ANEJO Nº 23

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

ÍNDICE

ANEJO Nº 23. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

1 INTRODUCCIÓN 9
1.1 Promotor 9
1.2 Contexto de la actuación 9
1.3 Antecedentes y justificación de la actuación 9
1.4 Coherencia con el Plan Hidrológico del Ebro 12
1.5 Motivación de la aplicación del procedimiento de tramitación ambiental 12
2 UBICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO 14
2.1 Ubicación del proyecto 14
2.2 Objeto del proyecto 15
3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SUS ACCIONES 16
3.1 Definición y características del proyecto: descripción de las obras 16
3.1.1 Obra de toma 16
3.1.2 Balsa de regulación 17
3.1.3 Red de riego 19
3.1.4 Sistema de telecontrol de la red de riego 21
3.1.5 Estación de filtrado 22
3.1.6 Estación de bombeo 23
3.1.7 Nudos aéreos 24
3.1.8 Sistema de riego en parcela 25
3.1.9 Instalaciones auxiliares 26
3.1.10 Gestión de residuos de construcción y demolición 27
3.1.11 Afecciones 28
3.2 Descripción y procedencia de los materiales 28
3.2.1 Uso del suelo 28
3.2.2 Uso del agua 29
3.2.3 Uso de energía y su naturaleza 30
3.3 Residuos y otros elementos derivados de la actuación 30
4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS: EXAMEN MULTICRITERIO 34
4.1 Consideraciones iniciales 34

4.1.1 Condicionantes técnicos 34
4.1.1.1 Alternativa de cultivos y necesidades hídricas 34
4.1.1.2 Parámetros de riego. Dotaciones en hidrante 35
4.1.2 Sistema de bombeo 36
4.1.3 Dimensionamiento de las redes de riego 36
4.1.3.1 Elección de materiales 37
4.1.3.2 Dimensionamiento y ubicación de la balsa 37
4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS 38
4.2.1 Alternativa 0 (A-0) 38
4.2.2 Alternativa 1 (A1-1) 38
4.2.3 Alternativa 2 (A1-2) 41
4.3 EXAMEN MULTICRITERIO DE LAS ALTERNATIVAS 42
4.3.1 Alternativa 0 42
4.3.2 Alternativas 1 y 2 43
4.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA 44
5 INVENTARIO AMBIENTAL 45
5.1 Marco geográfico 45
5.2 Clima 45
5.2.1 Temperatura 45
5.2.2 Humedad 46
5.2.3 Precipitación 47
5.2.4 Viento 47
5.2.5 Radiación y evapotranspiración 47
5.3 Calidad atmosférica 48
5.4 Geología y geomorfología 53
5.4.1 Geología 53
5.4.2 Geomorfología 56
5.5 Hidrología. masas de agua 56
5.5.1 Masas Superficiales 58
5.5.2 Masas Subterráneas 60
5.5.3 Balance de entradas y salidas de agua antes del proyecto 64
5.5.4 Contaminación difusa por nitratos 64
5.6 Suelo 66

5.7 Flora y vegetación 69
5.7.1 Vegetación en la zona de estudio 69
5.7.1.1 Vegetación Potencial 69
5.7.1.2 Vegetación Actual 70
5.7.2 Hábitats de Interés Comunitario 72
5.8 Fauna 74
5.8.1 Fauna en la zona de estudio 75
5.8.1.1 Anfibios 75
5.8.1.2 Reptiles 75
5.8.1.3 Peces 75
5.8.1.4 Mamíferos 76
5.8.1.5 Aves 76
5.8.2 Especies de interés 77
5.9 Paisaje 83
5.10 Espacios naturales de la Red Natura 2000 85
5.10.1 ZEPAs 86
5.10.1.1 Lagunas y Carrizales de 5 Villas (ES0000289) 86
5.10.1.2 El Plano – Blanca Alta (ES0000171) 89
5.10.1.3 Rincón del Bu – La Nasa – Tripazul (ES0000172) 89
5.10.1.4 Loma Negra – Bardenas (ES0000292) 89
5.10.2 LIC/ZEC 90
5.10.2.1 Loma Negra (ES2430079) 90
5.10.3 ZEC 90
5.10.3.1 Bárdenas Reales (ES2200037) 90
5.11 Otros espacios naturales protegidos 91
5.12 Patrimonio cultural y arqueológico 92
5.12.1 Introducción 92
5.12.2 Patrimonio cultural y arqueológico 93
5.12.3 Patrimonio pecuario 96
5.13 Medio socioeconómico 98
5.13.1 Población 98
5.13.2 Empleo 100
5.13.3 Infraestructuras y servicios 101

5.14 Cambio climático 103
6 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS 107
6.1 Definiciones según el marco legal vigente 107
6.2 Metodología 108
6.3 Identificación de impactos potenciales 109
6.4 Efectos previsibles sobre el entorno y sus valores ambientales: 112
6.4.1 Valoración de la incidencia sobre la calidad atmosférica 112
6.4.1.1 Composición atmosférica. 112
6.4.1.2 Confort sonoro 114
6.4.2 Valoración de la incidencia sobre las masas de agua 115
6.4.2.1 Efecto sobre el Balance de agua 115
6.4.2.2 Efecto sobre el régimen hidrológico de las masas de agua superficiales 117
6.4.2.3 Efecto sobre el balance de nitrógeno 120
6.4.2.4 Efecto sobre la calidad del agua de la masa de agua subterránea 123
6.4.2.5 Efecto sobre la calidad del agua de las masas de agua superficiales 123
6.4.3 Valoración de la incidencia sobre el suelo 125
6.4.4 Valoración de la incidencia sobre la flora y vegetación 126
6.4.4.1 Valoración de la incidencia sobre Hábitats de Interés Comunitario 126
6.4.5 Valoración de la incidencia sobre la fauna 127
6.4.6 Valoración de la incidencia sobre el paisaje 127
6.4.7 Valoración de la incidencia sobre los espacios de la Red Natura 2000 128
6.4.8 Valoración de la incidencia sobre otros espacios protegidos 128
6.4.9 Valoración de la incidencia sobre el patrimonio cultural y arqueológico 129
6.4.9.1 Patrimonio arqueológico 129
6.4.9.2 Vías pecuarias 129
6.4.10 Valoración de la incidencia sobre el medio socioeconómico 130
6.4.10.1 Valoración de la incidencia sobre la población. 130
6.4.10.2 Valoración de la incidencia sobre los sectores económicos. 131
6.4.10.3 Valoración de la incidencia sobre las infraestructuras 131
6.4.11 Valoración de la incidencia sobre el cambio climático 132
6.5 Valoración global de los efectos 134
7 VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES O CATÁSTROFES 136

7.1 Consideraciones previas 136
7.1.1 Definición de riesgo 138
7.1.2 Desastres causados por riesgos naturales (catástrofes). Peligros relacionados con el clima. 139
7.1.3 Desastres ocasionados por accidentes graves 139
7.1.4 Accidentes y catástrofes relevantes. Identificación de riesgos 139
7.1.5 Relación de las fuentes de información para el análisis de vulnerabilidad. 140
7.2 Riesgo de catástrofes. Peligros relacionados con el clima 140
7.2.1 Riesgos por variaciones extremas de temperatura 143
7.2.1.1 Riesgos por el incremento de las temperaturas máximas 146
7.2.1.2 Riesgos por olas de calor 148
7.2.2 Riesgo por variación en el régimen de precipitaciones 151
7.2.2.1 Riesgo por sequías 154
7.2.2.2 Riesgo por precipitaciones extremas 155
7.2.3 Variación de la evapotranspiración potencial 160
7.2.4 Riesgo de inundación de origen fluvial 163
7.2.5 Riesgo por fenómenos sísmicos 172
7.2.6 Riesgo de incendios forestales 176
7.3 Riesgo de accidentes graves 178
7.3.1 Rotura de la balsa 178
7.3.1.1 Introducción 178
7.3.1.2 Características de la presa 180
7.3.1.3 Relación de afecciones 182
7.3.1.4 Estudio de afecciones 184
7.3.1.5 Conclusiones clasificación en función del riesgo potencial 186
7.3.2 Incendios 187
7.3.3 Riesgo por vertidos químicos 188
7.4 Vulnerabilidad del proyecto 188
7.4.1 Vulnerabilidad frente al riesgo de catástrofes 189
7.4.1.1 Peligros relacionados con el clima 189
7.4.1.2 Riesgo de inundación fluvial 189
7.4.1.3 Riesgo por fenómenos sísmicos 189
7.4.1.4 Riesgo de incendios 189
7.4.2 Vulnerabilidad frente al riesgo de accidentes graves 189

7.4.2.1 Rotura de la balsa 189
7.4.2.2 Riesgo de incendio 190
7.4.2.3 Riesgo por vertidos químicos 190
7.4.3 Medidas de adaptación frente a los riesgos identificados 190
7.4.3.1 Peligros relacionados con el clima 190
7.4.3.2 Riesgo de incendios 191
8 MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS 192
8.1 Buenas prácticas de obra 192
8.2 Divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas 194
8.3 Medidas para el control de los efectos sobre la calidad atmosférica 194
8.3.1 Fase de ejecución 194
8.4 Medidas para el control de los efectos sobre las masas de agua 197
8.4.1 Fase de ejecución 197
8.4.2 Fase de explotación 209
8.5 Medidas para el control de los efectos sobre el suelo 218
8.5.1 Fase de ejecución 218
8.6 Medidas para el control de los efectos sobre la flora, la vegetación y los hábtats de interés comunitario 221
8.6.1 Fase de ejecución 221
8.7 Medidas para el control de efectos sobre la fauna 225
8.7.1 Fase de ejecución 225
8.8 Medidas para el control de los efectos sobre el paisaje 228
8.8.1 Fase de ejecución 228
8.9 Medidas para el control de los efectos sobre espacios de la Red Natura 2000 229
8.9.1 Fase de ejecución 229
8.10 Medidas para el control de los efectos sobre otros espacios protegidos 230
8.11 Medidas para el control de los efectos sobre el patrimonio arqueológico 230
8.11.1 Fase de ejecución 230
8.12 Medidas para el control de los efectos sobre los factores socioeconómicos 231
8.12.1 Fase de ejecución 231
8.13 Medidas para el control de residuos 231
8.13.1 Fase de ejecución 231
8.14 Medidas para el control de los efectos sobre el cambio climático 234

9 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL 235

9.1 Objetivos del plan de viguilancia ambiental 235

9.1.1 Requerimientos del Plan de Vigilancia Ambiental en el ámbito del PRTR 235

9.2 Contenido básico y etapas del plan de vigilancia ambiental 236

9.3 Seguimiento y control 237

9.4 Seguimiento ambiental en la fase de ejecución 239

9.4.1 Seguimiento de la calidad atmosférica 239

9.4.2 Seguimiento de la calidad de los suelos 241

9.4.3 Control de accesos temporales 246

9.4.4 Desmantelamiento de instalaciones de obra y limpieza de las zonas 247

9.4.5 Seguimiento de la reposición de servicios afectados 248

9.4.6 Vertederos y acopios 249

9.4.7 Control y replanteo 250

9.4.8 Control del cumplimiento de la formación 251

9.4.8.1 Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas. 260

9.4.8.2 Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente. 262

9.4.8.3 Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores. 263

9.4.8.4 Curso específico: Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental de los paisajes agrarios de regadíos 265

9.4.9 Informes 267

9.5 Seguimiento ambiental en la fase de explotación 267

9.5.1 Seguimiento de los Flujos de Retorno del Regadío (FRR) 268

9.5.2 Seguimiento de la contaminación difusa 269

9.5.3 Seguimiento de flora y vegetación 273

9.5.4 Seguimiento de la fauna 276

9.5.5 Informes 279

10 CONCLUSIONES 280

11 PRESUPUESTO 284

12 EQUIPO REDACTOR 287

13 BIBLIOGRAFÍA 288

14 ÍNDICE DE ANEXOS 290

1 INTRODUCCIÓN

1.1 PROMOTOR

El Promotor es la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA), con CIF A82535303 y domicilio en C/ José Abascal, 4, 6ª planta, C.P. 28003. Madrid

1.2 CONTEXTO DE LA ACTUACIÓN

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto están enmarcadas dentro del Anexo I del Convenio firmado el 25 de junio del año 2021 entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A., en relación con las obras de modernización de regadíos del "Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos" incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

El Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos (Inversión C3.I1 del PRTR) cuenta con una dotación de 563.000.000 € a cargo del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, para inversiones en modernización de regadíos sostenibles, con el objetivo de fomentar el ahorro del agua y/o la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad energética en los regadíos españoles.

Como principio común a todos los proyectos enmarcados en el Componente C3.I1. del PRTR, incluso para los que no se encuentren incluidos en el ámbito de la Ley 21/2013, se requiere desde el Órgano Sustantivo que se aporte una documentación ambiental con los contenidos indicados en el presente documento. Esta documentación contribuirá a fundamentar las posibles exenciones de tramitación y, al mismo tiempo, constituirá la base de justificación del principio DNSH (*do no significant harm*) exigido en el artículo 17 del Reglamento de taxonomía (Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las Inversiones Sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088), como garantía de que no se causa un perjuicio significativo sobre los objetivos ambientales enumerados en el artículo 9 del mencionado reglamento.

1.3 ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DE LA ACTUACIÓN

El sistema General de Bardenas riega en la actualidad unas 82.300 has. En ella, coexisten infraestructuras con más de 50 años de antigüedad concebidas para regar cereal de invierno en una agricultura de subsistencia (Bardenas I) con los sistemas de riego por aspersión ejecutados a finales del siglo XX (Bardenas II).

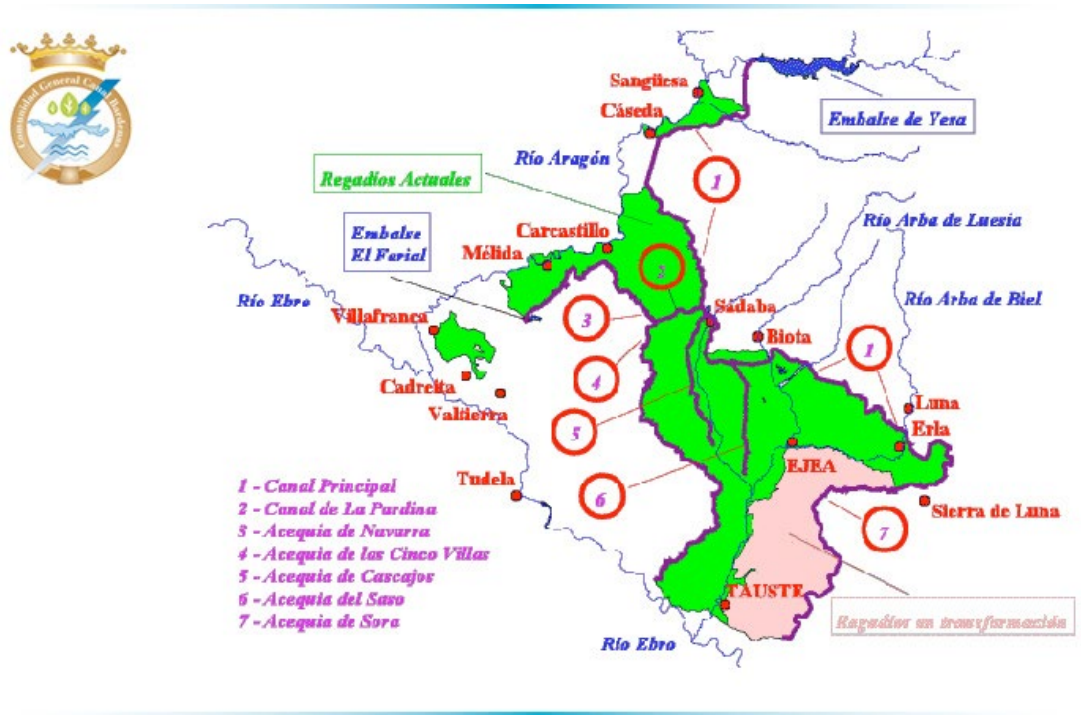


Figura 1. **Sistema General de Bardenas (Fuente: http://www.cgbardenas.com)**

En cuanto a la **concesión del agua,** la Comunidad de Regantes nº V está integrada en los Riegos de Bardenas que tiene derecho al uso del agua conforme a la Real Orden de 7 de mayo de 1926.

Los propietarios regantes y demás usuarios que tienen derecho al aprovechamiento de las aguas del río Aragón, a través del Canal de Bardenas, se constituyeron en COMUNIDAD GENERAL DE REGANTES DEL CANAL DE BARDENAS, en virtud de lo dispuesto en el artículo 228 de la Ley de Aguas de 13 de junio de 1879 y O.M. de 13 de febrero de 1968, adaptándose a la Ley de Aguas núm. 29/1985, de 2 de agosto (derogada por RDL 1/2001 de 20 de julio), y demás disposiciones vigentes.

La Comunidad General del Canal de Bardenas, la constituyen todos los propietarios autorizados para regar sus tierras y demás usuarios que tengan derecho al aprovechamiento de las aguas derivadas del río Aragón, embalsada en el pantano de Yesa y distribuida a través del Canal de Bardenas.

