

A

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

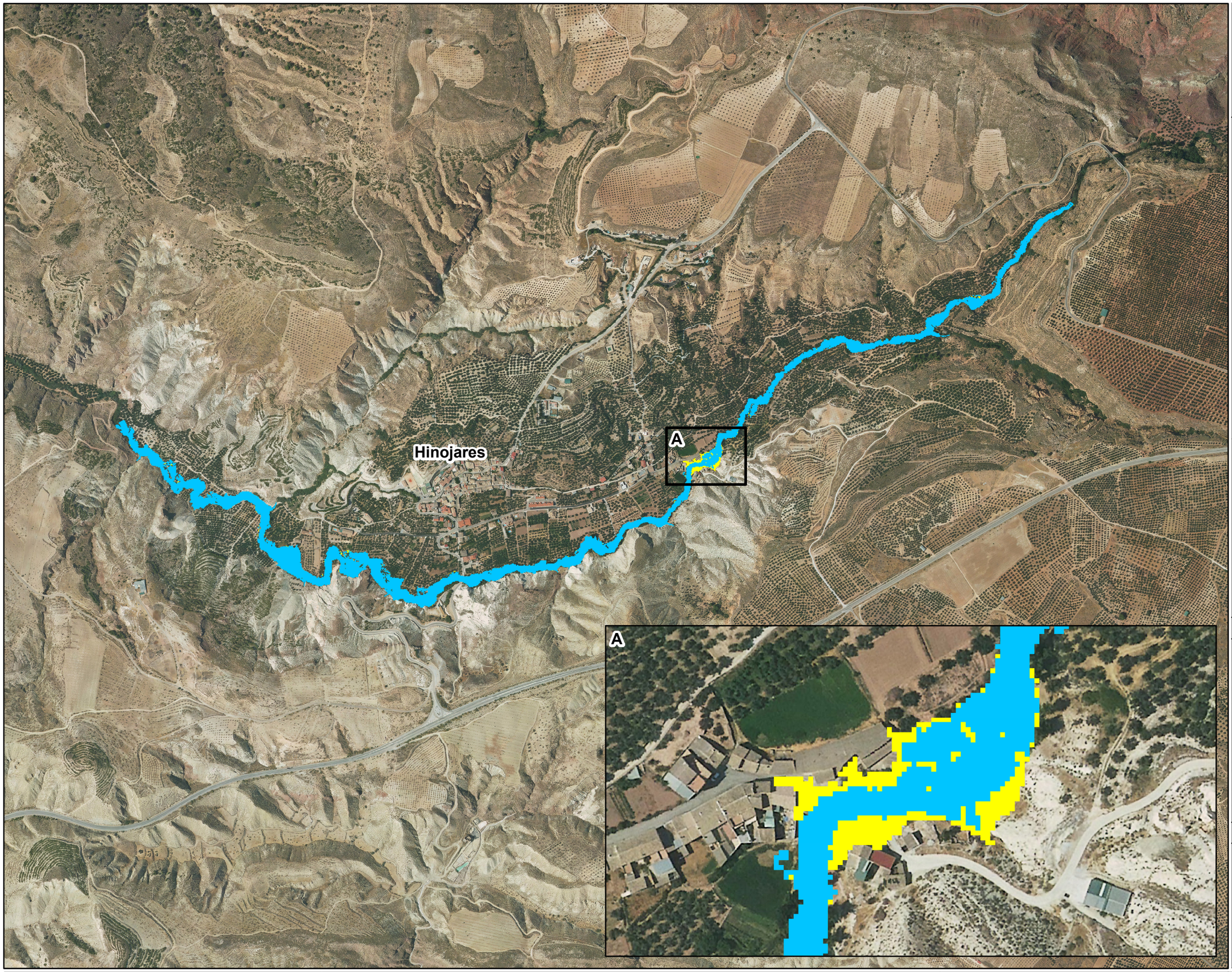
Nº DE PLANO: PL04-13

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 5.1 T010



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

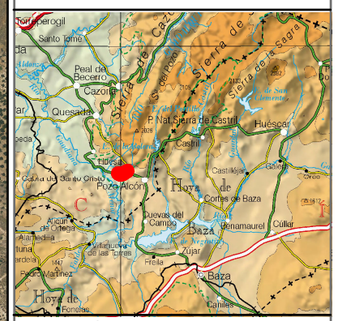
Leyenda

Zona inundable T100 Situación actual

Zona inundable T100 Alternativa 5.1



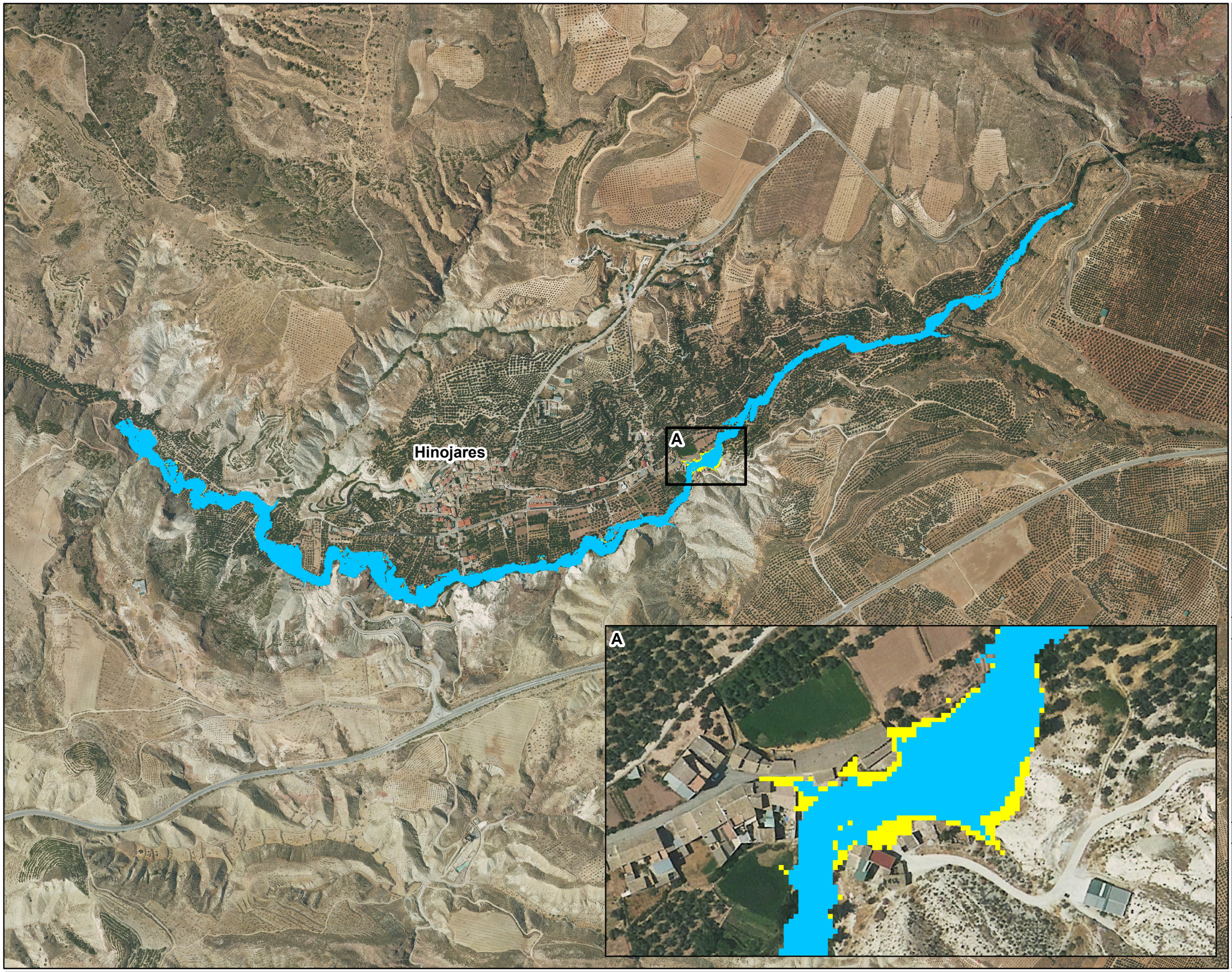
ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL04-14	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO: **COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 5.1 T100**



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

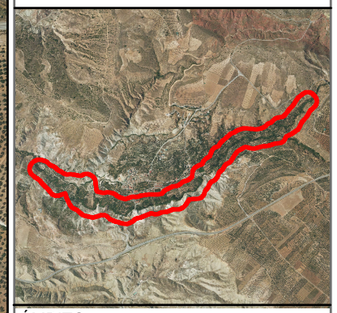
1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

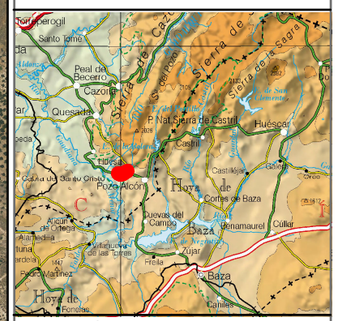
Leyenda

Zona inundable T500 Situación actual

Zona inundable T500 Alternativa 5.1



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL04-15

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 5.1 T500

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Zona inundable T010 Situación actual

Zona inundable T010 Alternativa 5.2

Hinojares

A

A

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL04-16

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 5.2 T010

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Zona inundable T100 Situación actual

Zona inundable T100 Alternativa 5.2

Hinojares

A

A

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

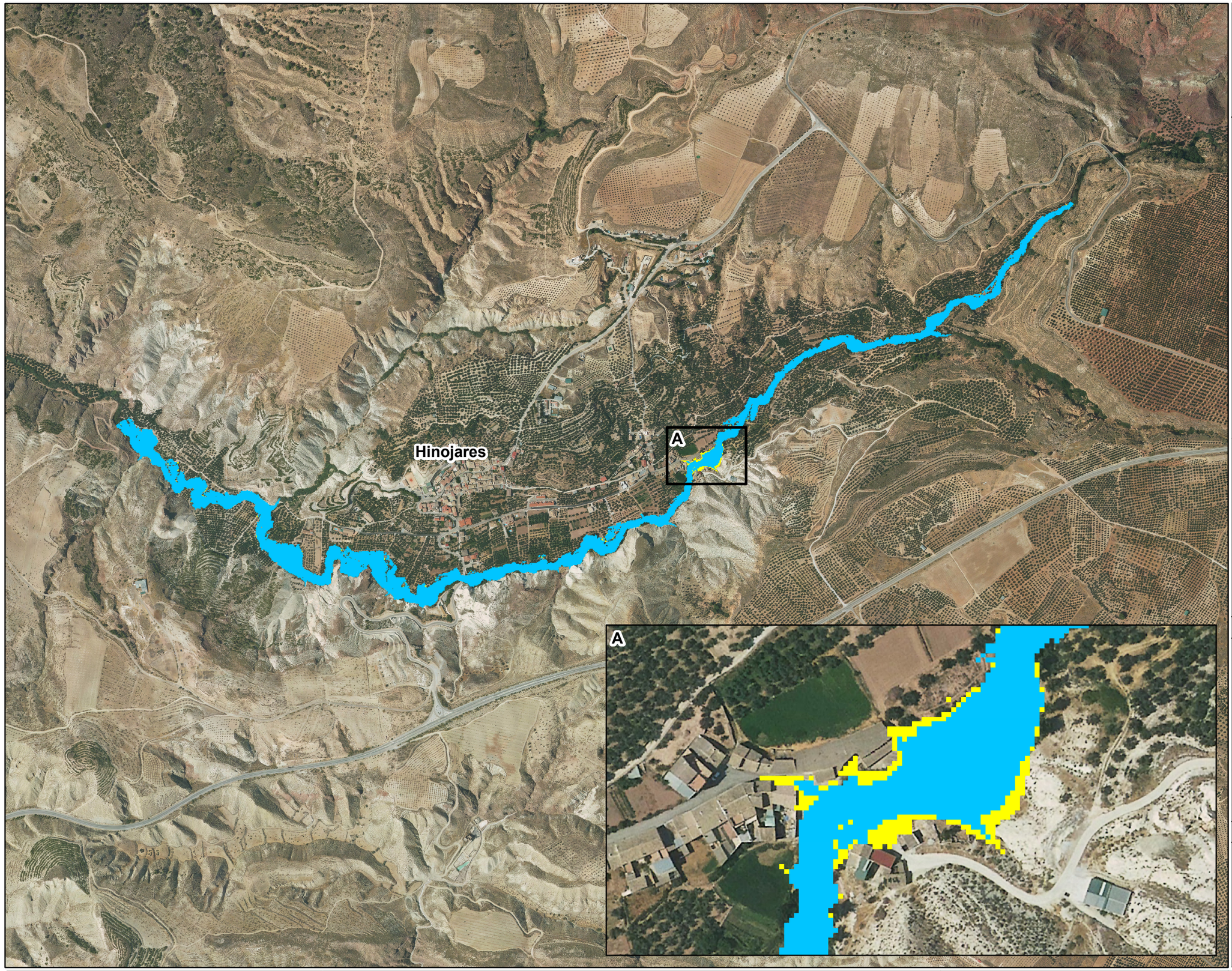
Nº DE PLANO: PL04-17

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 5.2 T100



ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

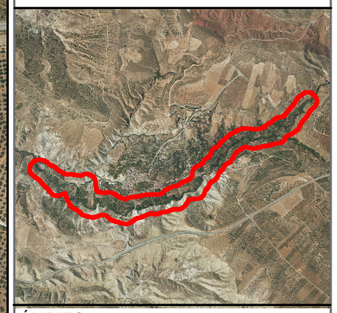
1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