En el anexo de las Ordenanzas, aprobadas por Resolución de Presidencia de la Confederación Hidrográfica del Ebro de fecha 19-11-1997, se contempla como usuario de pleno derecho a las aguas del Canal de las Bardenas, procedentes del embalse de Yesa, a la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas, con CIF nº G50065697, que comprende los sectores XVIII, XIX, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI y XXXII, correspondientes al Plan Coordinado de Obras de la zona regable de la primera parte del Canal de Bardenas, con una extensión superficial de 19.928,22 Ha, siendo la superficie regable en la campaña 2020-2021 de 15.772,5 Ha

Durante las últimas décadas, el crecimiento económico ha motivado una intensificación agraria, con cambios en los patrones de cultivos hacia otros más exigentes, aumento de la mecanización y mejoras en la tecnología del riego que han generado un déficit estructural del canal, debido a

la incapacidad de transportar suficiente caudal durante los períodos de mayor demanda, provocando estrés hídrico en los cultivos y limitando el futuro de un sistema que necesita adaptarse a una agricultura competitiva. Además, desde el año 2009 el sistema abastece de agua a Zaragoza y su entorno, y a los más de 20 núcleos urbanos de la Comarca de Cinco Villas, genera energía a través de varias minicentrales hidroeléctricas y mantiene el caudal ecológico del río Aragón y los Arbas. La suma de todos esto factores propició el recrecimiento del embalse de cabecera, el pantano de Yesa.

Debido a la persistencia de la sequía entre los años 2004 y 2009, se dictó el "**Real Decreto-ley 14/2009, de 4 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas"**, a través del cual las obras urgentes de mejora de regadíos, con objeto de obtener un adecuado ahorro de agua que palíe los daños producidos por la sequía (Anexo III) de la Comunidad de Regantes de base del Canal de Bardenas, se declararon de Interés General.

Actualmente la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas aplica en la zona de estudio (excepto en unas pocas explotaciones que han modernizado sus parcelas de manera individual mediante grupos electrógenos o diésel) un riego por inundación con unas infraestructuras de red de acequias de más de 60 años, muy deterioradas en la que se estiman unas pérdidas de agua de un 10-20%.

Por ello, la propia comunidad manifestó en el año 2012, al Departamento de Agricultura de la Diputación General de Aragón el interés de estudiar la modernización de todo el sistema.

En el año 2014 se redacta por parte del Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Zaragoza el **Plan Director de Modernización de Bardenas**, donde se definió como ámbito de estudio de la modernización, la totalidad de las comunidades de base del sistema hidráulico de Bardenas.

La Zona Regable dominada por la primera parte del canal de Bardenas (en lo sucesivo Bardenas I), es donde el plan profundiza más, ya que se considera como zona prioritaria de actuación, ya que la Zona regable de Bardenas II se transformó a riego a pie en sus inicios (sectores I, V, VI, VII, VIII y IX).

Este estudio hizo 4 grandes bloques de todo el sistema de Bardenas I, como se muestran a continuación:

- **1er bloque: Comunidad nº V**, SAT Ansó, margen izquierda del Riguel y norte de la margen derecha.
- 2º bloque: Comunidades nº VI y nº VII, sur de la margen derecha del Riguel y Huerta Alta de Tauste (margen derecha)
- 3er bloque: Comunidad nº II (provincia Zaragoza) y nº IV.
- 4º bloque: Comunidad de las Vegas.

Como puede observarse, la comunidad de regantes donde se ubica el proyecto que nos ocupa se encuentra recogido en el 1er bloque.

En el año 2021 y en base a la información establecida en el Plan Director, se redacta el **Anteproyecto de la modernización integral del regadío mediante transformación de riego a presión en la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas**, en el que se

establecieron 4 zonas y 6 sectores de riego de cara a favorecer la ejecución de la obra por fases completamente independientes. Cada zona es servida desde una balsa de almacenamiento.

El presente Estudio de Impacto Ambiental analiza las actuaciones que se llevarán a cabo en una de esas zonas, que se desarrollan en el **"Proyecto de Modernización integral de la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas (Zona 1) (Zaragoza)"**. Las superficies y el dimensionamiento del riego de este proyecto varían ligeramente respecto al Anteproyecto del que procede, ajustándose más a la realidad debido a que se han realizado estudios topográficos de mayor detalle.

1.4 COHERENCIA CON EL PLAN HIDROLÓGICO DEL EBRO

El Plan Hidrológico del tercer ciclo de la demarcación del Ebro incorpora las demandas de los regadíos de Bardenas en sus análisis, donde se integran estas actuaciones, que contemplan escenarios con las previsiones de los efectos futuros del cambio climático.

Como resultado de las evaluaciones realizadas la Oficina de Planificación Hidrológica de la Confederación Hidrográfica del Ebro informó que no se han encontrado incoherencias entre estas demandas y los objetivos medioambientales, la asignación de recursos, los demás usos del agua, el programa de medidas, el régimen de caudales ecológicos y otras determinaciones del proyecto de plan hidrológico.

Además, "El Proyecto de Modernización integral de la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas (Zona 1)" se encuentra como una de las medidas complementarias necesarias para alcanzar los objetivos perseguidos por el mencionado plan (medida ES091_3_3065).

1.5 MOTIVACIÓN DE LA APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE TRAMITACIÓN AMBIENTAL

La Ley 21/2013, de 9 de diciembre de evaluación de impacto ambiental, en su texto consolidado establece lo siguiente en su artículo 7:

Artículo 7. Ámbito de aplicación de la evaluación de impacto ambiental.

1. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental ordinaria los siguientes proyectos:

> *a) Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.*
>
> *b) Los comprendidos en el apartado 2, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios del anexo III.*
>
> *c) Cualquier modificación de las características de un proyecto consignado en el anexo I o en el anexo II, cuando dicha modificación cumple, por sí sola, los umbrales establecidos en el anexo I.*
>
> *d) Los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor.*

2. Serán objeto de una evaluación de impacto ambiental simplificada:

> *a) Los proyectos comprendidos en el anexo II.*

b) 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.

c) Cualquier modificación de las características de un proyecto del anexo I o del anexo II, distinta de las modificaciones descritas en el artículo 7.1.c) ya autorizados, ejecutados o en proceso de ejecución, que pueda tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente. Se entenderá que esta modificación puede tener efectos adversos significativos sobre el medio ambiente cuando suponga:

1.º Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.
2.º Un incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.
3.º Incremento significativo de la generación de residuos.
4.º Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.
5.º Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.
6.º Una afección significativa al patrimonio cultural.

d) Los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo II mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.
e) Los proyectos del anexo I que sirven exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos, siempre que la duración del proyecto no sea superior a dos años.

El proyecto debería ser objeto, al menos, de una evaluación ambiental simplificada por encontrarse en el anexo II de la Ley 21/2013.

Anexo II. Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería:

c.1. Proyectos de consolidación y mejora de regadíos en una superficie superior a 100 ha (proyectos no incluidos en el anexo I).

Anexo II. Grupo 8. Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua:

g) Presas y otras instalaciones destinadas a retener el agua o almacenarla, siempre que se dé alguno de los siguientes supuestos:

2.º Otras instalaciones destinadas a retener el agua, no incluidas en el apartado anterior, con capacidad de almacenamiento, nuevo o adicional, superior a 200.000 metros cúbicos.

No obstante a lo expresado anteriormente, dado que el ámbito de la modernización proyectada coincide con una masa de agua subterránea que se encuentra en mal estado químico por contaminación de nutrientes (nitratos) y por la existencia de transferencia de nutrientes a las masas superficiales con las que se relaciona, y atendiendo a los principios de prevención y cautela, se propone que el proyecto sea sometido al procedimiento de **evaluación de impacto ambiental Ordinario** que analice en profundidad los componentes medioambientales del entorno afectado por la modernización.

2 UBICACIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

2.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La zona objeto de modernización se encuentra principalmente en el municipio de Ejea de los Caballeros, más concretamente, entre las localidades de Pinsoro, Valareña y el Bayo. Mientras que la balsa proyectada, ubicada junto el Canal de Bardenas, se encuentra en el término municipal de Biota. La superficie regable considerada en este proyecto es de 3.710,73 Ha.

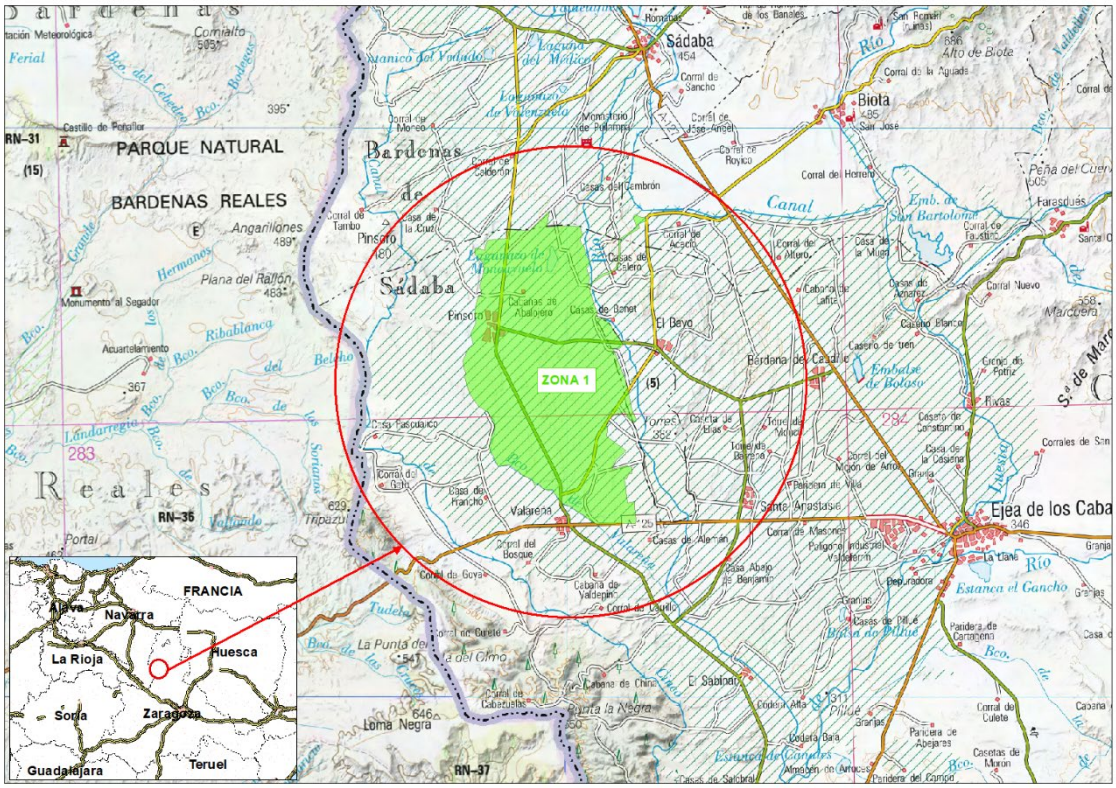


Figura 2. **Localización Zona 1**

Las modernizaciones se realizan en parcelas que pertenecen a la Comunidad de Regantes nº V de "Riegos de Bardenas" (CR en adelante) que se encuentra situada en la Comarca de las Cinco Villas, al norte de la provincia de Zaragoza y pertenece a la Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas[1].

Las parcelas que son objeto de la modernización afectan a los polígonos 101, 102 y 106 del Término Municipal (TM en adelante) de Ejea de los Caballeros, al polígono 30 del TM de Biota y al polígono 16 del TM de Sádaba. Por otro lado, la balsa que se va a construir se encuentra fuera de la zona regable, junto al canal de riego de Bardenas, en los polígonos 501 y 16 del TM de Biota. La tubería que conecta la balsa con la zona regable se encuentra en el polígono 102 del TM de Ejea de los Caballeros.

[1] Domicilio social en Polígono Valdeferrín, Centro de Negocios Exión. Crta. 125 Ayerbe-Tudela, Km. 35,500. CP 50600 Ejea de los Caballeros.

La Comunidad de Regantes nº V abarca con un total de 19.928,22 Ha, de las cuales 15.772,58 Ha son de regadío. A su vez, la superficie de regadío se distribuye en función del sistema de riego de la siguiente forma:

Tabla nº 1. **Distribución del regadío en función del sistema empleado.**

Sistema	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)
Inundación	11.823,13	74,96
Aspersión	3.099,31	19,65
Localizado	850,14	5,39
TOTAL	**15.772,58**	

En la zona de estudio, la CR emplea un riego por inundación a través de una red de acequias anticuada y deficiente, en la cual se estiman unas pérdidas de agua de un 10-20%.

El origen de los recursos hídricos disponibles se encuentra en el embalse de Yesa y de distribuyen a través del Canal de las Bardenas. Según el Real Decreto 129/2014 de 28 de febrero por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, la dotación asigna al Canal de las Bardenas y por ende a la Comunidad de Regantes nº V es de **9.129 m^3/Ha/año**.

Aunque la Comunidad de Regantes nº V, tiene una dotación asignada, eso no quiere decir que se pueda disponer de ella, ya que depende de un embalse de escasa capacidad que no es capaz de almacenar dicha dotación para todas las Has del sistema de Bardenas. Cada año en función del comportamiento hidrológico del embalse, por parte de la Comunidad General, se asignan cupos de agua a cada Comunidad.

2.2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es modernizar la infraestructura de regadío para lograr una mejor optimización del recurso hidrológico y energético. Se trata de modernizar 3.710,73 hectáreas pertenecientes a la Zona 1 de la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas mediante presión natural, para ello se crea una nueva red de riego que mediante una balsa a cota suficiente lo garantice. Este método de distribución del agua pretende sustituir el actual sistema de canalizaciones abiertas mediante acequias de hormigón prefabricado, que genera importantes pérdidas de agua a consecuencia de su estado de deterioro, por un sistema presurizado de tuberías que permite la implantación de métodos de riego en parcela modernos y mucho más eficientes, como son el riego por aspersión o por goteo.

Además, el nuevo sistema de distribución del agua permite implementar instrumentos para la medición y gestión del volumen de agua de riego utilizado a nivel de explotación, logrando así un mayor control y optimización del consumo de agua con respecto al sistema actual.

Con el fin de poder almacenar el agua solicitada por la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas a la Confederación Hidrográfica del Ebro, está prevista la construcción de una balsa reguladora situada en la cota más alta disponible respecto de la zona a abastecer. Se ubica al lado del Canal de las Bardenas desde el que se va a alimentar con una toma directa por gravedad.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SUS ACCIONES

Este proyecto consiste en la modernización de 3.710,73 Ha pertenecientes a la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas, que riegan actualmente por inundación.

Para abastecer a esta superficie y a las 2.144,55 Ha incluidas en el "Proyecto de modernización del regadío de los Sector XXIV y XXV" de la misma Comunidad de Regantes, se va a realizar una balsa de 426.962,73 m^3 de capacidad ubicada junto al canal de Bardenas.

El sistema de riego consta de 86,818 Km de tuberías principales y 8,306 Km de tuberías terciarias. Se han proyectado 261 hidrantes, de los cuales 37 son compartido y 224 individuales. De estos últimos, 23 son deficitarios por lo que se va a instalar un sistema de bombeo para las 268,79 Ha que se ven afectadas.

3.1 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO: DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

3.1.1 Obra de toma

El caudal de diseño de la obra de toma será de 4.385,56 l/s. Este valor se obtiene teniendo en cuenta el caudal ficticio continuo para el mes de máximas necesidades (julio) y la superficie total a regar.

Para el llenado de la balsa se empleará una conducción mediante marco prefabricado de hormigón de 2 x 2 m de luz interior. Además, se ha diseñado una arqueta de rotura para disipar parte de la energía con la que pueda entrar el agua a la balsa y una rejilla de desbaste para evitar la entrada de elementos gruesos desde el canal de Bardenas.

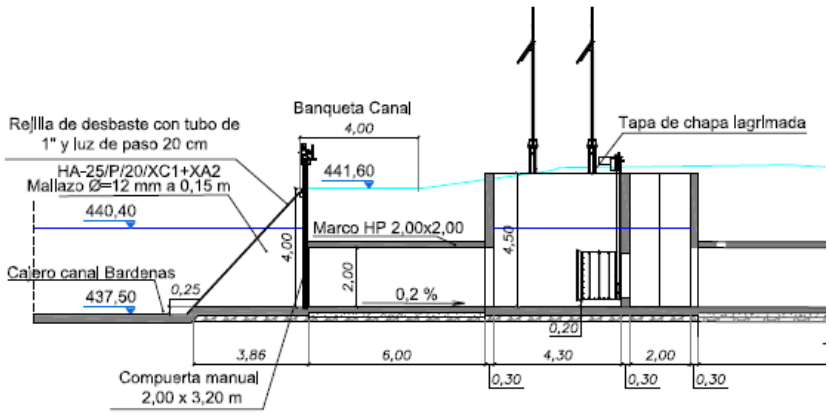


Figura 3. **Detalle sección transversal de la obra de toma**

Para el control de la petición de caudales a Confederación Hidrográfica del Ebro, se van a instalar dos compuertas-caudalímetro que se autorregulan en función de una consigna por caudal o por volumen. Mide el caudal por ondas ultrasónicas multihaz.