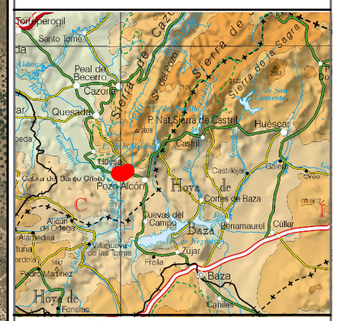
Leyenda

Zona inundable T500 Situación actual

Zona inundable T500 Alternativa 5.2



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

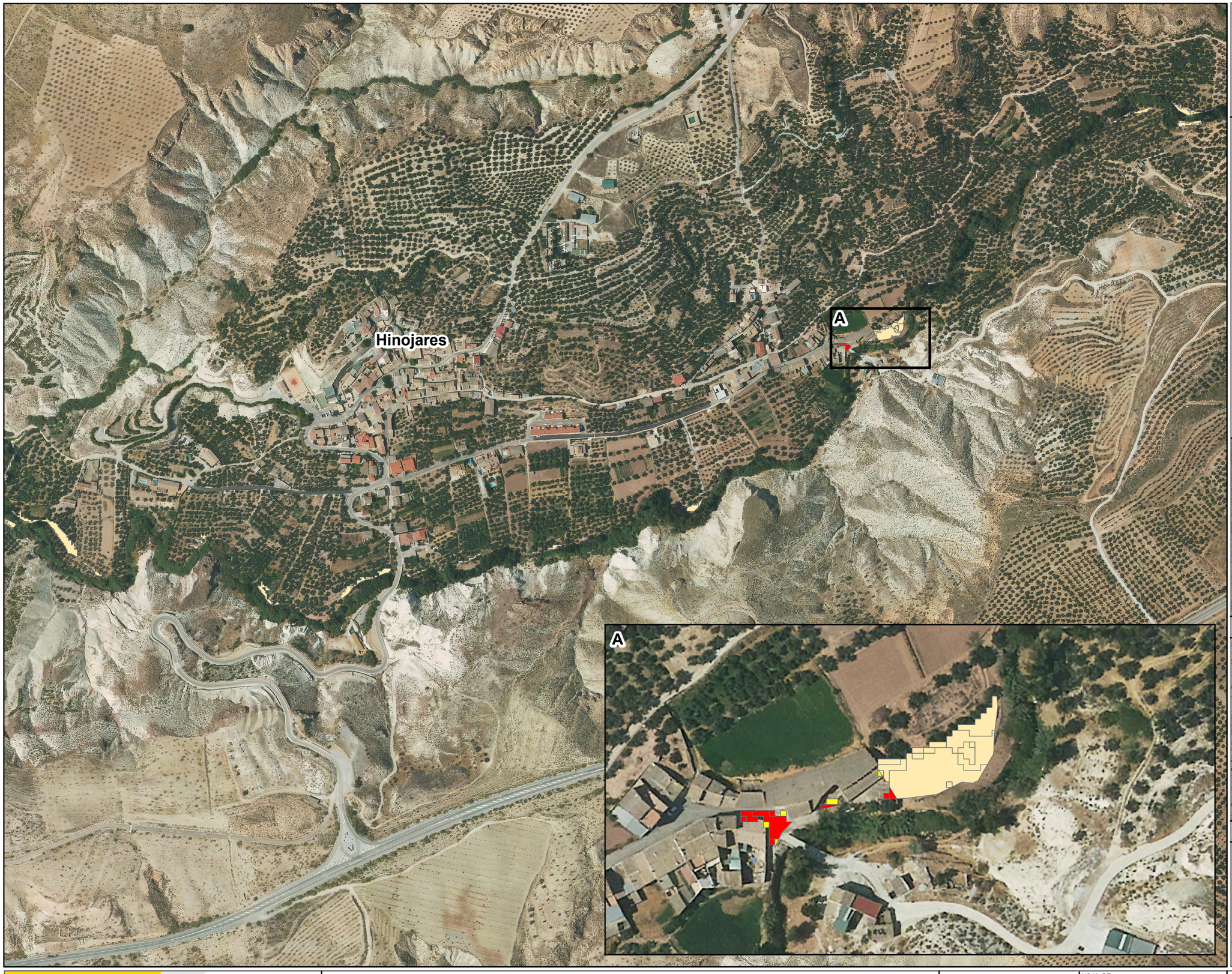
Nº DE PLANO: PL04-18

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

COMPARATIVA DE ZONAS INUNDABLES SITUACIÓN ACTUAL - ALTERNATIVA 5.2 T500



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

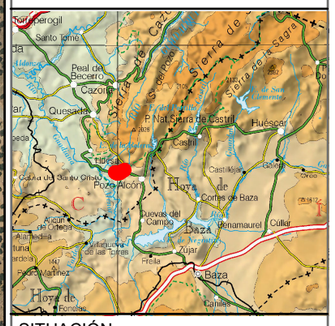
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO

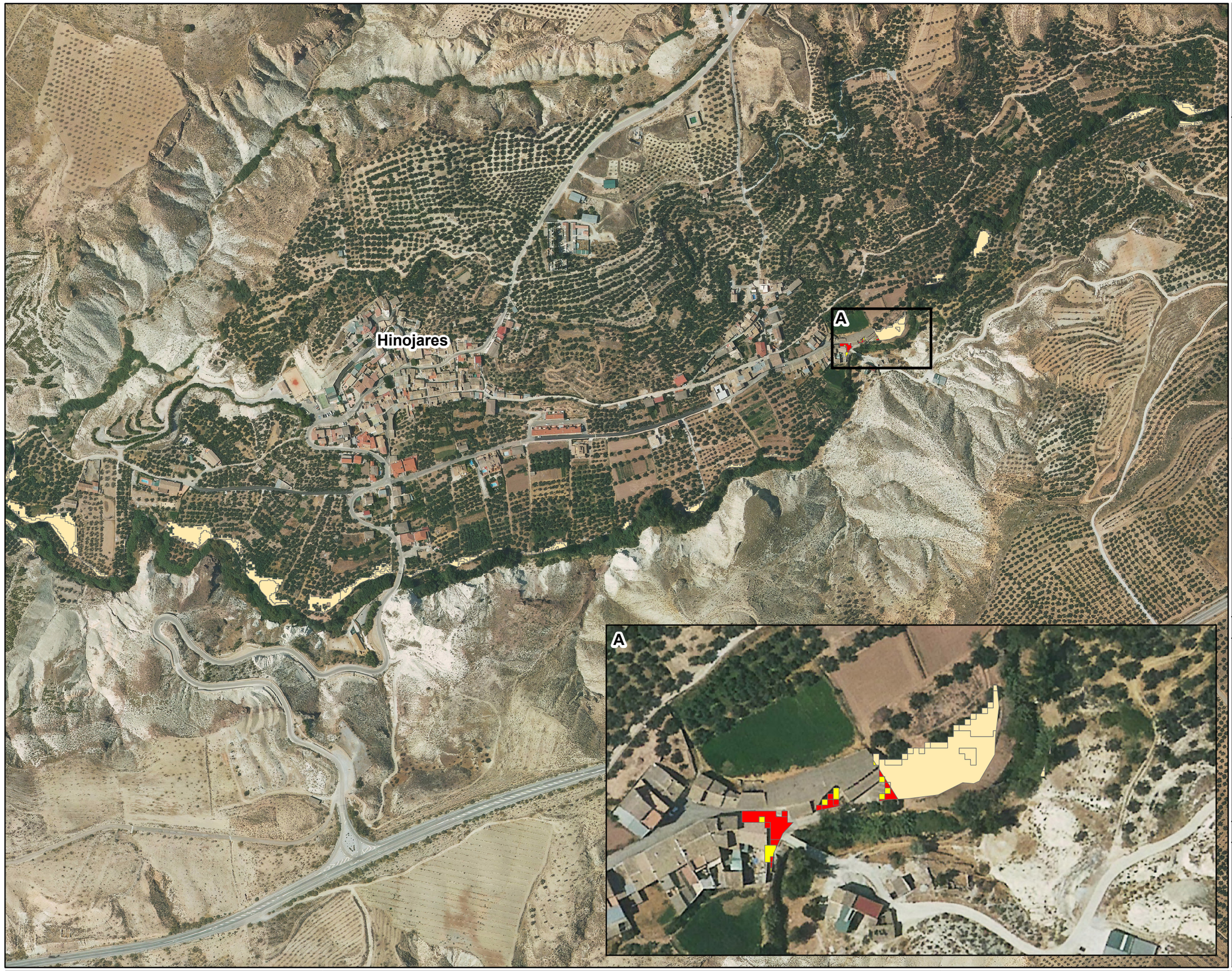


SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL05-01	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 0 T010



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

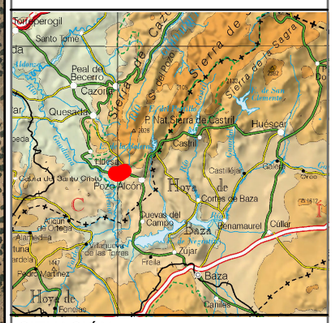
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRAFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL05-02	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 0 T100

Hinojares

A

A

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL05-03

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2) ALTERNATIVA 0 T500

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

Hinojares

A

A

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

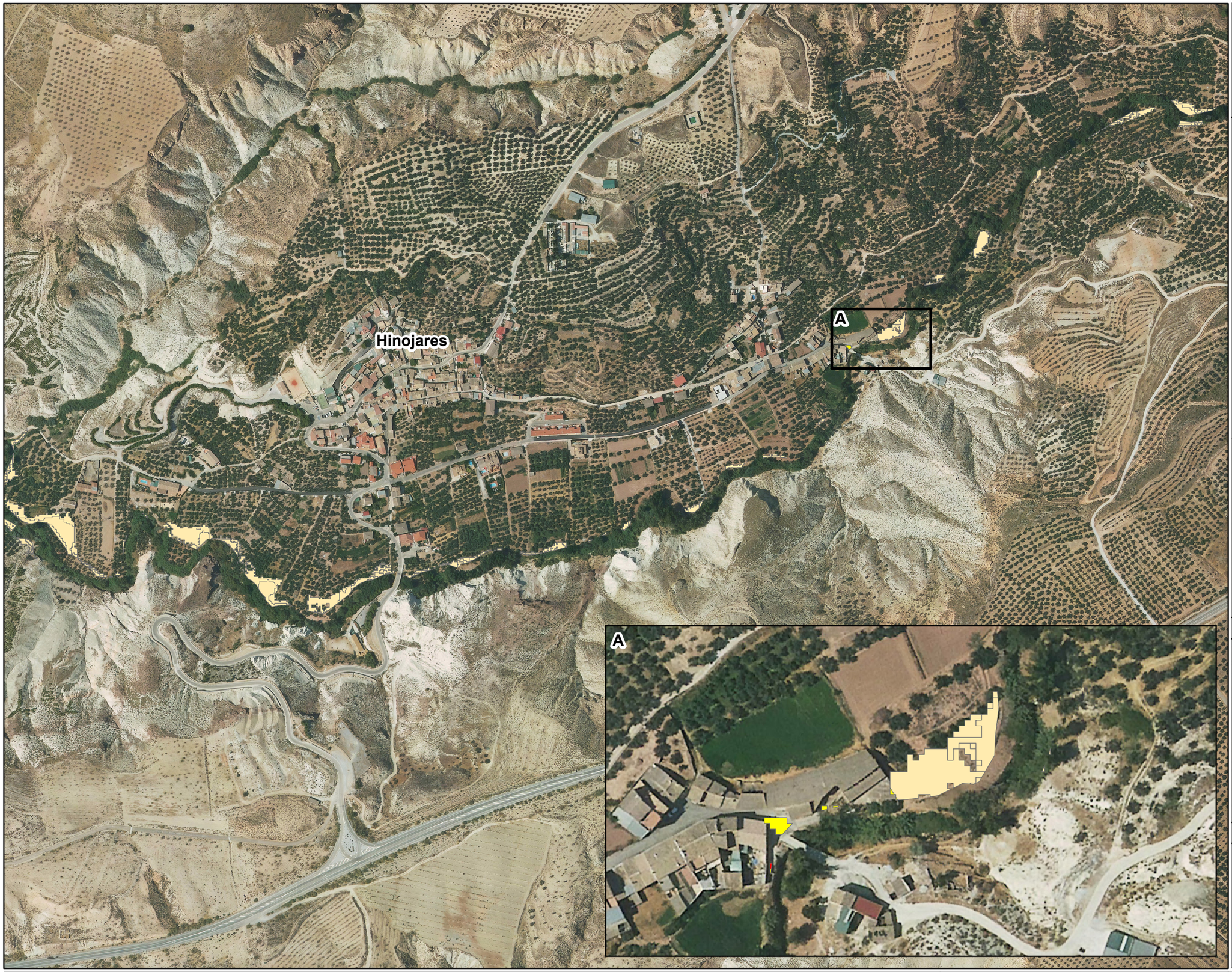
Nº DE PLANO: PL05-04

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2) ALTERNATIVA 1 T010



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

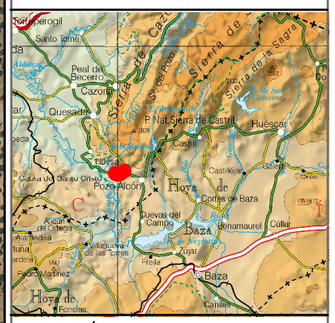
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRAFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL05-05	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 1 T100

Hinojares

A

A

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL05-06

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2) ALTERNATIVA 1 T500

Hinojares

A

A

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

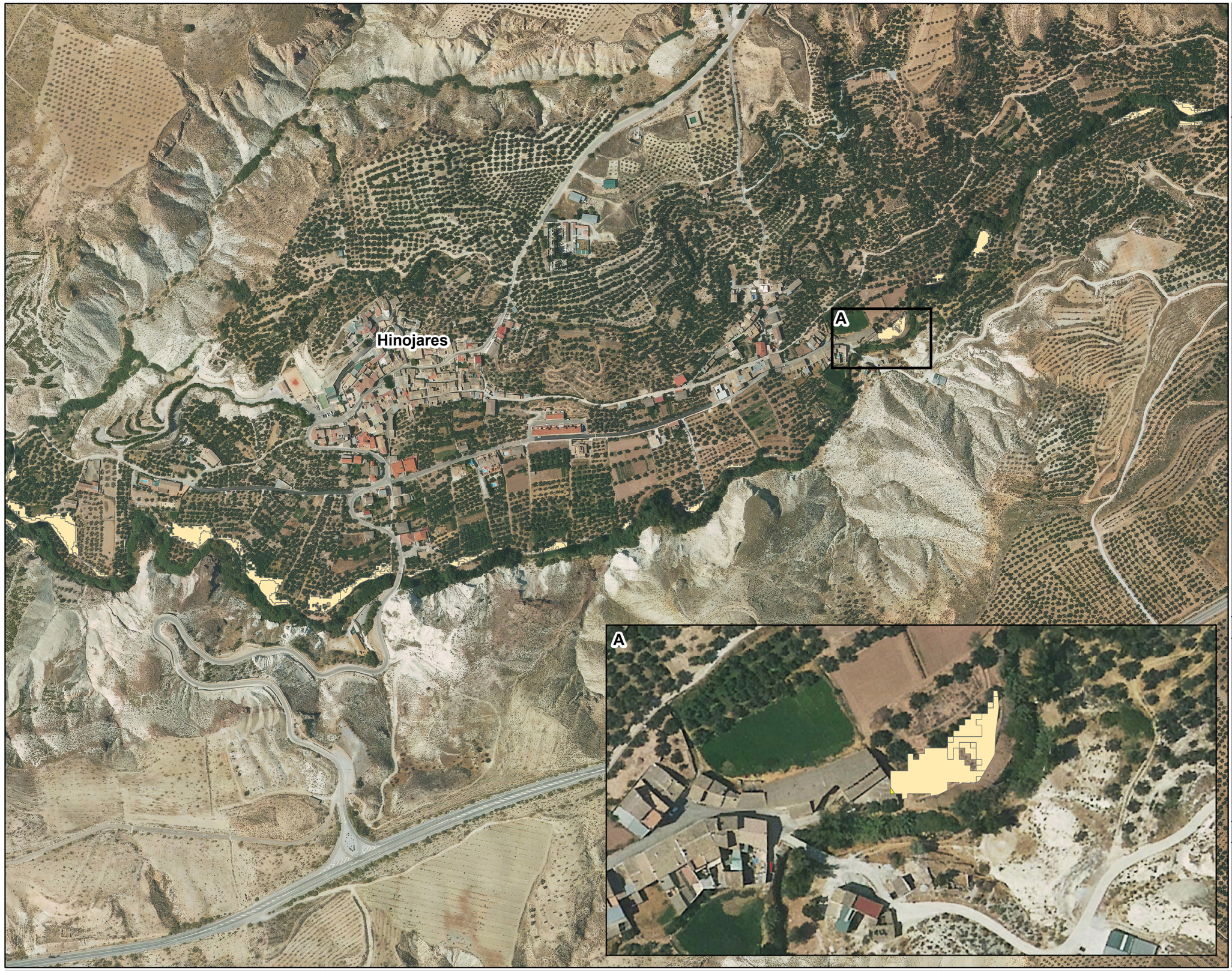
TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL05-07

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2) ALTERNATIVA 2 T010



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

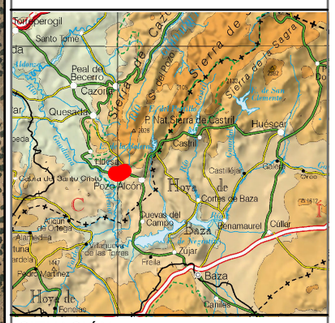
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL05-08	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 2 T100

Hinojares

A

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRAFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL05-09

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2) ALTERNATIVA 2 T500

Hinojares

A

A

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

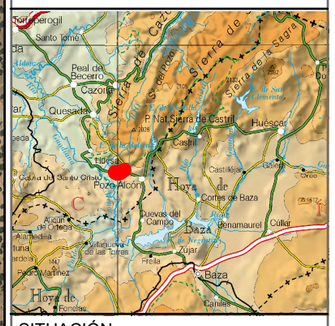
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