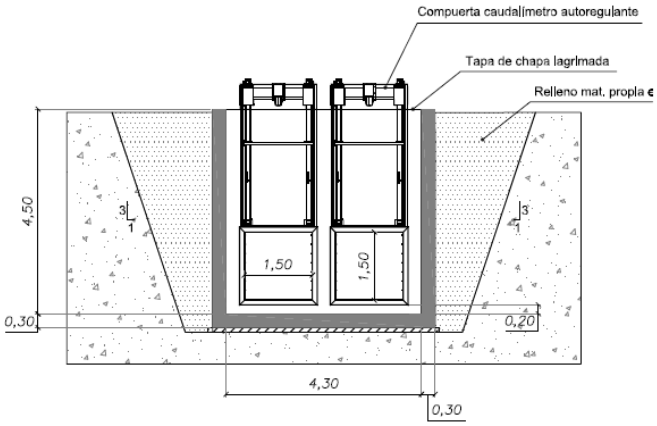


Figura 4. **Detalle compuerta**

3.1.2 Balsa de regulación

La balsa se encuentra ubicada junto al canal de Bardenas, en el punto de mayor cota disponible respecto al área a abastecer. Esta área comprende, tanto el ámbito del proyecto que nos ocupa como el correspondiente a la modernización de unos sectores vecinos, sumando un total de 5.855,28 Ha.

La balsa ha sido diseñada para satisfacer las necesidades hídricas de toda la zona regable durante un día al menos. Tiene una capacidad total de 426.962,73 m^3, con una cota de fondo de 434,90, una cota de coronación de 441,4 m y un ancho de camino de coronación de 5 m.

Según este diseño la balsa presentara un amplio sector donde los taludes estarán ejecutados en su totalidad en excavación y una zona donde se deberá de construir un cordón de tierras o cerrada con una altura máxima de 2,70 metros.

La balsa se ha proyectado con un recubrimiento impermeable o lámina de PEAD y una red de drenajes perimetrales y en espina de pez en el fondo de la excavación. Los taludes elegidos para la balsa han sido: 2,5H/1V interior y 2H/1V exterior de acuerdo con las comprobaciones realizadas en el estudio geotécnico.

Los materiales involucrados en la excavación de la balsa podrán ser utilizados para la constitución del cuerpo del dique o terraplén de la balsa. Si se obtiene un excedente en la construcción las gravas del tramo 4 podrán ser utilizadas como rellenos seleccionados para las zanjas proyectas, así como para la cama granular prevista en las mismas, siempre previa clasificación.

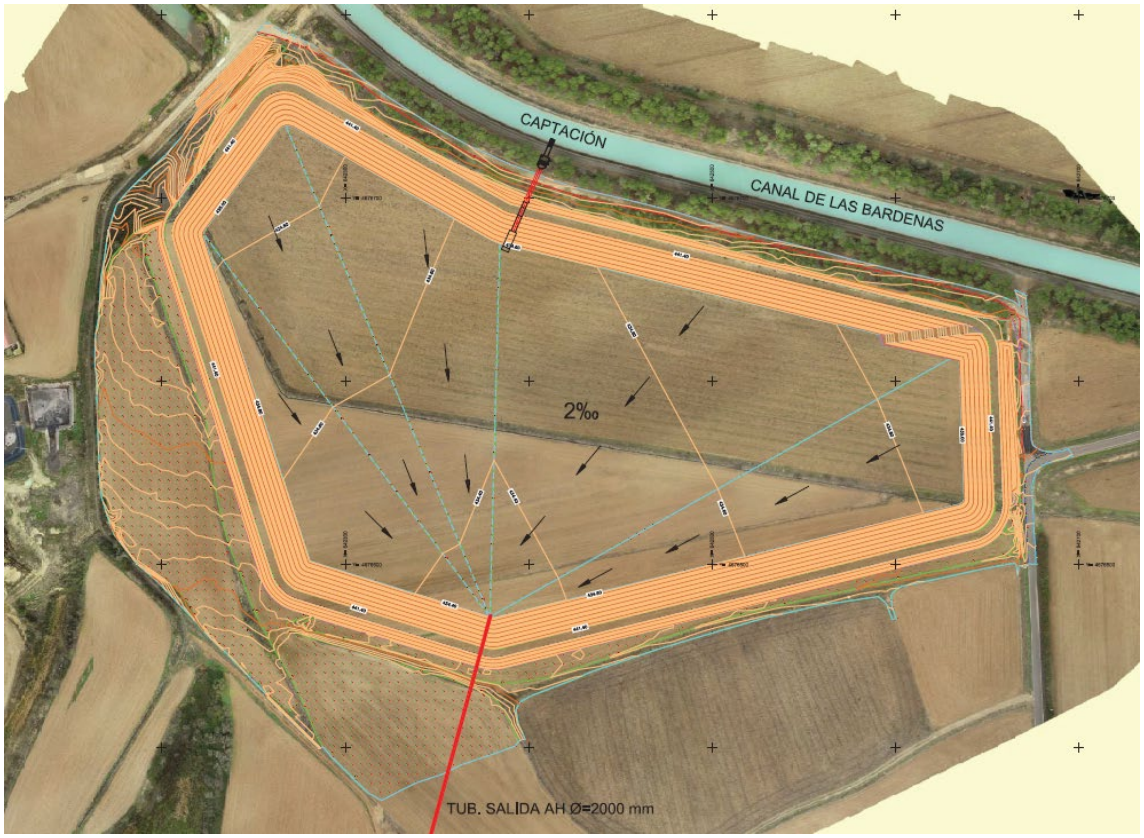


Figura 5. **Topografía de la balsa.**

Se ha tomado la decisión de no poner aliviadero ya que, por un lado, la cota máxima del Canal de las Bardenas en el punto de captación coincide con el Nivel máximo de la Balsa y, por otro, porque considerando la precipitación máxima en 24 h (para un periodo de retorno de 500 años) y que se cerrara la comunicación con el canal, el nivel de la balsa pasadas 24 h sería menor que la cota de coronación.

La tierra vegetal que se retire en las tareas previas a la excavación de la balsa, será extendida sobre el talud exterior al objeto de que se puedan repoblar de vegetación de forma natural y mediante hidrosiembra. Con ello se pretende conseguir integrar la estructura en el paisaje favoreciendo a su vez a la fauna de la zona y reduciendo la erosión por acción de las lluvias y el viento.

Con el fin de evitar posibles desgracias humanas y accidentes de animales que pudieran causar daños en la obra construida, se procederá a la instalación de un doble vallado perimetral del embalse; uno a pie de talud exterior de la balsa (de 2 metros de altura) y otro en el interior del camino de coronación (de 1 metro de altura). Además, en las paredes internas de la balsa, se anclarán unas mallas que sirvan de escape para la fauna que caiga dentro accidentalmente.

3.1.3 Red de riego

Para el diseño de la red se ha tenido en cuenta también el "Proyecto de modernización del regadío de los Sector XXIV y XXV" de la misma Comunidad de Regantes ya que esta obra conectará en la estación de filtrado su tubería principal, abasteciéndose de la misma balsa. Debido a que en la explotación de la obra toda la red funcionará como una, se ha modelizado como tal. La red total tiene una superficie de 5.829 Ha. En relación a las tuberías, hidrantes y otros elementos propios del sistema de riego, se tendrán en consideración únicamente los incluidos en las 3.710,73 Ha cuya modernización es objeto del presente proyecto.

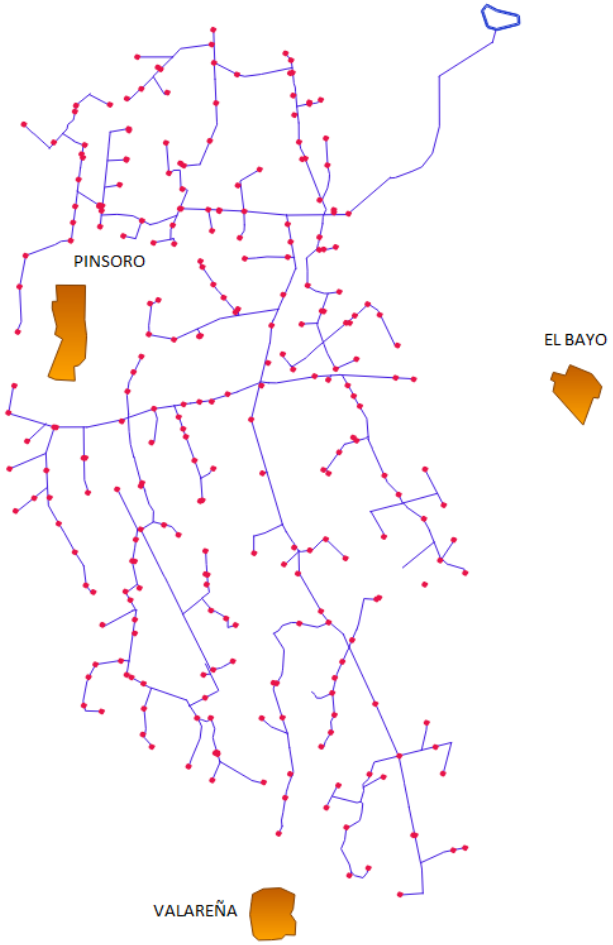


Figura 6. **Red de riego (Balsa, tuberías e hidrantes)**

Se trata de un sistema de riego por aspersión a demanda y, para su modelización a través del programa GESTAR, se han tomado como variables las conclusiones del estudio agronómico (superficie de parcelas y necesidades hídricas), las agrupaciones realizadas y los parámetros de riego.

Para la asignación de hidrantes se han hecho agrupaciones de varios propietarios hasta alcanzar una superficie tipo, salvo en aquellos propietarios en los que la dimensión de su explotación le permita contar con un hidrante unitario. Las agrupaciones de más de 5 hectáreas tendrán su

propio hidrante y las que no se agruparán con otras parcelas colindantes que permitan llegar a esa superficie mínima. Al final se van a instalar un total de 261 hidrantes de los cuales 37 son compartido y el resto individuales.

A la salida de la balsa, se pondrán dos tuberías con diámetro de 1.500 mm, que serán de Acero Helicosoldado (AH). Desde allí se dirigirán hasta la arqueta de válvulas mediante una viga de cimentación rodeadas con un dren de envuelta para detectar posibles fugas y que, en caso de producirse, no afecten al cuerpo de presa. En la arqueta de válvulas se colocarán válvulas de mariposa con su correspondiente carrete de desmontaje, ventosas y boca de hombre por si es necesario auscultarlas interiormente. A partir de dicha arqueta saldrá una tubería única de AH DN 2000 mm que es la necesaria para el caudal de diseño de salida que se ha calculado de 5.186,5 m^3/s. Ésta se ramificará en una red diseñada para un sistema de riego a la demanda con una red de tuberías de diámetros desde 125 mm hasta 2.000 mm de PVC-O o AH.

Tabla nº 2. **Características básicas de las tuberías de la red principal a instalar.**

Material	DN (mm)	Longitud a instalar (m)	TOTAL (m)
PVC-O	125	3.542	**74.576**
	140	7.896	
	160	5.683	
	200	10.903	
	225	4.554	
	250	7.145	
	315	8.984	
	355	8.226	
	400	3.493	
	450	3.539	
	500	4.399	
	630	6.212	
AH	700	3.720	**13.437**
	800	2.713	
	900	1.070	
	1000	0	
	1300	2.097	
	1500	447	
	1600	960	
	2000	2.430	
			88.013

Está red llevará los elementos típicos de una modernización como son válvulas de corte, ventosas y desagües, con sus arquetas correspondientes.

La red de riego llegará hasta las parcelas a regar donde se colocarán los hidrantes de riego ubicados en su caseta para que los usuarios puedan modernizar su parcela disponiendo de una

presión y un caudal asignado según la superficie de riego. Se necesitan 8,3 Km de tuberías terciarias para dar servicio a los hidrantes compartidos.

La presión mínima a garantizar va a ser de 38 m.c.a. antes de hidrante. Si bien en algunos casos la presión será menor, con el fin de no incrementar los costes de explotación en toda la zona regable. Debido a las características orográficas, existen 268,79 Ha en la parte norte del área a modernizar donde no se podrá cumplir esta presión mínima, pero se suplirá esta deficiencia mediante un bombeo de 20 m.c.a.

3.1.4 Sistema de telecontrol de la red de riego

Con esta modernización se incorporarán 261 nuevos **hidrantes** simples, con control de toma única y compartida. Se tendrá un sistema de telecontrol para la apertura y cierre de cada electroválvula general de hidrante (o válvula hidráulica) y de la toma de parcela, así como para el contador general del hidrante y de parcela. Gracias a este sistema se llevará un registro de históricos de las presiones en los hidrantes y en diferentes puntos críticos de la red que por sus características son claves para la explotación del sistema.

Se instalará un sistema de telecontrol de la **balsa** de regulación que permita una monitorización de la misma, indicando sus parámetros más importantes, como pueden ser el nivel de agua, caudal de entrada, etc.

Por otro lado, se llevará a cabo un sistema de telecontrol, automatización y regulación de la **estación de bombeo**, siendo las principales funciones la automatización de los variadores de frecuencia regulando su arranque y paro, según las condiciones estipuladas de presión y caudal. Además, monitorizará todos los parámetros eléctricos relevantes como son tensión, intensidad, potencia, etc.

En la **estación de filtrado** también se automatizará el filtro, con lo que se obtendrán lecturas de los parámetros de este y del caudalímetro que hay a la salida de la estación.

Este sistema de automatización y telecontrol generará y enviará alarmas tanto de intrusión como si no se cumplen alguno de los parámetros estipulados inicialmente por cualquier fallo o caída del sistema.

Todas estas funciones de podrán visualizar y actuar desde el Centro de Control ubicado en la sede de la comunidad de regantes, a través de los siguientes elementos:

- Electroválvulas, sobre las cuales actuará para su apertura y cierre controlando el paso del agua y gestionando su estado de la manera más eficiente, realizando la apertura y cierre de las válvulas por demanda manual o programa de riego, pudiendo también, si se quisiera, hacerlo por condicionantes con la instalación de sensores.
- Contadores, para la lectura de los volúmenes de agua consumidos por hidrante y así poder facturar a cada parcela la cantidad total consumida.
- Entradas digitales, para alarmas de intrusión, presostatos de mínima o máxima y otros sensores de todo/nada.
- Sensores analógicos, lectura de transductores de presión de los hidrantes y en determinantes puntos críticos de la red, sensores de nivel de la balsa, sensores de

lectura de los caudalímetros, y cualquier otra medida que se quiera implementar como sondas con transmisor de humedad del suelo, radiación, temperatura, etc. con salida de señal de 4-20 mA. Esto posibilita el tener una lectura en todo momento de los parámetros ambientales y del suelo que más puedan afectar al cultivo.

Se podrá, además:

- Visualizar el nivel de carga de la batería. Se pueden gestionar avisos en el Centro de control si los niveles de carga de las baterías son inferiores a 3 V, indicando su sustitución o falta de carga por problemas con el panel solar.
- El agricultor mediante un Portal Web y su App podrá programar el riego de ese hidrante y acceder a los datos que la Comunidad le permita.

3.1.5 Estación de filtrado

Se prevé la construcción de un edificio para albergar los equipos de filtrado. El edificio se ubicará en una parcela que actualmente está destinada a cultivo, más concretamente en el Polígono 102, parcela 5277 del municipio de Ejea de los Caballeros.

Las dimensiones del edificio de filtrado serán de 31,44 m de largo x 17,63 m de ancho. Dispondrá de un techo a dos aguas con una altura de fachada de 8,77 m y una cubierta con un 10% de pendiente. Sobre ésta se instalarán placas solares que proporcionarán la energía necesaria para su funcionamiento.

Figura 7. **Ubicación caseta de filtrado.**

En el interior de la caseta, se colocará un filtro con una malla de 2mm y se repartirá el agua procedente de la balsa de regulación en 3 salidas, dos para los Sectores XXIV y XXV pertenecientes a la misma comunidad de regantes, y otra para el presente proyecto.

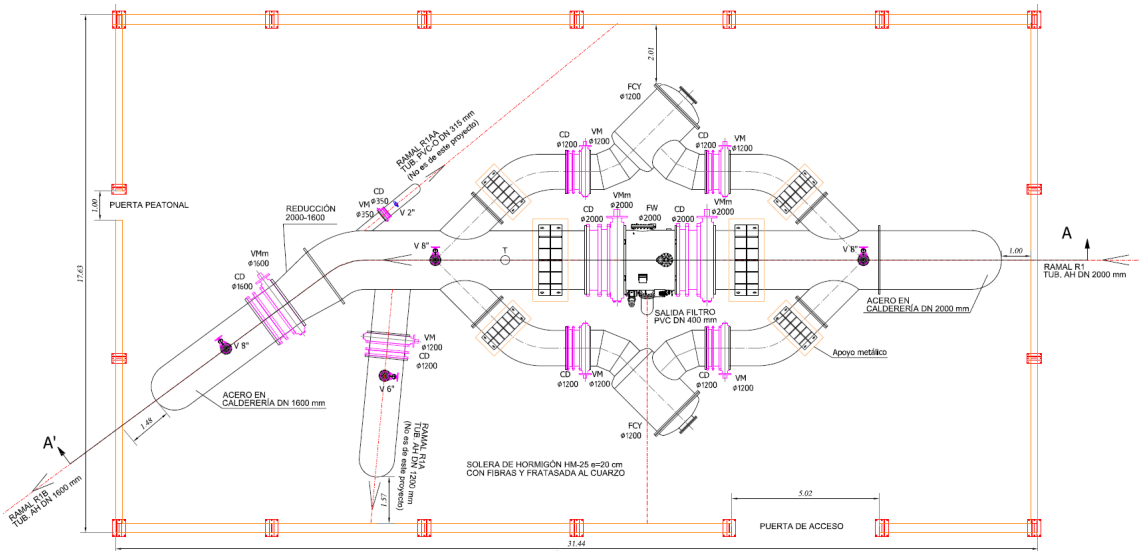


Figura 8. **Instalaciones caseta de filtrado**

3.1.6 Estación de bombeo

Se prevé la construcción de un edificio para albergar los equipos de bombeo. El edificio se ubicará en una parcela que actualmente está destinada a cultivo, más concretamente en el Polígono 102, parcela 12 del municipio de Ejea de los Caballeros.