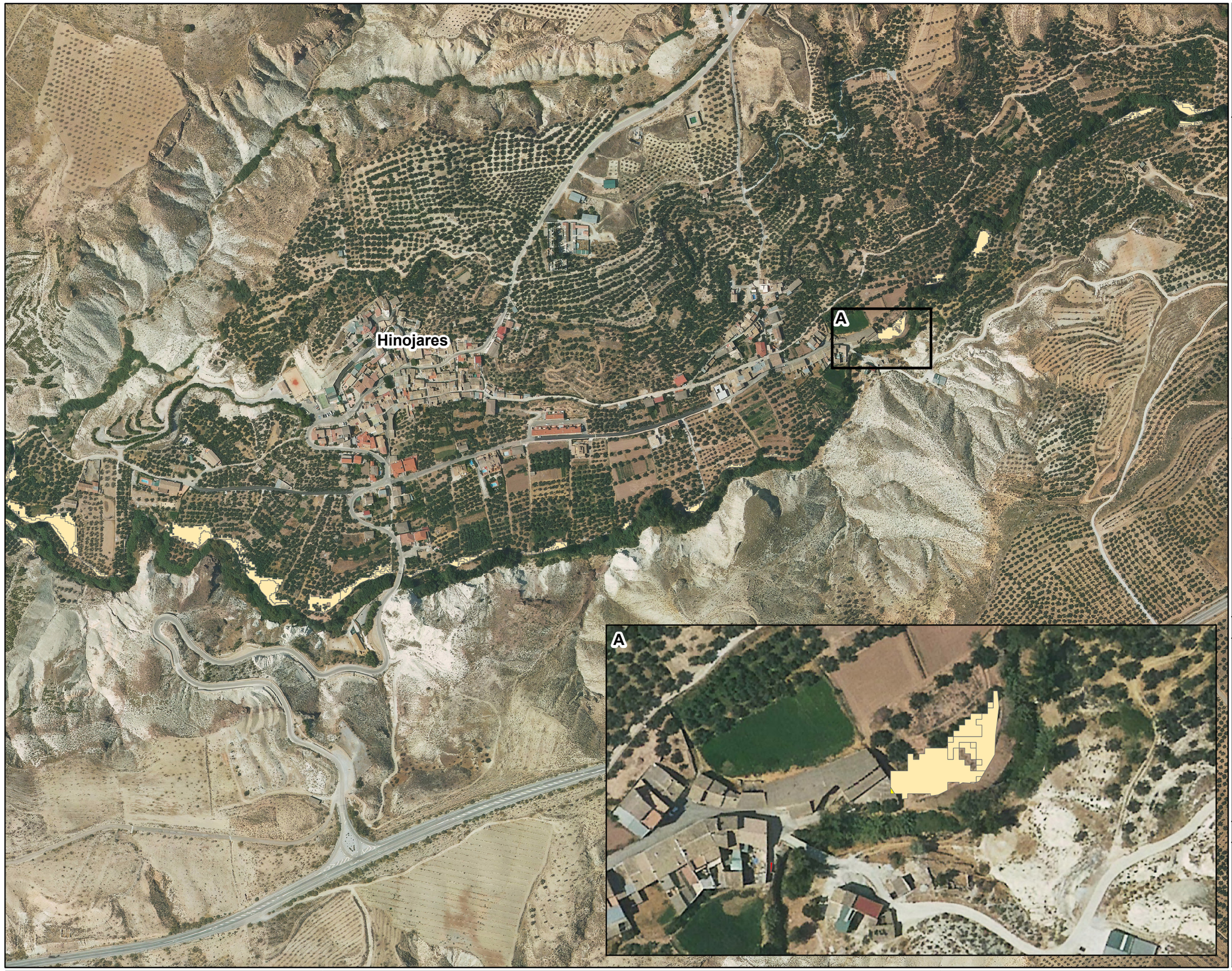
TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL05-10

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2) ALTERNATIVA 3 T010



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

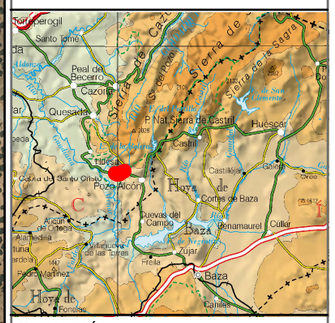
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRAFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL05-11	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 3 T100

Hinojares

A

A

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

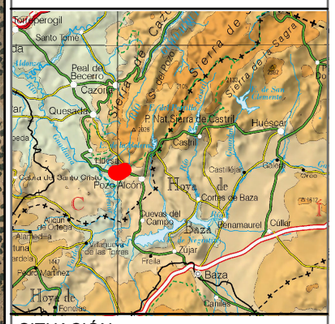
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL05-12

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 3 T500

Hinojares

A

A

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

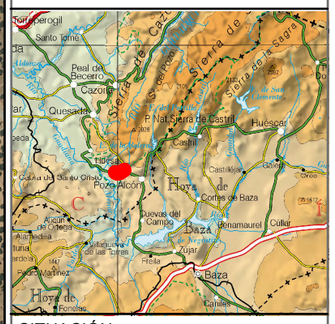
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

ÁMBITO

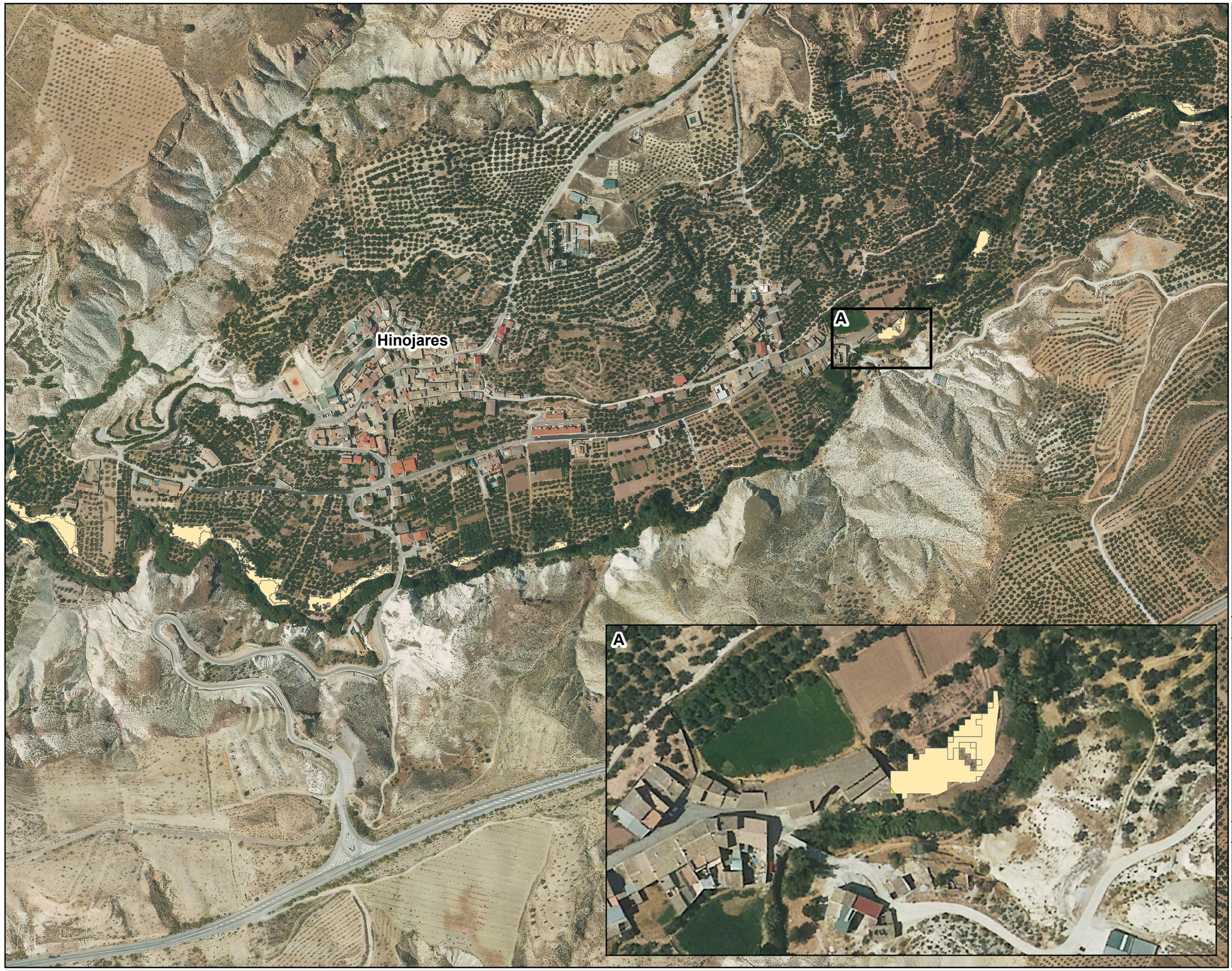


SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL05-13	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 4 T010



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

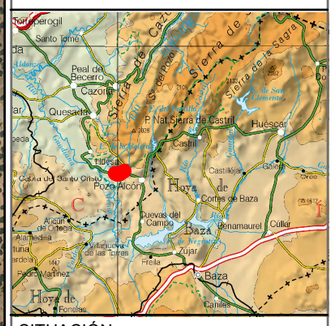
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRAFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL05-14	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 4 T100



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

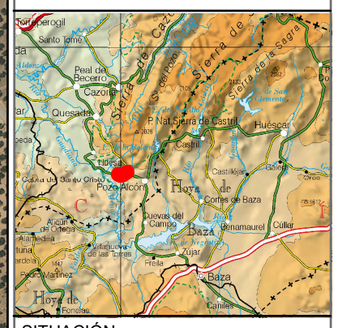
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL05-15

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2) ALTERNATIVA 4 T500

Hinojares

A

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

ÁMBITO

SITUACIÓN

GOBIERNO DE ESPAÑA
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A.
AQUATEC

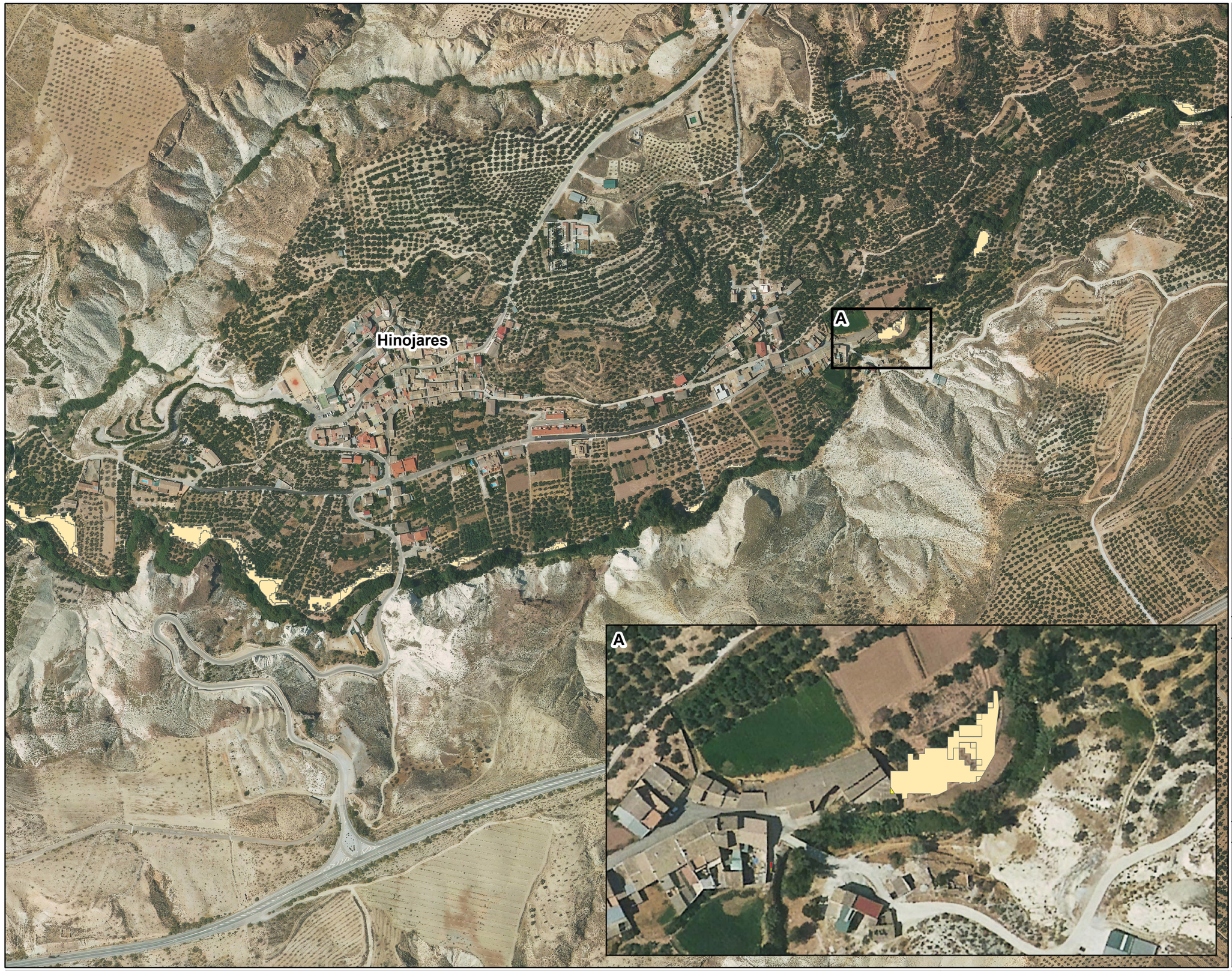
TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL05-16

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 5.1 T010



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

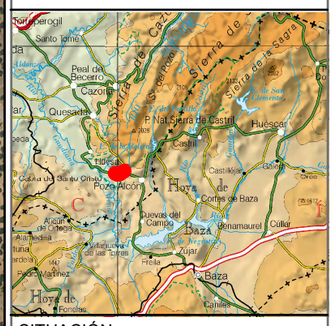
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRAFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL05-17	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 5.1 T100



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

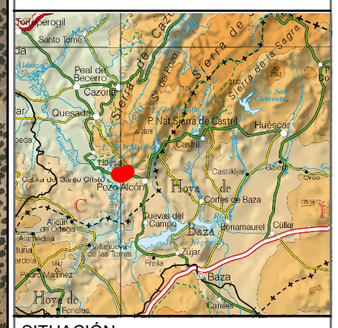
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL05-18

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 5.1 T500



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

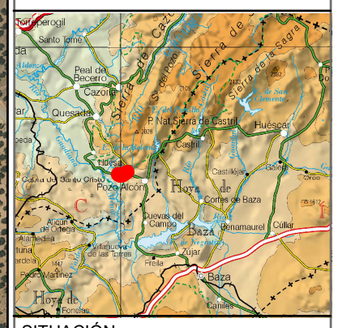
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

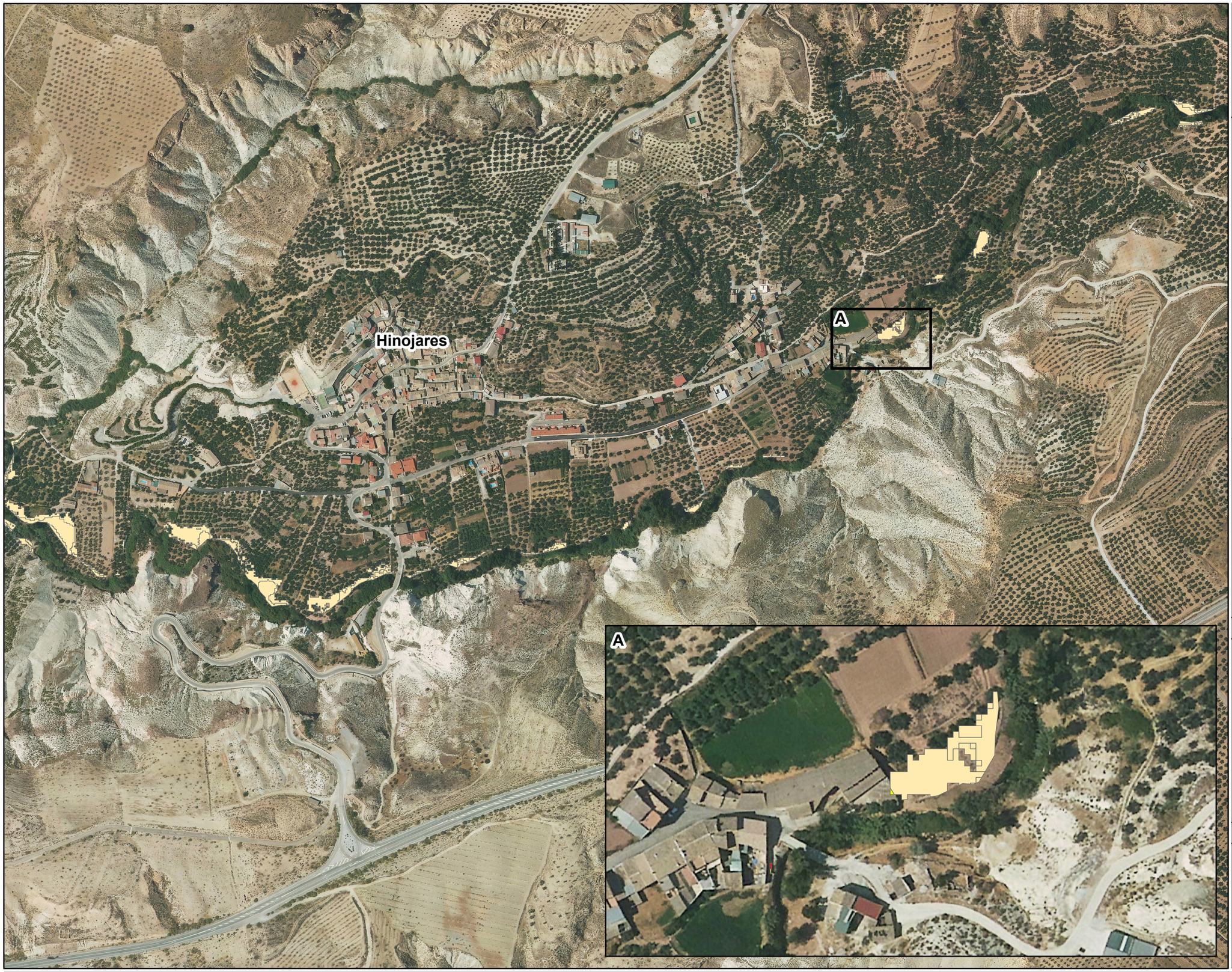
TITULO DEL PROYECTO:
ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL05-19