Las dimensiones del edificio de bombeo serán de 18 m de largo x 8 m de ancho. Dispondrá de un techo a un agua, donde el lado menor se encuentra a 3,29 m de altura y el mayor a 4,31.

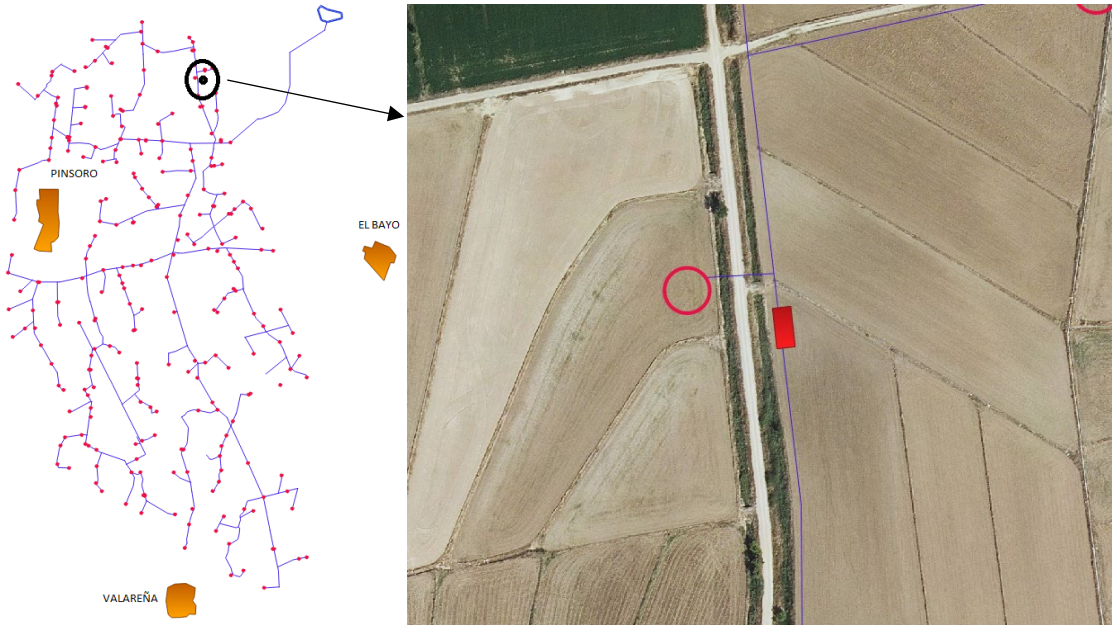


Figura 9. **Ubicación caseta de bombeo**

En su interior contendrá 3 bombas (una de reserva), con un caudal de 540 m^3/h. Estas bombas necesitarán un grupo electrógeno de 110 KVA con un consumo de 18 litros/h.

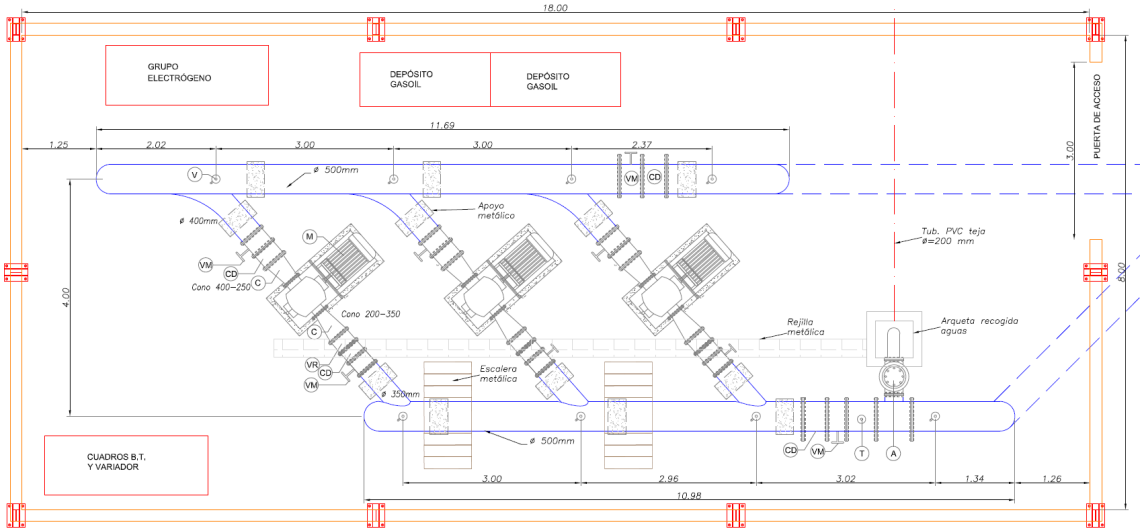


Figura 10. **Instalaciones de la caseta de bombeo**

3.1.7 Nudos aéreos

Las conexiones entre distintas tuberías se realizan mediante nudos que, si son con tuberías de poco diámetro se hacen con válvulas enterradas, pero existe un par de casos (nudos 2 y 6) donde las tuberías son de mayor diámetro y, por ello, para poder manipular estos nudos de mayor envergadura se sacan a la superficie, recogidos en casetas de 12 x 9 metros.

Figura 11. **Ubicación de los nudos aéreos**

3.1.8 Sistema de riego en parcela

Este aspecto no es de principal estudio en este proyecto ya que cada propietario será el encargado de instalar su sistema de riego en su parcela una vez se coloque el hidrante de la Comunidad.

No obstante, en esta Comunidad de Regantes y en otras cercanas los propietarios principalmente están instalando coberturas de riego por aspersión con un marco de 15 x 18 m al tresbolillo, por lo que aparentemente está solución será la más usada.

3.1.9 Instalaciones auxiliares

En el presente proyecto se plantean 3 zonas de ocupaciones temporales. Dos de ellas se servirán para acopio de materiales y se ubicarán cerca de la balsa. La tercera se usará como parque de maquinaria y se encuentra ubicada al norte de la localidad de Pinsoro. La siguiente tabla recoge la ubicación exacta de las mismas y sus superficies.

Tabla nº 3. **Instalaciones auxiliares. Características.**

NOMBRE	SUPERFICIE (Ha)	POLÍGONO	PARCELA	MUNICIPIO
Zona 1	3,44	16	133	Biota
Zona 2	2,19	501	10163	Biota
Parque de maquinaria	1,58	101	432	Ejea de los Caballeros

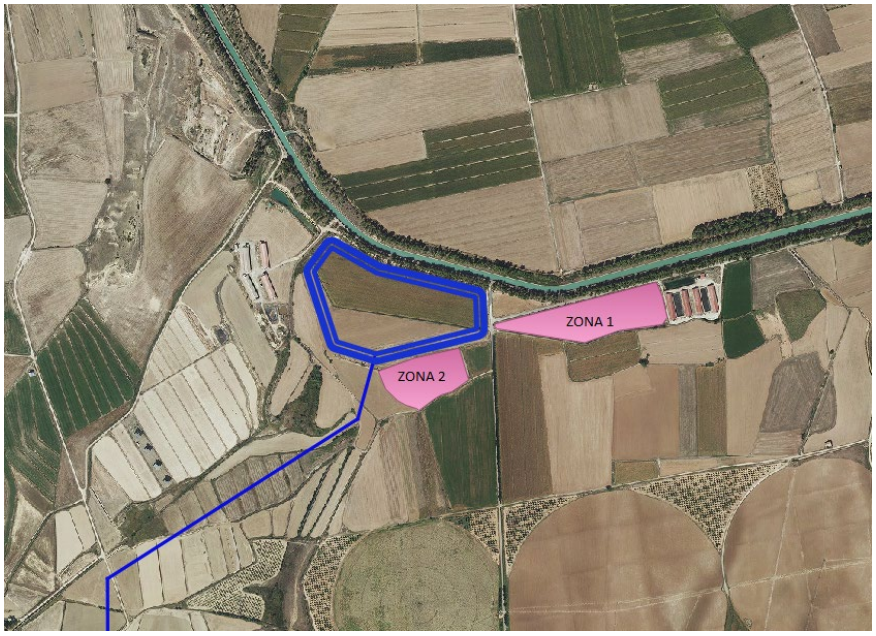


Figura 12. **Zonas de acopio temporales. Ubicación.**

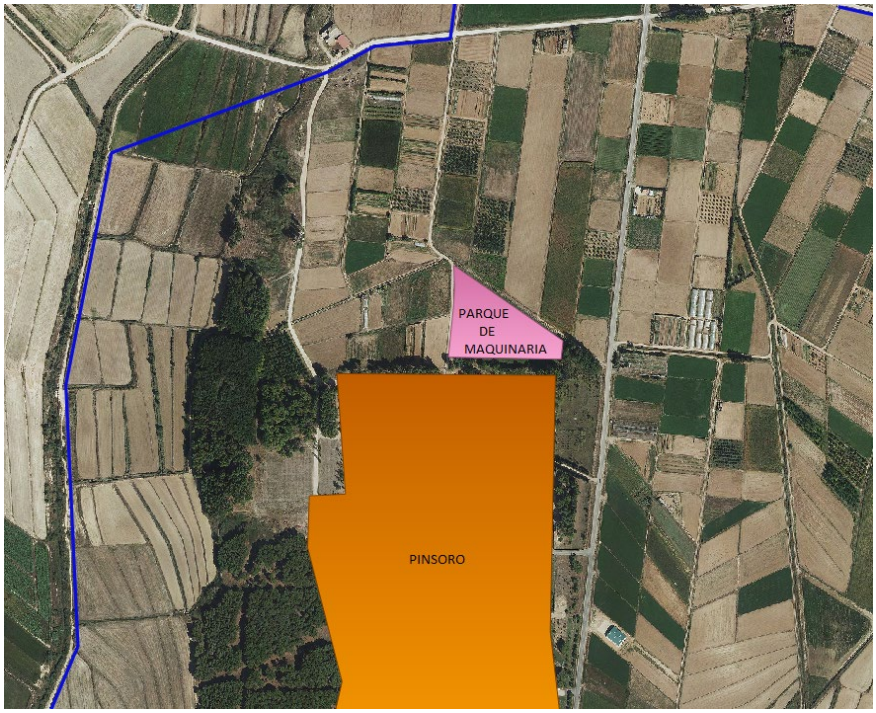


Figura 13. **Parque de maquinaria. Ubicación.**

Durante las obras estas zonas se señalizarán adecuadamente y una vez finalizada la obra, se repondrán al estado que tuvieran antes de su ocupación.

3.1.10 Gestión de residuos de construcción y demolición

Según el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se ha elaborado para el presente proyecto de modernización de regadíos el correspondiente Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (Anejo 19 del proyecto).

Los residuos que se prevén en las obras se corresponden en su gran mayoría a materiales extraídos de la excavación de la balsa. De éstos, la tierra vegetal se acopiará para un posterior cubrimiento de sus taludes para facilitar la germinación de las semillas procedentes de la hidrosiembra.

Otra parte de los materiales excavados, previamente seleccionados, se usará para el relleno de las zanjas abiertas para la instalación de las tuberías.

El resto de residuos generados que no son reutilizados en la propia obra, supera los límites establecido en el Real Decreto 105/2008, por lo que estos serán acopiados, tratados y transportados por gestor autorizado.

Se contará en las zonas de acopio con un espacio debidamente señalizado y vallado donde se coloquen los contenedores para los RCD y, en el parque de maquinaria, se ubicarán los contenedores impermeables, bidones o cualquier recipiente que se deba emplear para los

posibles residuos peligrosos que puedan derivarse del mantenimiento de la maquinaria. Se tomarán todas las medidas necesarias para evitar la contaminación de dichas zonas y una vez acabada la obra, se deberán restaurar estas zonas al estado anterior a la misma.

3.1.11 Afecciones

En la red de riego se atraviesan caminos, lindes de parcelas, actuales infraestructuras de riego y drenajes, incluidos desagües de cierta entidad, como el que discurre a lo largo de la Val de Cabañes y Canales de riego como la Acequia de los Cascajos.

De igual forma discurre paralela a las carreteras A-1203, con un cruce de la misma en el P.K 11.50, la A-1208, con tres cruces en el P.K 9.00, 12.00 y 13.00 aproximadamente y la CHE 1505 con tres cruces de vía en el P.K 0+135, 2+170 y 4+040. Además, la tubería general atraviesa el Río Riguel y discurre paralelo por el Barranco de Valareña y Valtuerta. La obra también afecta al trazado del abastecimiento de Santa Anastasia y El Bayo.

3.2 DESCRIPCIÓN Y PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES

Según el Anexo VI de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental, se deberá incluir un apartado con la descripción y la procedencia de los materiales a utilizar en las obras.

> *Anexo VI*
>
> *c) Descripción de los materiales a utilizar, suelo y tierra a ocupar, y otros recursos naturales cuya eliminación o afectación se considere necesaria para la ejecución del proyecto, y descripción de las principales características de la fase de explotación del proyecto (en particular cualquier proceso de producción), con indicaciones, por ejemplo, sobre la demanda de energía y la energía utilizada, la naturaleza y cantidad de materiales y recursos naturales utilizados (incluidos el agua, la tierra, el suelo y la biodiversidad).*

3.2.1 Uso del suelo

Durante la ejecución de las obras el suelo sufrirá excavaciones y movimientos tierras para poder construir la nueva balsa y poder instalar bajo el suelo las nuevas conducciones proyectadas.

Los primeros centímetros de tierra extraída (tierra vegetal) se acopiará para su uso posterior en la revegetación del talud. Las gravas extraídas se acopiarán de igual modo y se emplearán como lecho y relleno de las zanjas para la instalación de tuberías.

Se ocuparán de forma permanente un total de 12,51 Ha de las cuales 4 Ha se destinarán a plantaciones de especies forestales arbóreas y arbustivas, y 8,51 Ha serán ocupadas por la balsa.

De forma temporal serán ocupadas 7,23 Ha, entre zonas de acopio y parque de maquinaria. En estas instalaciones auxiliares se tomarán las medidas necesarias para evitar la contaminación del suelo y se planificará la restauración del mismo a su estado previo al inicio de las obras.

En general, se buscará la forma de reincorporar al terreno el suelo excavado y, cuando esto no sea posible, será tratado por un gestor autorizado.

En la fase de explotación el recurso suelo afectado será mucho menor que durante la ejecución. En este caso se contabilizarán las infraestructuras ejecutadas que, en este proyecto serán: las estaciones de bombeo y estación de filtrado y la balsa.

Tabla nº 4. **Superficie ocupada por infraestructuras tras la obra.**

Infraestructura	Superficie afectada (m^2)
Estación de bombeo	146,16
Estación de filtrado	527,41
Balsa	85.100

Por otro lado, otra superficie que ha cambiado su uso tras la obra es la correspondiente a las zonas de plantaciones. En este caso el suelo se ve favorecido por el cambio ya que se incrementa la aireación del mismo, evita su erosión y aumenta su contenido de materia orgánica, entre otros.

3.2.2 Uso del agua

Uno de los principales objetivos del presente proyecto es hacer un uso más eficiente del agua, mejorando el sistema de riego y evitando las pérdidas se dan actualmente.

La Comunidad de Regantes nº V está integrada en los Riegos de Bardenas que tiene derecho al uso del agua conforme a la Real Orden de 7 de mayo de 1926.

Los propietarios regantes y demás usuarios que tienen derecho al aprovechamiento de las aguas del río Aragón, a través del Canal de Bardenas, se constituyeron en COMUNIDAD GENERAL DE REGANTES DEL CANAL DE BARDENAS, en virtud de lo dispuesto en el artículo 228 de la Ley de Aguas de 13 de junio de 1.879 y O.M. de 13 de febrero de 1.968, adaptándose a la vigente Ley de Aguas núm. 29/1985, de 2 de agosto, y demás disposiciones vigentes.

La Comunidad General del Canal de Bardenas, la constituyen todos los propietarios autorizados para regar sus tierras y demás usuarios que tengan derecho al aprovechamiento de las aguas derivadas del río Aragón, embalsada en el pantano de Yesa y distribuida a través del Canal de Bardenas.

En el anexo de las Ordenanzas, aprobadas por Resolución de Presidencia de la Confederación Hidrográfica del Ebro de fecha 19-11-1997, se contempla como usuario de pleno derecho a las aguas del Canal de las Bardenas, procedentes del embalse de Yesa, a la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas, con CIF nº G50065697, que comprende los sectores XVIII, XIX, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI y XXXII, correspondientes al Plan Coordinado de Obras de la zona regable de la primera parte del Canal de Bardenas, con una extensión superficial de 19.928,22 ha, siendo la superficie regable en la campaña 2020-2021 de 15.772,58 ha.

El origen de los recursos hídricos disponibles se encuentra en el embalse de Yesa y de distribuyen a través del Canal de las Bardenas. Según el Real Decreto 129/2014 de 28 de febrero por el que

se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, la dotación asigna al Canal de las Bardenas y por ende a la Comunidad de Regantes nº V es de **9.129 m^3/Ha/año**.

3.2.3 Uso de energía y su naturaleza

En la actualidad existen 268,58 Ha ya modernizadas en el ámbito de estudio que emplean 19 bombas para regar y consumen 53.176 litros de gasóleo al año.