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 5.2 T010



ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

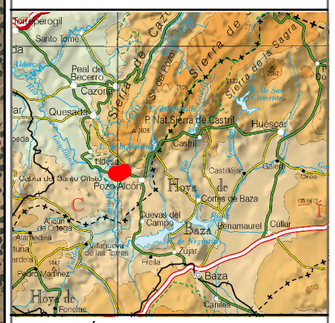
Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICION ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRAFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL05-20	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 5.2 T100

Hinojares

A

A

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

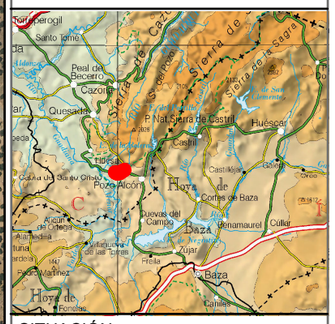
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Daños (€/m2)

- 0,1 - 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- 10 - 100
- 100 - 250
- 250 - 500

ÁMBITO

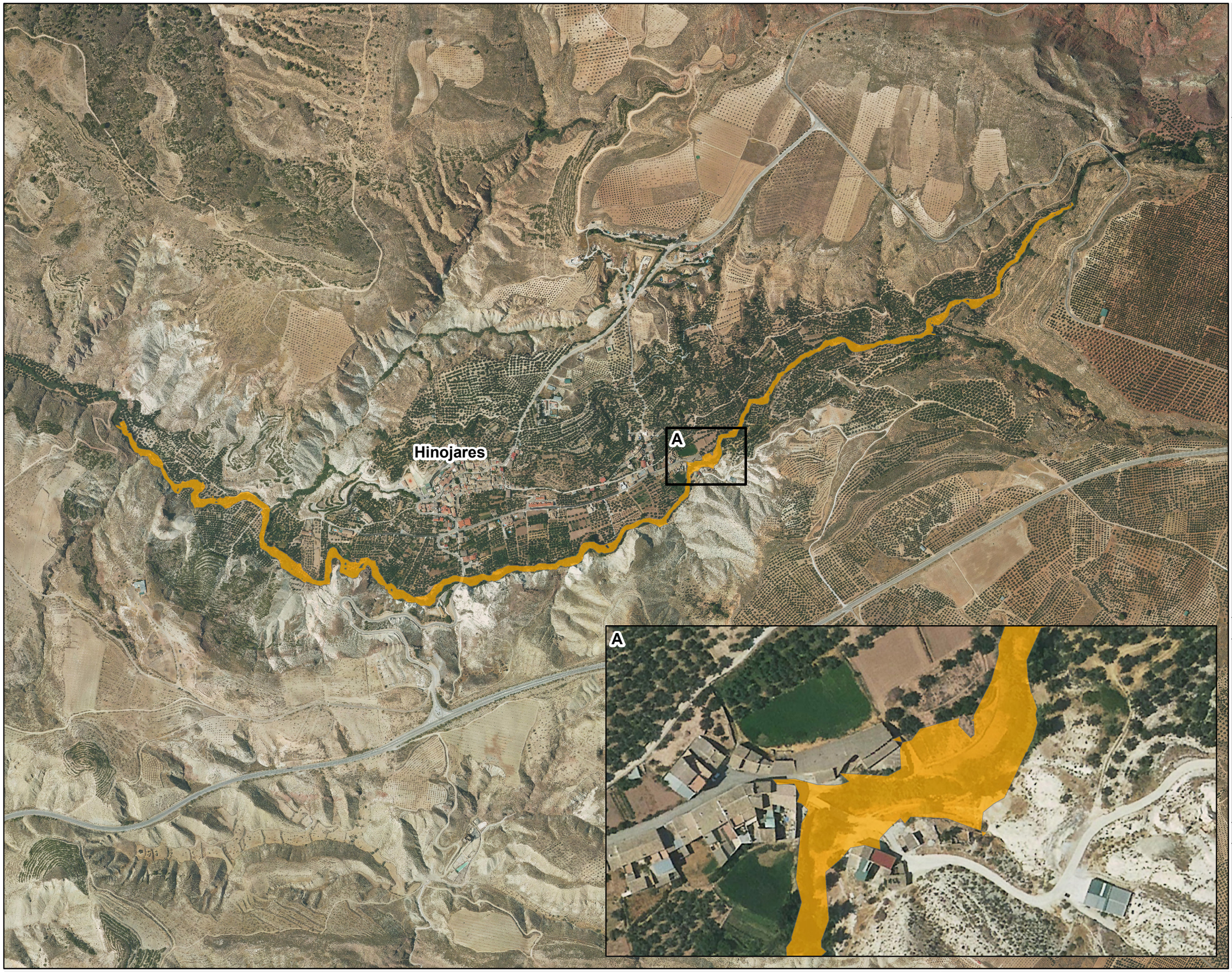


SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL05-21	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023

TITULO
MAPA DAÑOS TOTALES (€/m2)
ALTERNATIVA 5.2 T500



ESCALA

0 85 170 340 m

N

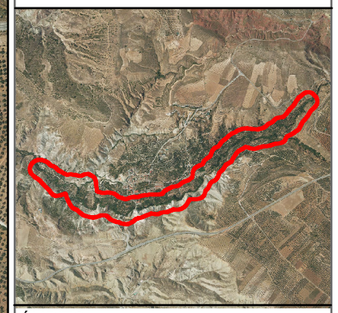
GRÁFICA

1:10.000

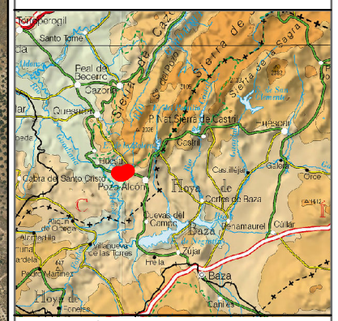
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

ZIP Alt0



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL06-01

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO **MAPA DE ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA (ZIP) ALTERNATIVA 0**

Hinojares

A

A

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

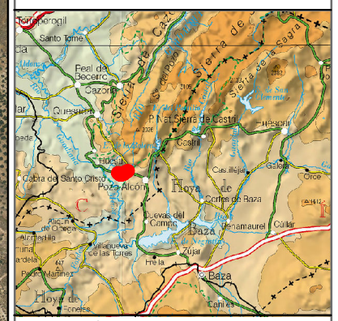
1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