En este proyecto se ha procurado, en la medida de lo posible, evitar la necesidad del uso de bombeos, ubicando la balsa en un terreno elevado y buscando que la red de tuberías lleve a todos los puntos el agua con presión natural.

Aunque el objetivo es llegar a todos los puntos de la superficie regable por presión natural, tras la modelización se ha comprobado que esto no es posible, pero se ha conseguido reducir tanto la superficie que necesita bombeo (268,79 Ha) como la presión necesaria para el mismo.

El uso de energías renovables se ha desestimado debido a su inviabilidad técnica porque los parques solares de bombeo solo funcionan correctamente cuando se impulsan a una balsa de copa. Para este caso, que se necesitaría un parque solar que funcione en serie, se tendría que independizar la zona de bombeo del resto, lo que supondría:

- perder la presión recibida.
- tener que sobredimensionar las tuberías, el bombeo y los hidrantes de cada propietario para que fueran capaces de dar servicio durante las horas de sol.
- obligaría a los regantes a regar solo durante las horas de sol.
- si se quisiera regar de la misma manera que van a regar el resto, con una disponibilidad de 24 h al día, habría que montar un parque que diera al menos 2.500 kW al día y almacenarlas en un sinfín de baterías.

Por ello se ha optado por emplear 2 bombas de 540 m^3/h de caudal (en lugar de las 19 bombas de 144 m^3/h que se usan actualmente). Estas bombas precisan de una potencia de motor de 45 KW para salvar los 20 m.c.a de altura nominal que precisa la red. Para conseguir dicha potencia se instalará un grupo electrógeno de 110 KVA.

Teniendo en cuenta las necesidades anuales de riego correspondientes a la superficie que precisa más presión, de 2.076.013,38 m^3 y las características de las bombas, se obtiene que las horas de funcionamiento al año son 1.922. Considerando los 18 l/h que consume el grupo electrógeno, se estima en total un consumo de gasóleo de 34.600 l/año.

Este resultado, aunque no óptimo, mejora la situación actual en cuanto a cantidades de combustibles fósiles empleadas.

3.3 RESIDUOS Y OTROS ELEMENTOS DERIVADOS DE LA ACTUACIÓN

El volumen generado de tierra procedente de las excavaciones de las zanjas y de la balsa, podrá acopiarse de manera temporal hasta un límite de 12 meses dentro de las parcelas de la zona de

actuación según lo especificado en el apartado 3.k del RD 262/2006, previamente a ser utilizadas en las distintas zonas de la obra para los rellenos de zanjas y adecuación de terraplenes.

Las gravas extraídas de la excavación de la balsa se reutilizarán, previa selección, en el relleno de las zanjas excavadas para la colocación de las tuberías.

Con ello, los volúmenes tanto de tierra como de gravas a gestionar se reducen considerablemente, evitando además el tener que incorporar de fuera estos recursos para la ejecución de la obra.

En el caso del hormigón y de las piedras se van a superar los umbrales del artículo 5.5 del RD 105/2008, de 1 de febrero, tal y como recoge la siguiente tabla, por lo que será necesario realizar una separación en fracciones "in situ" de forma individualizada para fomentar una correcta gestión de los residuos en la obra.

Tabla nº 5. **Estimación de Residuos de Construcción y Demolición que se generarán en la ejecución de las obras**

	Código LER	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC			Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
	1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto	17 05 04	-	651.683,65	1,10	592.439,68
	RCDs Nivel II				
	LER	%	Tn	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RDC	CÓDIGO LER	% de peso	Toneladas de cada tipo de RDC	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m³ Volumen de Residuos
RCD: Naturaleza no pétrea					
1. Asfalto	17 03 02	0,050	330,00	1,30	253,85
2. Madera	17 02 01	0,040	264,00	0,60	440,00
3. Metales	17 04 05	0,025	165,00	1,50	110,00
4. Papel	20 01 01	0,003	10,6	0,30	35,33
5. Plástico	17 02 03	0,015	138,6	0,90	154
6. Residuos de Silvicultura	02 01 07	0,005	15,8	0,95	16,63
TOTAL estimación		0,140	**924,00**		**965,85**
RCD: Naturaleza pétrea					
1. Arena Grava y otros áridos	01 04 08	0,040	264,00	1,50	176,00
2. Hormigón	17 01 01	0,120	792,00	1,50	528,00
3. Restos de áridos RCDs	17 01 07	0,540	3.564,00	1,50	2.376,00
4. Piedra	17 09 04	0,050	330,00	1,50	220,00
TOTAL estimación		0,750	**4.950,00**		**3.300,00**
RCD: Potencialmente peligrosos y otros					
1. Basuras (RSU)	20 03 01	0,800	5.280,00	0,90	5.866,67
2. Envases contaminados	15 01 10*	0,030	198,00	0,50	396,00
TOTAL estimación		0,110	**726,00**		**6.262,67**

Todos los residuos generados serán apartados y gestionados de forma adecuada en los espacios reservados y acondicionados para ello en la misma obra.

Estos espacios contarán con una serie de contenedores, dispuestos de forma ordenada sobre el terreno, abiertos o cerrados según las necesidades, y debidamente señalizados para su correcta identificación y utilización, empleando el contenedor correspondiente para cada tipo de residuo. Deben ser accesibles al personal de obra y vehículos de transporte encargados de la retirada de los distintos tipos de residuos, señalizados debidamente en caso de ser necesario, y no ser causa de interferencias en el normal desarrollo de las obras, ni suponer un obstáculo para el tránsito de maquinaria y vehículos por la obra.

Los residuos generados se llevarán a puntos de recogida habilitados de forma temporal, los cuales dispondrán de distintos contenedores para cada tipo de material tal como se indica en el Anejo 19.

El depósito temporal para RCDs valorizables que se realice en contenedores o acopios, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Tras el análisis de los gestores de residuos que realizan operaciones de transporte/recogida y valorización en el entorno donde se desarrolla la obra, se prevé que todos los residuos que no sean reutilizados en la propia obra se destinen a operaciones de valorización.

El contratista deberá:

- Entregar los residuos a gestores autorizados para el transporte/recogida y disponer de copia de las resoluciones de inscripción en el Registro de empresas de recogida, transporte y almacenamiento de residuos no peligrosos (RNP). y conservar los documentos de recogida.
- Verificar que los transportistas/recogedores/almacenistas autorizados que retiran los residuos en obra entregan los residuos a gestores de valorización autorizados, disponer de copia de las autorizaciones de los gestores de valorización y conservar los documentos de entrega en las instalaciones de valorización y certificados de aceptación de cada uno de los residuos, emitido por titulares de plantas de clasificación, valorización u otros gestores autorizados.

Tabla nº 6. **Gestores autorizados para la valorización de residuos**

NOMBRE	DIRECCIÓN	CP	MUNICIPIO	TELÉFONO	CÓDIGO DE AUTORIZACIÓN	NIMA
VERTEDERO SERVICIO PÚBLICO ESCOMBROS	CTRA, LOGROÑO KM 261,5 C/EXTRAMUROS S/N	50297	BÁRBOLES	976613100	AR/GNPO-108 ; AR/GNPA-200	5000046902
TOMÁS ARRIETA S.L.	PARCELA 49, POLIGONO 35	50660	CINCO VILLAS	976854244	AR/GNPA-419 ; AR/GNPO-344	5000085775
CASALÉ GESTIÓN DE RESIDUOS S.L.	PARQUE TECNOLÓGICO DEL RECICLADO. PARCELA C1-10-1, C/ AZUFRE Nº 72	50720	ZARAGOZA	976107353	AR/GNPO-50 ; AR/GNPA-157	5000036232
RECICLADOS Y DEMOLICIONES SAN JUAN SL	CTRA. HUESCA, KM. 9.600-POL. SAN MIGUEL	50830	ZARAGOZA	976185953	AR/GNPA-131 ; AR/GNPO-28	5000012429
PERGA, TRANSPORTES Y EXCAVACIONES, S.L.	POLÍGONO 101, PARCELAS 259 Y 260	50690	PEDROLA	976619125	AR/GNPA-277 ; AR/GNPO-201	5000059766

4 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS: EXAMEN MULTICRITERIO

4.1 CONSIDERACIONES INICIALES

La descripción y análisis de las alternativas se fundamenta en el artículo 1.1 b) de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental:

> *Artículo 1. Objeto y finalidad.*
>
> *1. Esta ley establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental, con el fin de promover un desarrollo sostenible, mediante:*
>
> *a) La integración de los aspectos medioambientales en la elaboración y en la adopción, aprobación o autorización de los planes, programas y proyectos;*
>
> *b) el análisis y la selección de las alternativas que resulten ambientalmente viables;*

En los artículos 35, 45 y Anexo VI de la mencionada ley, se establece la necesidad de incluir en el documento ambiental o estudio de impacto ambiental una descripción de las diversas alternativas razonables estudiadas que tengan relación con el proyecto y sus características específicas, incluida la alternativa cero, o de no realización del proyecto, y una justificación de las principales razones de la solución adoptada, teniendo en cuenta los efectos del proyecto sobre el medio ambiente.

Tal y como se comenta en los antecedentes del presente documento, este proyecto de modernización tiene su base en el "Anteproyecto de modernización integral de regadío mediante transformación de riego a presión en la Comunidad de Regantes nº V de riegos de Bardenas (Zaragoza)", el cual a su vez se elabora atendiendo al "Plan Director de Modernización de Bardenas" redactado por el Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Zaragoza. Para este documento se realizó un estudio pormenorizado de las alternativas que versaban, según se indicaba en el Plan: "…sobre las diferentes opciones de la red de alta que deban acometerse en el Plan Director de Modernización. Sobre ellas, se integrarán las redes de baja, que serán definidas en sus respectivos planes coordinados de modernización y ya en detalle constructivo definitivo en sus respectivos proyectos finales."

Es por ello que las alternativas planteadas se extraen de las incluidas en dicho plan, ajustándolas en función de sus particularidades que se desarrollan a continuación.

4.1.1 Condicionantes técnicos

4.1.1.1 *Alternativa de cultivos y necesidades hídricas*

Se debe tener en cuenta, que la alternativa de cultivos se plantea como una aproximación a la realidad que nos permite obtener una estimación de las necesidades futuras, teniendo claro que dicha alternativa puede variar en mayor o menor medida en función de los cultivos finalmente desarrollados por los agricultores implicados.

Como dato de las preferencias actuales de los miembros de la Comunidad se ha cogido la experiencia en las zonas del Monte Saso de Biota y del Monte Saso del Ayuntamiento de Ejea de los Caballeros transformados a riego por aspersión mediante pivots, goteos y coberturas, y teniendo en cuenta cultivos con una implantación importante en los últimos años como es el almendro, por lo que diremos que la alternativa de cultivos estudiada en este caso es la siguiente:

Tabla nº 7. **Alternativa de cultivos prevista tras la modernización. Superficie y necesidades hídricas.**

CULTIVO	SUPERFICIE		NECESIDADES HÍDRICAS	
	(Ha)	%	m^3/Ha año	m^3/año
MAÍZ	1.614,17	43,5	8.609	13.896.636
ALFALFA	742,15	20	10.626	7.885.851
TRIGO	983,34	26,5	8.266	3.067.295
ALMENDRO	371,07	10	5.002	4.918.790
TOTAL	**3.710,73**			**29.768.571**

En el anejo de Estudio Agronómico, se justifica y detalla el proceso de cálculo seguido. A modo de resumen se detallan a continuación las necesidades de riego:

- Superficie de cultivo: 3.710,73 Ha
- Caudal ficticio continuo máximo (Julio): 0,75 l/s y Ha.
- Mes de máximas necesidades: Julio.
- Dotación media mes máximas necesidades: 2.009 m^3/Ha mes.
- Dotación anual media: 8.022 m^3 por Ha y año.
- Volumen anual total consumido por la alternativa: 29.768.571 m^3/año.

4.1.1.2 *Parámetros de riego. Dotaciones en hidrante*

Una vez determinados los parámetros agronómicos y delimitada la zona a transformar, se establecen los parámetros de riego que serán posteriormente utilizados para el dimensionado de la red de riego. Todo ello está definido en el anejo de Cálculos hidráulicos y mecánicos de la red de riego.

Se ha establecido un sistema de riego a la demanda con reducción de caudales utilizando el modelo R. Clement.

La red de distribución que se proyecta sirve para que el usuario pueda organizar el riego en parcela libremente, dentro de unas limitaciones, garantizando una alta calidad de funcionamiento a nivel de toma.

Para establecer unos criterios acordes con la realidad de la zona a transformar se ha realizado un minucioso análisis del grado de parcelación y la estructura de la propiedad. De esta forma, para la asignación de hidrantes se ha decidido recurrir a agrupaciones de varios propietarios hasta alcanzar una superficie tipo, salvo en aquellos propietarios en los que la dimensión de su explotación le permita contar con un hidrante unitario.

Las agrupaciones de más de 5 hectáreas tendrán su propio hidrante y las que no se agruparán con otras parcelas colindantes que permitan llegar a esa superficie mínima.

Se ha fijado la dotación de cada agrupación de forma que el grado de libertad se aproxime a valores comprendidos entre 2 y 3 en función de la superficie contenida en cada agrupación, a excepción de las agrupaciones de superficies menores de 5 Has en las que se ha fijado un caudal mínimo de 15 l/s.

Tabla nº 8. **Dotaciones en hidrante según superficie de agrupación.**

SUPERFICIE AGRUPACIÓN (Ha)	DOTACIÓN (l/s)	CAUDAL MÍNIMO (l/s.Ha)	GRADO DE LIBERTAD	Ø HIDRANTE (")
desde 1-5	15	3,00	4,36	3"
de 5-10	20	2,00	2,91	4"
de 10-15	25	1,67	2,42	4"
de 15-20	32	1,60	2,33	6"
de 20-25	38	1,52	2,21	6"
de 25-30	45	1,50	2,18	6"
> 30	Superficie *1,5	1,50	2,00	8”

En el caso de los hidrantes compartidos, en la misma agrupación, las tomas que la compongan deberán establecer un turno de riego adecuado.

Se plantea una duración de jornada de riego de 22/24 h, ya que se proyecta una tubería que abastecerá a la zona por presión natural desde la balsa de cabecera.

La presión mínima a garantizar va a ser de 38 m.c.a. antes de hidrante. Si bien en algunos casos la presión será menor, con el fin de no incrementar los costes de explotación en toda la zona regable. Debido a las características orográficas, existen 268,79 Ha en la parte norte del área a modernizar donde no se podrá cumplir esta presión mínima, pero se suplirá esta deficiencia mediante un bombeo de 20 m.c.a. Sólo un 8 % de los hidrantes presentan esta situación deficitaria y se corresponden con un 6,9 % de la superficie a regar.

4.1.2 Sistema de bombeo

Tal y como se comenta en el apartado anterior, se necesita un bombeo para un total de 23 hidrantes localizados al norte del área a modernizar. El sistema propuesto son 3 bombas (una de reserva), con un caudal de 540 m^3/h. Estas bombas necesitan una potencia del motor de 45 KW para salvar esos 20 m.c.a de altura nominal que requiere la zona de presión deficitaria. Para conseguir esa potencia se instalará un grupo electrógeno de 110 KVA con un consumo de 18 litros/h.

4.1.3 Dimensionamiento de las redes de riego

Para establecer unos criterios acordes con la realidad de la zona a transformar se ha realizado un minucioso análisis del grado de parcelación y la estructura de la propiedad. De esta forma, para la asignación de hidrantes se ha decidido recurrir a agrupaciones de varios propietarios

hasta alcanzar una superficie tipo, salvo en aquellos propietarios en los que la dimensión de su explotación le permita contar con un hidrante unitario.

Por otro lado, se ha tenido en cuenta el "Proyecto de modernización del regadío de los Sector XXIV y XXV" de la misma Comunidad de Regantes ya que esta obra conectará en la estación de filtrado su tubería principal, abasteciéndose de la misma balsa. Debido a que en la explotación de la obra toda la red funcionará como una, se ha modelizado como tal. La red total tiene una superficie de 5.829 Ha.

La modelización de la red se ha realizado a través del programa GESTAR, tomando como variables las conclusiones del estudio agronómico, las agrupaciones existentes y los parámetros de riego establecidos estos últimos en el apartado anterior.

4.1.3.1 *Elección de materiales*

La elección de los materiales responde a la necesidad de emplear aquellos que, por un lado, tengan una mayor durabilidad permitiendo su mantenimiento y reparación de modo que se alargue la vida útil de la red y, por otro, tengan un coste asumible en el conjunto del proyecto.

Los materiales estudiados para emplear en la red de riego han sido: Acero Helicosoldado (AH), Polietileno de Baja Densidad (PE), Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) y Policloruro de Vinilo Orientado (PVC-O)

Tras realizar un análisis técnico-económico de todos ellos se han seleccionado:

- Para tuberías con DN entre 125 y 630: Policloruro de Vinilo Orientado PVC-O. Para las mismas condiciones técnicas, este material ha resultado ser el más económico.
- Para tuberías con DN entre 700 y 2000: Acero Helicosoldado AH. En este caso no resulta el más económico, pero es el que mayor garantía de duración ofrece y como dispone de protecciones catódicas en toda su longitud permite su monitorización y con ello, el control de posibles fugas.
- Para tuberías terciarias y subida a los hidrantes: Polietileno. Material más flexible, que permite realizar trazados más complejos.

4.1.3.2 *Dimensionamiento y ubicación de la balsa*

Como ya se ha comentado, el proyecto evaluado proviene de un "Plan Director de Modernización de Bardenas". En este plan, para cada una de las zonas estudiadas se plantea una balsa de regulación con la finalidad de que el riego llegue con presión natural a la mayor superficie posible, reduciendo al máximo la necesidad del uso de bombeos o la presión necesaria en su funcionamiento en caso de emplearlos. La elección de la localización, por lo tanto, viene ya definida.

Para su dimensionamiento final, se han planteado diferentes alternativas con el fin de que las características finales de la misma se ajusten a las necesidades hídricas de las parcelas finalmente modernizadas empleando de la forma más eficiente los recursos disponibles.

En el Anejo de Estudio de Alternativas del proyecto se analiza la combinación de dos cotas (441,4 y 441,9 m.s.n.m.) y dos cotas coronación (5 y 7 metros), donde las cuatro opciones resultantes son muy similares entre sí.

Tabla nº 9. **Alternativas para el dimensionamiento de la balsa.**

DESCRIPCIÓN	DESMONTE (m^3)	TERRAPLÉN (m^3)	DESBROCE (m^3)	VERTEDERO (m^3)	VOLUMEN DE AGUA (m^3)
Cota 441,4 Coronación 5 m	**216.970**	**46.894**	**38.419**	**170.076**	**408.301**
Cota 441,4 Coronación 5 m	210.102	56.544	38.655	153.558	395.753
Cota 441,4 Coronación 5 m	212.658	60.204	39.024	152.454	400.441
Cota 441,4 Coronación 5 m	205.753	63.353	39.024	142.400	387.984

La combinación elegida ha sido la de **441,4 m.s.n.m** y cota de **coronación** de **5 metros**, ya que es la mayor capacidad de almacenamiento presenta, aunque es la que supone un mayor volumen de restos para llevar a vertedero.

En estas alternativas se calcularon teniendo en cuenta que el fondo de la balsa era plano. Una vez elegidos los valores de la cota y el camino de coronación, se han realizados estudios más detallados, incluyendo ya la pendiente correspondiente al fondo de la balsa, por lo que la capacidad definitiva de la misma es de 426.962,73 m^3.

En relación con los restos generados, que en principio deberían ir a vertedero, son principalmente gravas que, debidamente seleccionadas y según el estudio geotécnico, pueden ser reutilizadas para el recubrimiento de las tuberías. Es por ello, que no van a existir excedentes de tierras, ya que parte de la misma se reutilizará en la construcción de la propia balsa (incluida la tierra vegetal para revegetación de taludes) y el resto se empleará para el relleno de las zanjas de las tuberías.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LAS ALTERNATIVAS

4.2.1 Alternativa 0 (A-0)

La Alternativa 0 o “No Ejecución” de los proyectos, supone el mantenimiento de los actuales sistemas de riego empleados en las zonas de estudio, es decir, continuar con un riego por inundación a través de las infraestructuras existentes.

4.2.2 Alternativa 1 (A1-1)

Esta alternativa se corresponde con la Alternativa 1.6 del Plan Director y se ha valorado solo la zona que afecta a la superficie a modernizar.

La alternativa consiste en la construcción de la balsa de riego (nombrada como Balsa 2 en el Plan Director), construida junto al canal, con una captación por gravedad desde el Canal de las Bardenas a partir de la cual sale una tubería de 2200 mm de diámetro hasta la zona regable que se ramifica en dos redes de riego, una de diámetro 1200 mm y otra de 1800 mm.

A continuación, se muestra en la siguiente figura el plano extraído del plan director y se ha dibujado la zona que afecta a la superficie a modernizar para el proyecto actual:

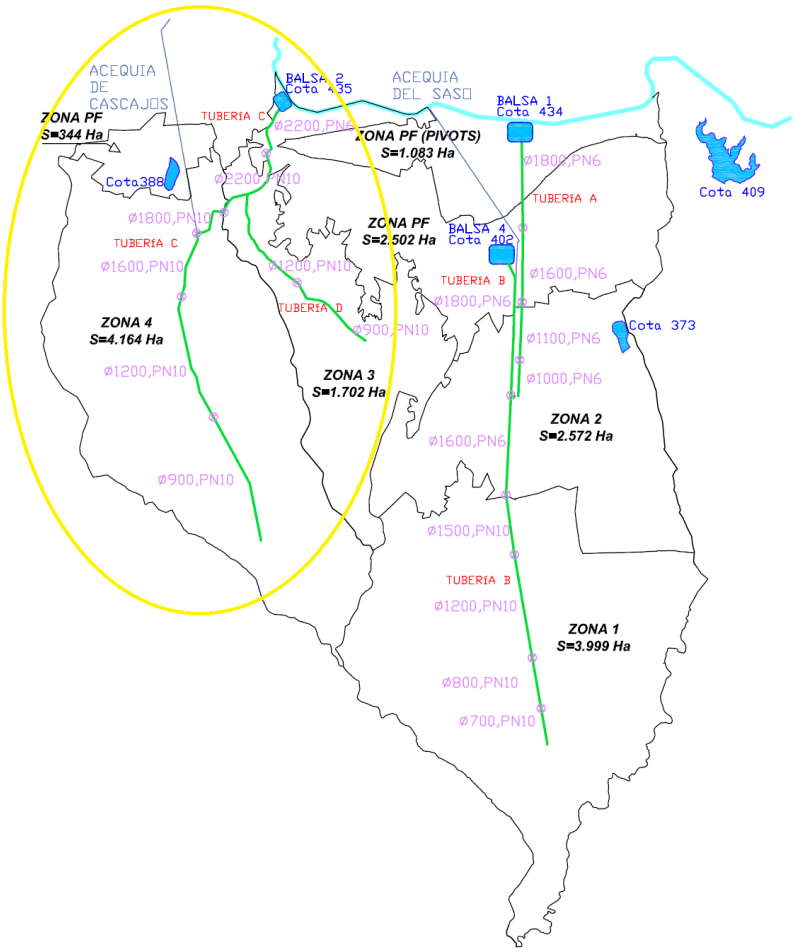


Figura 14. **Alternativa 1 (1.6. del Plan Director).**

Como la zona 1, objeto de modernización, no se corresponde exactamente con las que aparecen en el plan (zonas 3 y 4), para poder realizar una valoración económica de esta alternativa, se ha calculado el coste por hectárea partiendo de la información que se detalla a continuación:

Tabla nº 10. **Datos del coste económico de la Alternativa 1.6. del Plan Director**

TUBERÍAS (todas de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio - PRFV)								
TUBERÍA	DIÁMETRO (mm)	TIMBRAJE (PN) (atm)	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (Ha)	CAUDAL UNITARIO (Qu) (l/seg.Ha)	CAUDAL SERVICIO (l/seg)	PÉRDIDA DE CARGA (H)	ALTURA PIEZOM. (m)
C	2200	6	1587	5866	1,13	6.629	1,11	433,89
C	2200	10	2062	5866	1,13	6.629	1,44	433,56
C	1800	10	1018	4164	1,145	4.768	1,02	433,98
C	1600	10	1589	3500	1,157	4.050	2,11	432,89
C	1200	10	3057	2000	1,181	2.362	6,14	428,86
C	900	10	3211	1000	1,244	1.244	7,99	427,01
D	1200	10	2638	1702	1,196	2.036	4,01	430,99
D	1200	10	2638	1702	1,196	2.036	4,01	430,99
D	1200	10	2638	1702	1,196	2.036	4,01	430,99
D	900	10	2241	1200	1,217	1.460	7,51	427,49

BALSA		
NOMBRE	SUPERFICIE (Ha)	CAPACIDAD (m^3)
Balsa 2	5866	210331,296

PRESUPUESTO								
TUBERÍAS							BALSA	TOTAL
TUBERÍA	TUBERIA (€/m)	PE =10% tuberías	MOVIMIENTO TIERRAS (€/m)	€/m	LONGITUD (m)	TOTAL TUBERIAS (€)	TOTAL BALSA	
C	1.577,99	157,80	327,49	2.063,27	1.587	3.274.415,73		
C	1.643,77	164,38	327,49	2.135,64	2.062	4.403.685,36		
C	1.142,13	114,21	264,92	1.521,26	1.018	1.548.646,42		
C	918,67	91,87	235,88	1.246,42	1.018	1.268.857,45		
C	550,74	55,07	164,74	770,56	1.589	1.224.415,93		
C	358,79	35,88	129,31	523,97	1.587	831.544,64		
D	550,74	55,07	164,74	770,56	2.062	1.588.889,64		
D	550,74	55,07	164,74	770,56	2.062	1.588.889,64		
D	550,74	55,07	164,74	770,56	2.062	1.588.889,64		
D	358,79	35,88	129,31	523,97	1.018	533.404,19		
						17.851.638,66	1.892.981,66	**19.744.620,33**

Por lo tanto, el coste calculado para la Alternativa 1 es de **3.365 €/Ha**.

4.2.3 Alternativa 2 (A1-2)

Esta alternativa se corresponde con la Alternativa 1.1 del Plan Director y, al igual que en la anterior, se ha valorado solo la zona que afecta a la superficie a modernizar.

En este caso se contempla realizar la modernización mediante la construcción de una balsa junto al canal, con las mismas características que la anterior pero dimensionada para la superficie correspondiente a la zona más al norte de la superficie a modernizar, por lo que la tubería que saldrá de esta balsa será de 1600 mm (correspondiendo a la zona 3 de la figura siguiente).

Para la modernización de la zona sur se plantea realizar una captación de la Laguna de Moncayuelo y, mediante la salida de una tubería de 1200 mm, dar riego a la zona 2 de la siguiente figura.

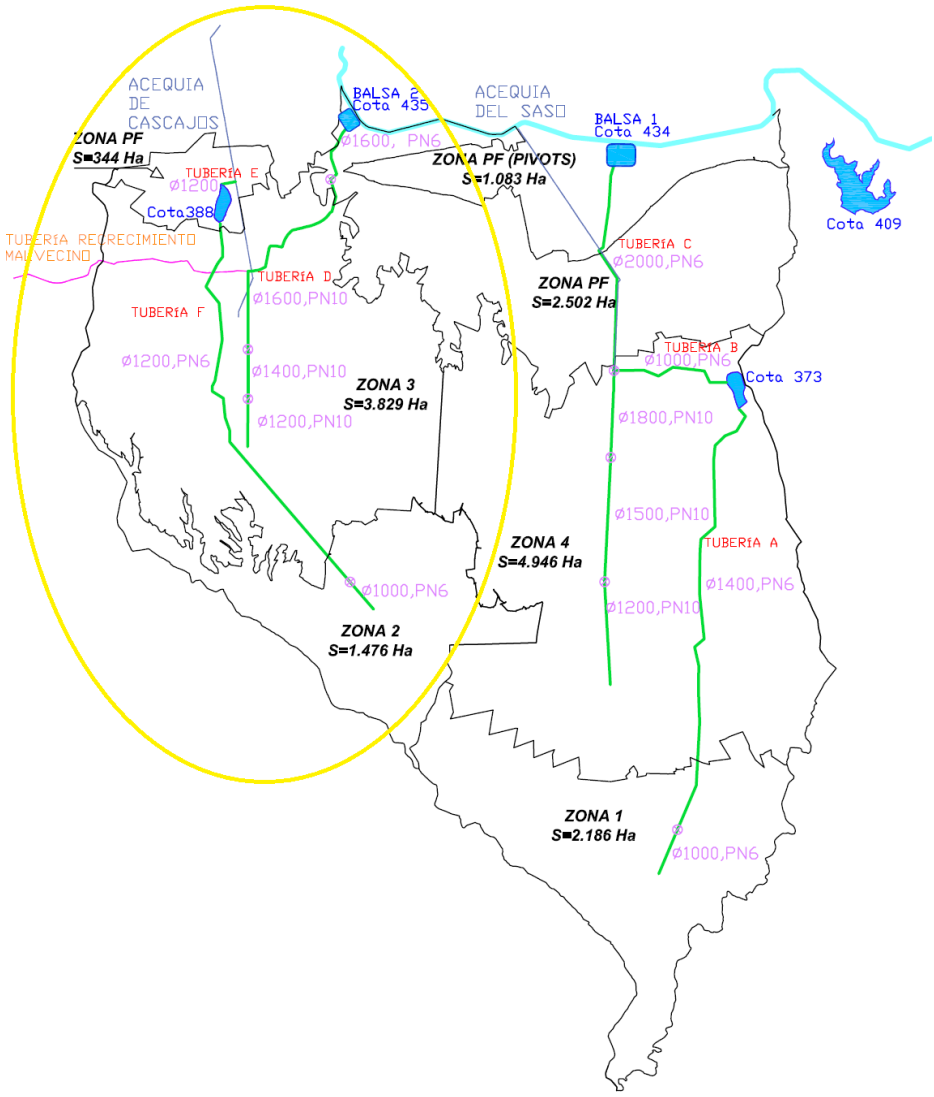


Figura 15. **Alternativa 2 (1.1. del Plan Director)**

Como en la anterior alternativa, se muestra a continuación los datos extraídos del plan para poder calcular el coste por hectárea y poder comparar económicamente ambas alternativas.

Tabla nº 11. **Datos del coste económico de la Alternativa 1.1. del Plan Director**

TUBERÍAS (todas de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio - PRFV)								
TUBERÍA	DIÁMETRO (mm)	TIMBRAJE (PN) (atm)	LONGITUD (m)	SUPERFICIE (Ha)	CAUDAL UNITARIO (Qu) (l/seg.Ha)	CAUDAL SERVICIO (l/seg)	PÉRDIDA DE CARGA (H)	ALTURA PIEZOM. (m)
D	1600	6	1587	3829	1,151	4.407	2,5	432,5
D	1600	10	4773	3829	1,151	4.407	7,46	427,54
D	1400	6	1030	1900	1,196	2.272	0,45	425,04
D	1200	6	1000	1275	1,217	1.552	2,01	423,03
E	1200	6	300	1476	0,83	1.225	0,3	388
F	1200	6	8782	1476	1,217	1.796	10,6	377,4
F	1000	6	750	1476	1,217	1.796	0,88	376,52

BALSA		
NOMBRE	SUPERFICIE (Ha)	CAPACIDAD (m^3)
Balsa 2	5305	190216,08

PRESUPUESTO								
TUBERÍAS							BALSA	TOTAL
TUBERÍA	TUBERIA (€/m)	PE =10% tuberías	MOVIMIENTO TIERRAS (€/m)	€/m	LONGITUD (m)	TOTAL TUBERIAS (€)	TOTAL BALSA	
D	876,54	87,65	235,88	1.200,07	1.587	1.904.516,29		
D	918,67	91,87	235,88	1.246,42	4.773	5.949.171,52		
D	690,14	69,01	200,22	959,38	1.030	988.157,83		
D	506,39	50,64	164,74	721,77	1.000	721.773,73		
E	506,39	50,64	164,74	721,77	300	216.532,12		
F	506,39	50,64	164,74	721,77	8.782	6.338.616,87		
F	393,88	39,39	141,55	574,83	750	431.120,00		
						16.549.888,34	1.711.944,72	**18.261.833,06**

Por lo tanto, el coste que se calcula en este caso para la Alternativa 2 es de **3.442 €/Ha**.

4.3 EXAMEN MULTICRITERIO DE LAS ALTERNATIVAS

4.3.1 Alternativa 0

Técnicamente, la no actuación conllevaría continuidad de un sistema de riego ineficaz por el cual se producen pérdidas (la más importante por escorrentía) de agua de riego. Como se presenta en el apartado 5.5.3 "*Balance de entradas y salidas de agua antes del proyecto*", se estima en 14,4 Hm^3/año los retornos o pérdidas de riego del área a modernizar. Esto supone un 38% de la demanda anual.

A esto cabría añadir que se parte de un sistema con muchos años de funcionamiento y cuya evolución y rendimiento van a ir a peor si no se realiza ninguna actuación de mejora. En este sentido, se estima que de los 14,40 Hm^3/año el 33% corresponde a pérdidas por infraestructura, asociadas en su mayoría a infiltraciones causadas por el deterioro de la red de distribución actual.

Económicamente, sería la opción más ventajosa ya que no se precisa de inversión alguna.

Ambientalmente, al no ejecutarse obra alguna, se mantendrían intactos todos los elementos del medio como suelo, fauna, flora, recursos hídricos, tipo de cultivos y su forma de riego, por lo que esta alternativa supondría un impacto medioambiental nulo (en relación a su estado actual).

Por el contrario, la continuidad de un sistema de riego por inundación, además de las pérdidas que supone de un recurso tan necesario como es el agua, erosiona el suelo y moviliza contaminantes como los nitratos, que acaban alcanzando a los cursos naturales de agua, deterioran la calidad del agua y alteran el equilibrio de los ecosistemas acuáticos ligados.

Respecto al impacto sobre la calidad atmosférica y los objetivos de Cambio Climático, en la actualidad en la superficie de estudio se localizan explotaciones ya modernizadas que emplean bombas abastecidas con grupos electrógenos de gasoil poco eficientes. En el apartado 6.4.1.1. *Composición atmosférica* se refleja como en la actualidad se emiten 144,7 tn de CO_2/año, el CO_2 es uno de los principales gases de efecto invernadero**.** La optimización del sistema supondría la reducción de las emisiones de CO_2 hasta en un 40% respecto a la situación actual.

En lo que respecta al paisaje donde están proyectadas las actuaciones de modernización, puede observarse que en su mayoría se trata de un paisaje eminentemente agrícola y ganadero, por lo que dichas actuaciones quedarían perfectamente integradas en él.