ZIP Alt1

ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL06-02

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO **MAPA DE ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA (ZIP) ALTERNATIVA 1**



ESCALA

0 85 170 340 m

N

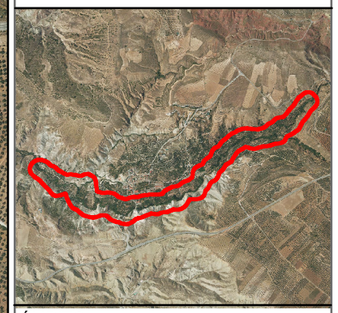
GRÁFICA

1:10.000

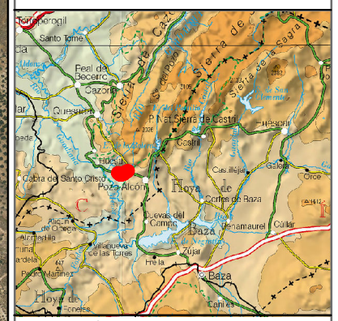
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

ZIP Alt2



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:	ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)
Nº DE PLANO:	PL06-03
HOJA DE	1 DE 1
FECHA	FEBRERO 2023
TITULO	MAPA DE ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA (ZIP) ALTERNATIVA 2

ESCALA

0 85 170 340 m

N

GRÁFICA

1:10.000

NUMÉRICA
Original en A-3

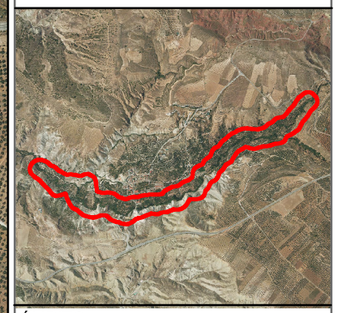
Leyenda

ZIP Alt3

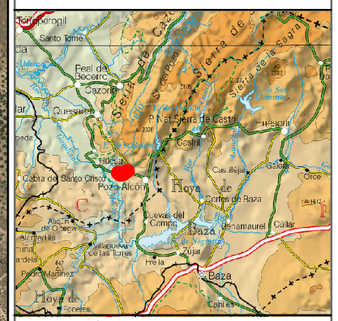
Hinojares

A





ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL06-04

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO **MAPA DE ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA (ZIP) ALTERNATIVA 3**



ESCALA

0 85 170 340 m

N

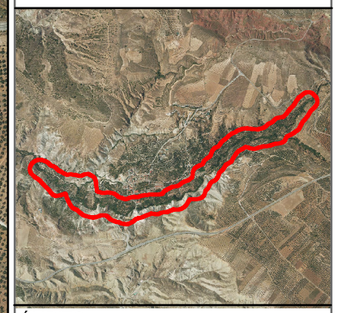
GRÁFICA

1:10.000

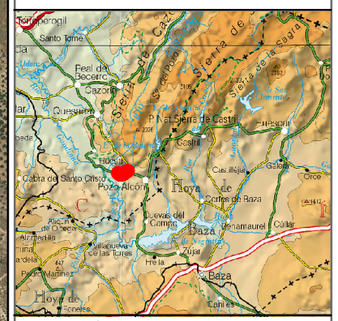
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

ZIP Alt4



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL06-05	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **MAPA DE ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA (ZIP) ALTERNATIVA 4**



ESCALA

0 85 170 340 m

N

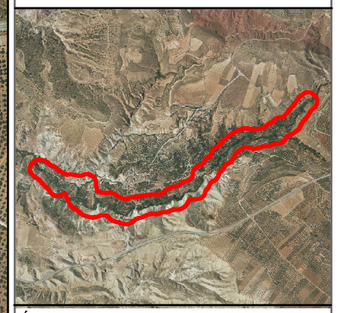
GRÁFICA

1:10.000

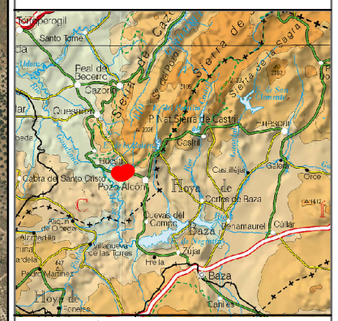
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

ZIP Alt5.1



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL06-06

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO **MAPA DE ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA (ZIP) ALTERNATIVA 5.1**



ESCALA

0 85 170 340 m

N

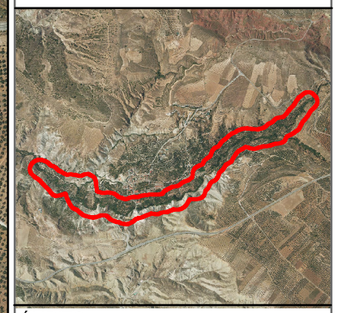
GRÁFICA

1:10.000

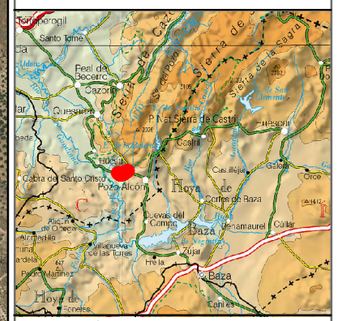
NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

ZIP Alt5.2



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL06-07

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO **MAPA DE ZONA DE INUNDACIÓN PELIGROSA (ZIP) ALTERNATIVA 5.2**

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Expropiación

Zona ampliación cauce

Parcela Catastro

DPH cartográfico río Turrillas

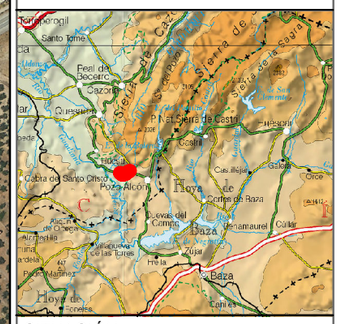
Hinojares

Parcela 23042A002002400000QF

A



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL07-01	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **EXPROPIACIONES ALT2**

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Expropiación

Zona ampliación cauce

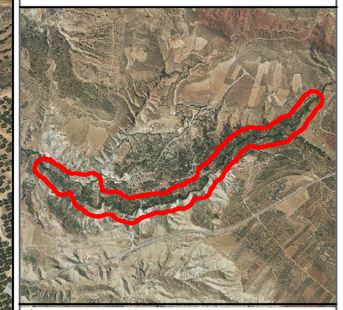
Parcela Catastro

DPH cartográfico río Turrillas

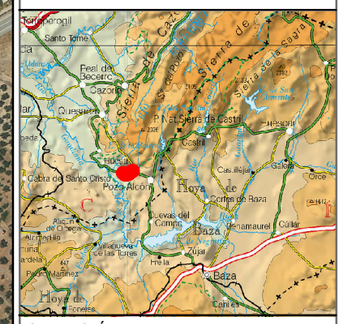
Hinojares

Parcela 23042A002002400000QF

A



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC	TITULO DEL PROYECTO: **ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)**	Nº DE PLANO: PL07-02	HOJA DE 1 DE 1 FECHA FEBRERO 2023	TITULO **EXPROPIACIONES ALT3**

ESCALA

0 40 80 160 m

N

GRÁFICA

1:5.000

NUMÉRICA
Original en A-3

Leyenda

Expropiación

Zona ampliación cauce

Parcela Catastro

DPH cartográfico río Turrillas

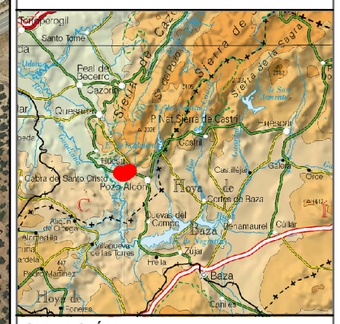
Hinojares

Parcela 23042A002002400000QF

A



ÁMBITO



SITUACIÓN



GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO · CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR, O.A. · AQUATEC

TITULO DEL PROYECTO:

ESTUDIO COSTE - BENEFICIO DE MEJORA DEL DRENAJE DEL PUENTE DEL BARRIO ALTO (HINOJARES)

Nº DE PLANO: PL07-03

HOJA DE 1 DE 1

FECHA FEBRERO 2023

TITULO

EXPROPIACIONES ALT4