Socialmente, mantener los estándares de tecnificación actuales no permitiría a los agricultores ni aumentar los rendimientos de sus cultivos ni diversificar las explotaciones.

4.3.2 Alternativas 1 y 2

En el caso de realizarse la modernización con cualquiera de las alternativas planteadas, uno de los efectos inmediatos que podrán apreciarse será la disminución de pérdidas de agua gracias a la red de tuberías, pudiéndose emplear mejores sistemas de riego y optimizándose los consumos gracias a la automatización.

Técnicamente, la Alternativa 1 es mejor y más sencilla, ya que sólo se construye una balsa con una captación, evitando tener que realizar unas nuevas tomas de captación y salida en el Lagunazo del Moncayuelo.

Económicamente, la Alternativa 1 resulta más barata, más concretamente 77 €/Ha.

Ambientalmente, la diferencia decisiva se encuentra en que, la Alternativa 2 propone realizar nuevas tomas en el Lagunazo del Moncayuelo, el cual está incluido en la Red Natura 2000 como ZEPA ES0000289, Lagunas y Carrizales de las Cinco Villas, además de ser encontrarse contemplado como Humedal Singular de Aragón. Por lo que la obra

necesaria para la construcción de las tomas podría suponer un perjuicio para su flora y fauna.

Socialmente, llevar a cabo la modernización, permitiría a los agricultores obtener mejores rendimientos de sus cultivos y además poder diversificarlos, lo que fomentaría el sector agrícola en la zona, favoreciendo el desarrollo del medio rural.

4.4 JUSTIFICACIÓN DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA

Teniendo en cuenta el análisis multicriterio del apartado anterior, se muestra a continuación una matriz donde se ha valorado cada alternativa de 0 a 2 (de peor a mejor) en función de los distintos criterios.

Matriz valoración alternativas Zona 1.

	Alternativa 0	Alternativa 1	Alternativa 2
Criterio técnico	0	2	1
Criterio económico	2	2	1
Criterio ambiental	0	2	0
Criterio social	0	2	2
TOTAL	**2**	**8**	**4**

Tal y como se observa en los resultados de la matriz la **Alternativa 1** es la mejor valorada. En resumen, se trata de la más sencilla técnicamente debido al menor número de tomas necesarias, es la más económica (valorando en precio por hectárea) y la que ambientalmente menor impacto causa en el medio.

5 INVENTARIO AMBIENTAL

5.1 MARCO GEOGRÁFICO

En primer lugar, se describe el estado actual del lugar donde se va a llevar a cabo las actuaciones en cuanto a la ocupación del suelo. La zona de actuación constituye un área fuertemente antropizada por el desarrollo histórico de explotaciones agrícolas de regadío (principalmente de tipo cereal y pastizal).

La zona regable, perteneciente a la Comunidad de Regantes nº V de las Bardenas (CR-V), se encuadra en la provincia de Zaragoza y, concretamente, en los términos municipales de Ejea de los Caballeros, Biota y Sábada. Dicha superficie abarca parte de la cuenca del Arba, el río Riguel, afluente del río Arba, divide longitudinalmente la CR-V y actúa como principal colector de los retornos.

En la actualidad, en gran parte de la superficie regable emplean el sistema de riego tradicional a manta. Este método conlleva grandes consumos de agua y bajas eficiencias en la aplicación y el transporte (acequias y canalizaciones abiertas).

A continuación, en cumplimiento de la ley 21/2013, en los siguientes apartados se realiza una descripción, censo, inventario y cuantificación, incluyendo cartografía, en su caso, de los procesos e interacciones ecológicas o ambientales claves que puedan verse afectadas por el proyecto.

5.2 CLIMA

El clima en la zona de Bardenas es mediterráneo continental, con escasas precipitaciones, veranos calurosos y secos, interrumpidos por fuertes tormentas, e inviernos fríos azotados por el viento de NO, llamado cierzo.

En los siguientes puntos se resumen algunas de las variables climáticas de la zona a modernizar, las series de datos empleada pertenecen a la estación agroclimática de “El Bayo” (UTM X: 644.635 m Y: 4.670.770 m; Huso 30) de la red del Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR) del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. El periodo analizado corresponde al 2005-2021.

5.2.1 Temperatura

La evolución anual de la temperatura pone de manifiesto los rasgos continentales de la zona, con inviernos y veranos de larga duración separados por una primavera y un otoño más cortos. El frío invernal y el fuerte calor estival prevalecen durante gran parte del año, reflejo de la gran inercia térmica que domina en las zonas interiores.

El periodo frío (que según el criterio de Emberger comprende aquellos meses en los que la media de las mínimas sea menor de 7 ºC) transcurre desde el mes de octubre al mes de mayo y el periodo cálido (meses con media de máximas superior a 30 ºC) comprende los meses de junio,

julio, agosto y septiembre. Las heladas pueden llegar hasta finales de abril, afectando a diferentes cultivos. El mes más cálido es julio, con valores de 23ºC, seguido de agosto con 22,6ºC. Por el contrario, diciembre es el más frío, con una temperatura media cercana de 5,3ºC. Ello supone una oscilación media anual de 18ºC. El rango de temperaturas medias extremas es de 41ºC y la oscilación máxima absoluta alcanza los 49ºC.

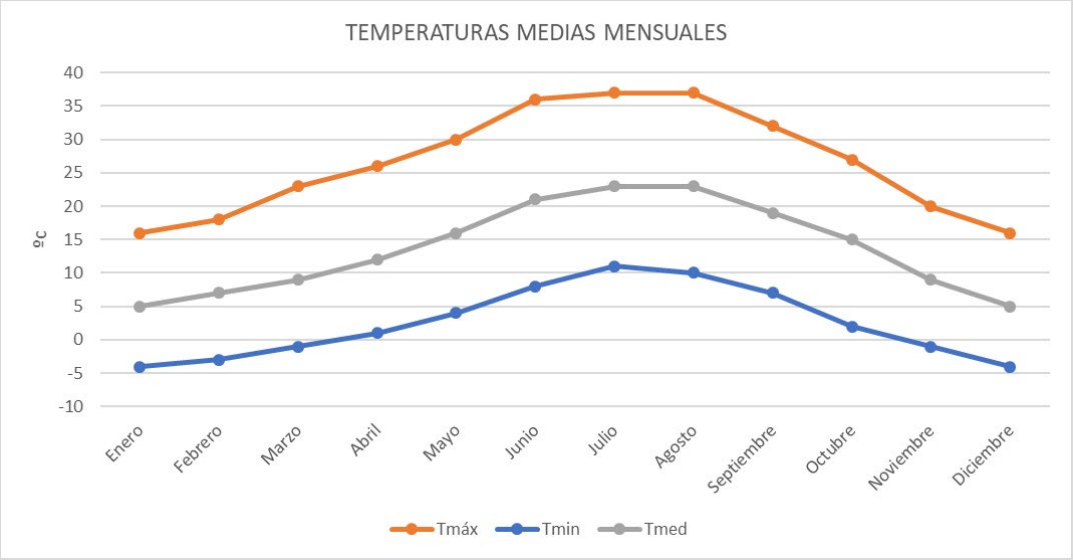


Figura 16. **Temperaturas Medias Mensuales (Fuente: SIAR)**

5.2.2 Humedad

La atmósfera de la zona es seca en verano, con una humedad relativa media del 56% en julio. Este valor alcanza el 85% en diciembre. La humedad relativa media anual es del 70 %.

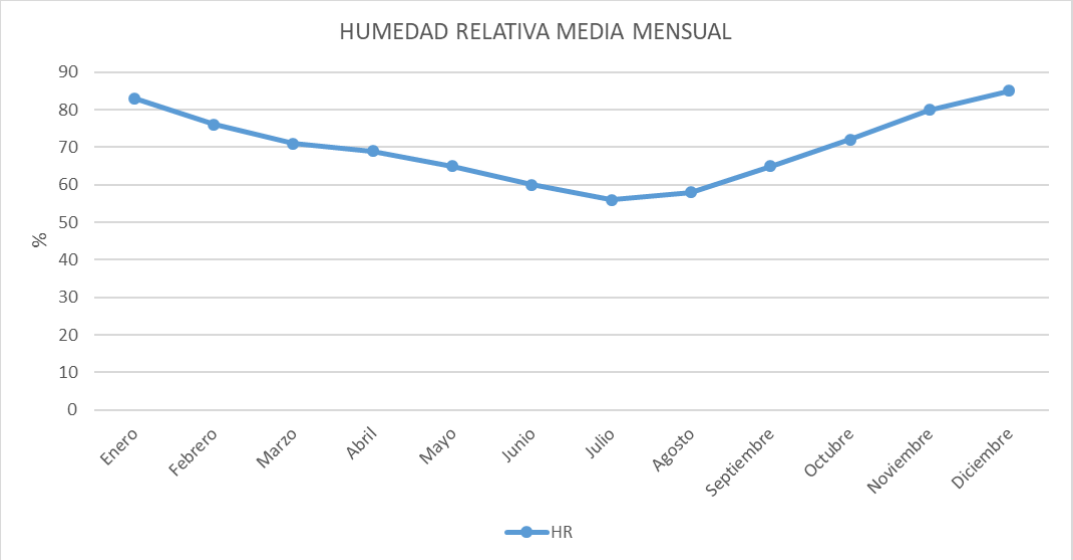


Figura 17. **Humedad Relativa Media Mensual (Fuente: SIAR)**

5.2.3 Precipitación

Bardenas se encuentra en una zona de sombra de lluvia, por efecto "foehn" de las masas de aire atlántico que abordan el Pirineo desde el norte. Esto hace que el aire que alcanza la depresión del Ebro sea cálido, tenga escasa humedad relativa y en consecuencia vea muy reducidas las posibilidades de precipitación. Por el contrario, es alta la capacidad evaporante que induce un fuerte estrés veraniego a la vegetación. En verano, las precipitaciones convectivas muy localizadas pueden tener fuerte intensidad y corta duración, en compañía de granizo, derivadas de nubes de evolución vertical diurna. El valor medio anual (2005-2021) es de 397 mm. Abril es el mes con mayor pluviometría, con una media de 51 mm. El mes menos lluvioso es agosto con una precipitación media de 16 mm. Hay que señalar que las tormentas estivales tienen distribución errática en el tiempo y el espacio, pudiendo incrementar significativamente el total anual. Según la clasificación bioclimática UNESCO-FAO, este clima se encuadra dentro del tipo xérico mediterráneo, subtipo mediterráneo atenuado.

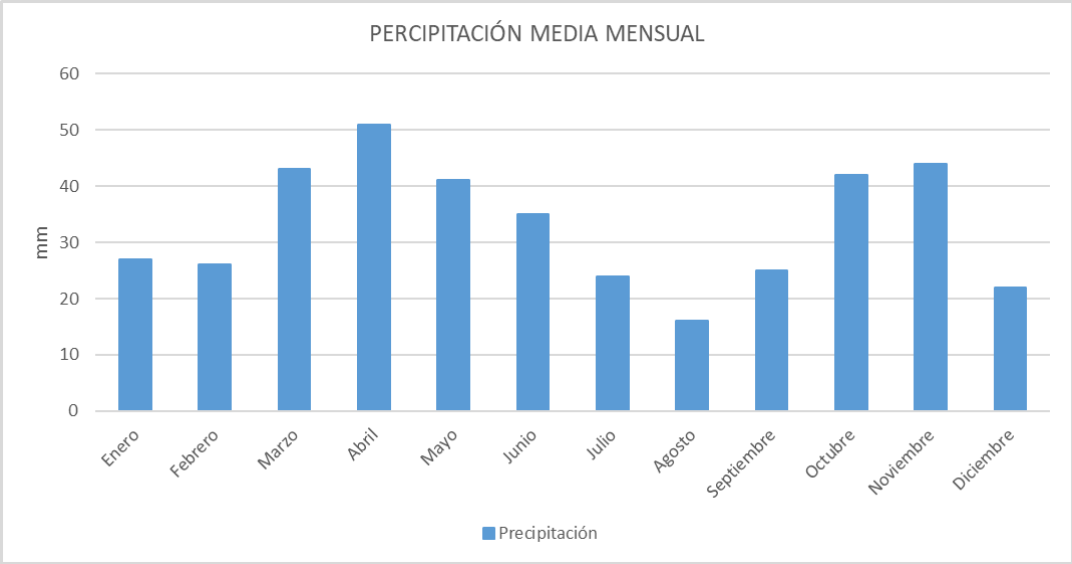


Figura 18. **Precipitación Media Mensual (Fuente: SIAR)**

5.2.4 Viento

El cierzo es muy frecuente, sobre todo en primavera y otoño. La velocidad media del viento es de 3,8 m/s, con una máxima de 4,4 m/s en marzo. Elimina los sistemas nubosos y hace caer espectacularmente la humedad relativa. Su acción desecante es muy intensa, al potenciar la evapotranspiración.

5.2.5 Radiación y evapotranspiración

En referencia a los registros de la estación agronómica sobre la radiación y las tasas de evapotranspiración medias mensuales, como cabe esperar ambos factores se encuentran íntimamente relacionados, dado que a mayor intensidad de radiación y más horas de sol, mayores tasas de evapotranspiración. En este caso, los datos muestran los valores más altos en

agosto, y los mínimos durante enero y diciembre. La media anual de radiación es de 16,3 MJ/m^2 y la de evapotranspiración de 111,2 mm.

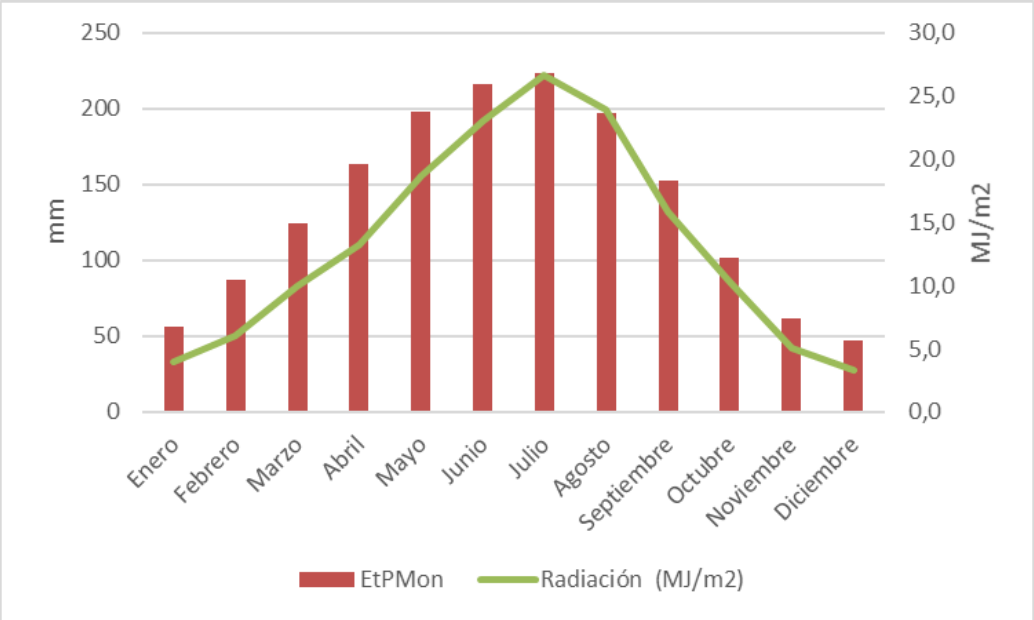


Figura 19. **Radiación y evapotranspiración media mensual.**

5.3 CALIDAD ATMOSFÉRICA

A nivel estatal, la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, es actualmente la legislación básica estatal en materia de evaluación y gestión de la calidad del aire.

Por su parte, la Unión Europea ha ido publicando un conjunto de Directivas cuyo objetivo principal es tomar las medidas necesarias para mantener una buena calidad del aire ambiente o mejorarla donde sea necesario. La Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de junio de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa, supone la revisión, a la luz de los últimos avances científicos y sanitarios, y de la experiencia de los Estados miembros, de la normativa europea mencionada, incorporando las Directivas 96/62/CE, 99/30/CE, 2000/69/CE y 2002/3/CE, así como la Decisión 97/101/CE, con el fin de ofrecer mayor simplificación y eficacia normativa para el cumplimiento de los objetivos de mejora de la calidad del aire ambiente y considerando los objetivos del sexto programa de acción comunitario en materia de medio ambiente aprobado mediante la Decisión nº 1600/2002/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de julio de 2002.

La Directiva 2008/50/CE, fue transpuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire, el cual desarrolla la Ley 34/2007, de 9 de julio, en los temas relativos a calidad del aire y simplifica la normativa nacional en dicha materia. Entre las novedades que introduce el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, cabe destacar el establecimiento de requisitos de medida y límites para las partículas de tamaño inferior a 2,5 µm (PM2,5), la obligación de realizar mediciones de las concentraciones

de amoniaco en localizaciones de tráfico y fondo rural y la definición de los puntos en los que deben tomarse las medidas de las sustancias precursoras del ozono y su técnica de captación.

La Dirección General de Cambio Climático y Educación Ambiental perteneciente al Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, es el órgano competente para la gestión de la Red de Calidad (RCGA) que permite registrar los niveles de concentración de los principales contaminantes atmosféricos en la Comunidad Autónoma de Aragón. La configuración actual de la RCGA es el resultado del estudio de zonificación llevado a cabo en el año 2001 y revisado en 2012, quedando dividido el territorio en cinco zonas: Pirineos, Valle del Ebro, Bajo Aragón, Cordillera Ibérica y Aragón sin aglomeraciones.

La determinación de las distintas zonas de calidad del aire se realizó mediante la siguiente metodología:

- Estudio de la serie histórica de datos.
- Estudio de representatividad territorial de las estaciones, según:
    - Comparación de resultados entre las distintas estaciones.
    - Factores meteorológicos.
    - Características topográficas del territorio.

La RCGA cuenta con catorce estaciones de control, la más próxima al área de estudio se encuentra a más de 50 km, por lo que no se dispone de datos observados representativos de la calidad del aire en la zona.

A continuación, se muestra los mapas de zonificación de la Comunidad Autónoma de Aragón para los distintos contaminantes atmosféricos:

- Zonificación para dióxido de azufre (SO2), óxidos de nitrógeno (NOx), partículas (PM10 y PM2,5), y ozono. Se han establecido 5 zonas de calidad del aire diferentes, de acuerdo con sus características orográficas, de dispersión, así como sus focos emisores. La zona de estudio pertenece al área Valle del Ebro (azul).

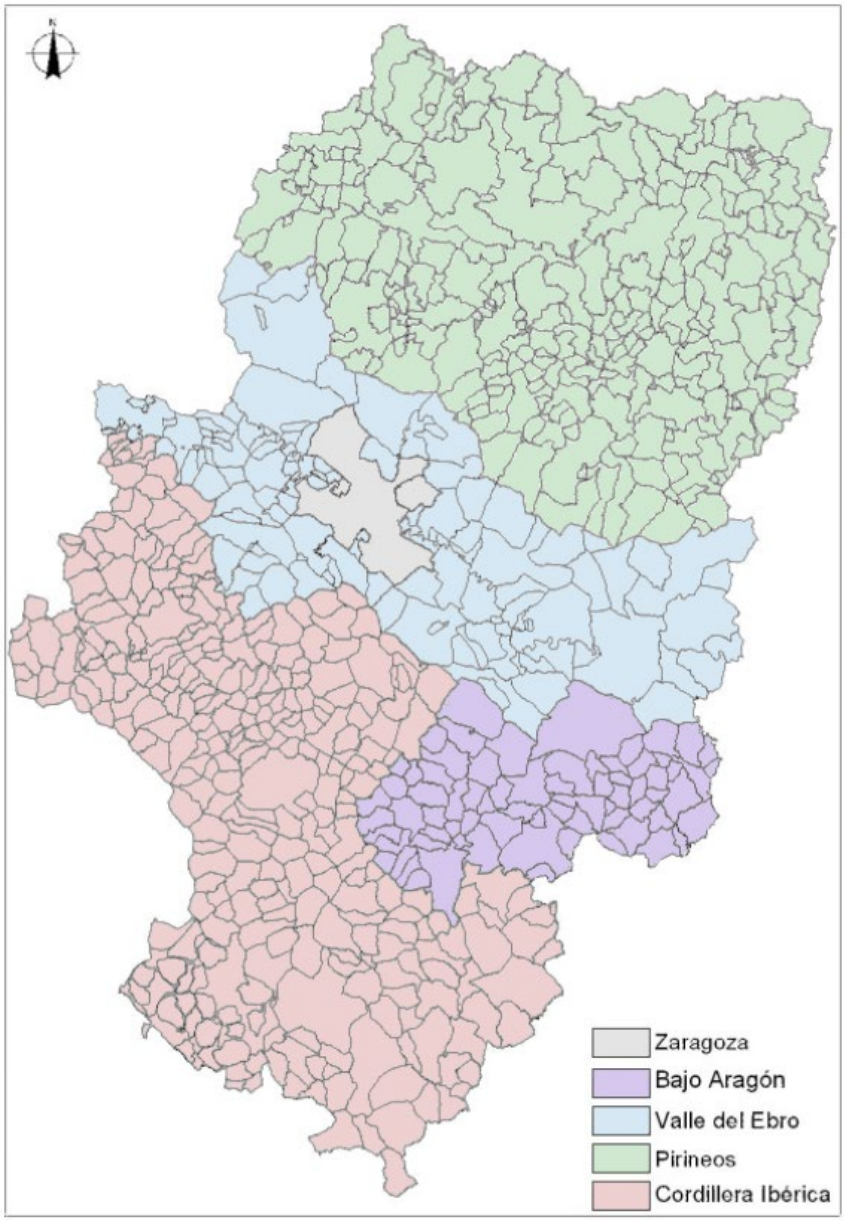


Figura 20. **Zonificación calidad del aire, Red de Calidad (RCGA)**

- Zonificación para monóxido de carbono (CO), benceno, metales pesados (cadmio, arsénico, plomo y níquel) e hidrocarburos aromáticos policíclicos. Se han establecido 2 zonas de calidad del aire diferentes, de forma que se diferencia entre aglomeración de Zaragoza y el resto de la Comunidad Autónoma con niveles potencialmente inferiores. La zona de estudio pertenece al área Aragón sin aglomeraciones.

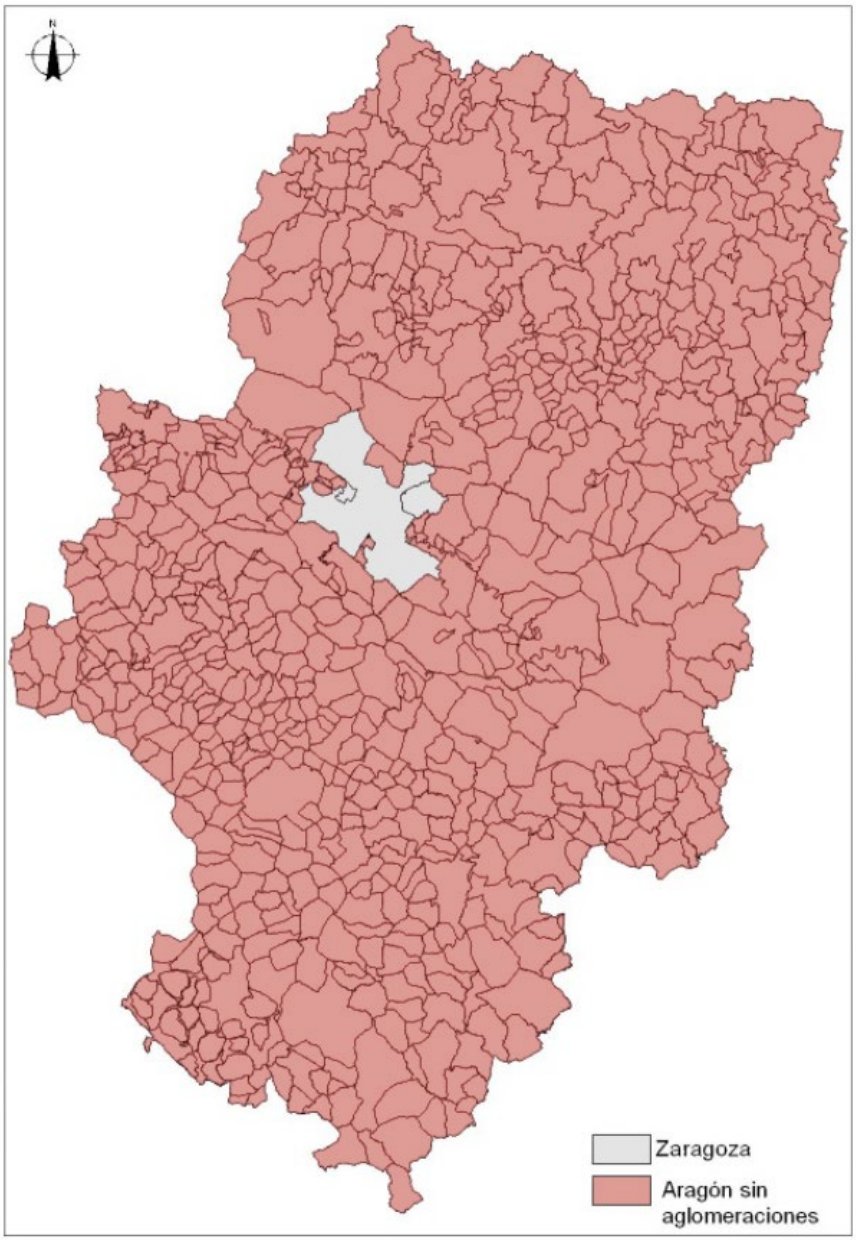


Figura 21. **Zonificación calidad del aire, Red de Calidad (RCGA)**

A continuación, se muestra la tabla que establece la relación de zonas de monitorización y contaminantes en Aragón.

Tabla nº 12. **Zonas de monitorización por contaminantes, Red de Calidad (RCGA)**

Código	Nombre de la zona	Estaciones	Red de control	Contaminante evaluado (*)	Tipo (**)	Población (habitantes)	Área (km²)
ES0201	PIRINEOS	Sariñena	RCGA	PM10	nonag	210.147	18.075,22
		Huesca		SO_2, NO_2, NO_X, PM10, PM2.5 y O_3	nonag		
		Monzón		SO_2, NO_2, NO_X PM10, PM2.5 y O_3	nonag		
		(1)Torrelisa		SO_2, NO_2, NO_X, y O_3	nonag		
ES0202	VALLE EBRO	Escatrón	CCC Escatrón	O3	nonag	220.938	10.633,75
		Castelnou	CCC Castelnou	O3	nonag		
		Bujaraloz	RCGA	SO_2, NO_2, NO_X y O_3	nonag		
		Alagón		SO_2, NO_2, NO_X PM10, PM2.5 y O_3	nonag		
ES0203	BAJO ARAGÓN	La Cerollera	CT TERUEL	O3	nonag	56.537	4.385,90
		(1)Monagrega		SO_2, NO_2, NO_X PM10, PM2.5 y O_3	nonag		
		Alcañiz	RCGA	PM10	nonag		
ES0204	CORDILLERA IBÉRICA	Teruel	RCGA	SO_2, NO_2, NO_X PM10, PM2.5 y O_3	nonag	136.987	16.524,97
ES0206	ARAGÓN SIN AGLOMERACIONES	Alagón	RCGA	CO, metales, B(a)P, Pb, C_6H_6	nonag	677.037	1063,10

(1) NOX evaluación protección vegetación y ecosistemas (*)Metales (arsénico, cadmio y níquel) (**) Tipo de zona: nonag=no aglomeración

Por último, se incluye los resultados del Índice Diario de Calidad de Aire (IDCA) registrados en la estación Alagón (41.762073, -1.144798), la cual forma parte de la RCGA, para analizar la evolución de enero a diciembre del 2021. La estación ha sido seleccionada, bajo el criterio de proximidad al área de estudio y por encontrarse en la misma zonificación "Valle Ebro".

Tabla nº 13. **Índice Diario de Calidad de Aire, Estación Alagón (IDCA)**

Estación	Buena	Razonablemente buena	Regular	Desfavorable	Muy desfavorable	Extremadamente desfavorable
Alagón	26	299	19	21	0	0

Los datos muestran como el 89% de los días de 2021, se registra un índice diario bueno o razonablemente bueno. Siendo ocasionales las situaciones con índices catalogados como regular o desfavorable.

Cabe mencionar que la estación consultada pese a ser la más próxima, se localiza en pleno valle del Ebro y la distancia entre esta y la zona de actuación es de en torno a 60 km, por lo que los datos son meramente orientativos.

5.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

El factor ambiental incluido en el artículo 35 de la Ley 21/2013, es la geodiversidad. Según el Instituto Geológico y Minero de España, la geodiversidad es la diversidad geológica de un territorio, entendida como la variedad de rasgos geológicos presentes en un lugar, identificados tras considerar su frecuencia, distribución y cómo éstos ilustran la evolución geológica del mismo. En esta acepción el estudio de la geodiversidad se limita a analizar aspectos estrictamente geológicos, considerando la geomorfología como parte integrante de los mismos.

5.4.1 Geología

Se ha utilizado como información base la cartografía publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (hoja 1:50.000 de Ejea de los Caballeros, Sádaba, y Fustiñana, del Mapa Geológico de España).

Prácticamente la totalidad de la cuenca del río Arba se encuentra en el dominio geológico de la depresión del Ebro. Se trata de una cuenca clásica sin-tardiorogénica asociada a la orogénesis alpina donde la evolución de la sedimentación está estrechamente ligada al desarrollo de los acontecimientos tectónicos.

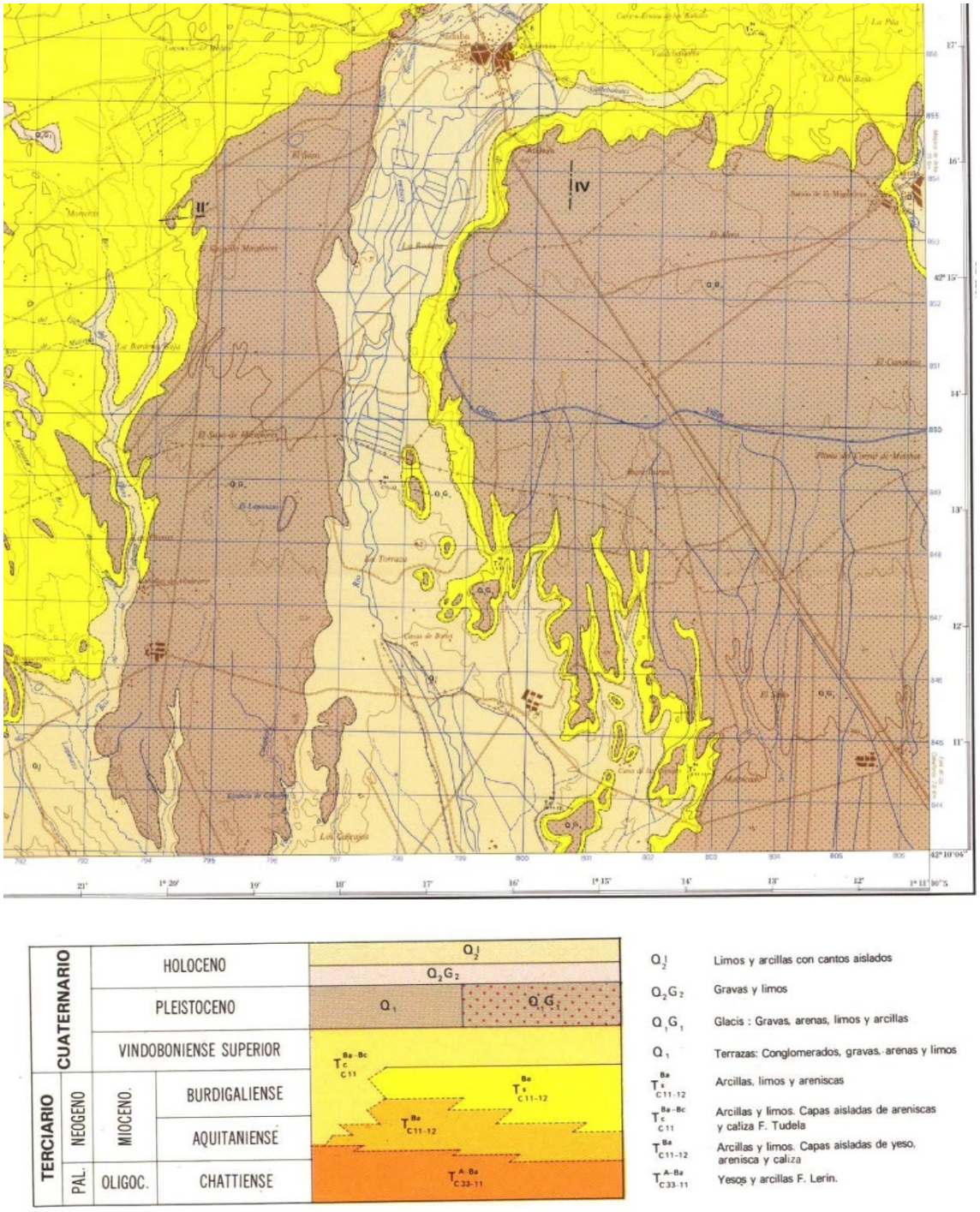


Figura 22. **Cartografía publicada por el Instituto Geológico y Minero de España (hoja 1:50.000 de Ejea de los Caballeros, Sádaba, y Fustiñana, del Mapa Geológico de España**

El relleno de la cuenca del Arba, está formado por materiales marinos depositados durante el Eoceno, y por materiales continentales de edad Oligoceno y Mioceno. El aporte fue

fundamentalmente del Sur hasta el Oligoceno Superior, momento en el cual tuvo lugar la tercera fase del plegamiento pirenaico, que produjo un cambio en el sentido de los aportes (Norte).

Los sedimentos tienen carácter molásico en los bordes de la cuenca, pasando a facies lutíticas hacia el centro de la misma, donde se pueden encontrar unidades carbonatadas y evaporíticas. Existe una secuencia de ambientes fluviales anastomosados y meandriformes, hasta los depósitos lacustres del centro de la cuenca.

Los materiales de mayor importancia para este trabajo son los que ocupan la cuenca media y baja del Arba, área donde, tradicionalmente, se ha desarrollado la agricultura de regadío a manta.

El Mioceno de la zona más septentrional (correspondientes a las hojas 1:50.000 de Sádaba, Luna, Fustiñana, y Ejea de los Caballeros), constituye un tramo lutítico con presencia de niveles de arenisca, que son más abundantes hacia el techo. Estos niveles de arenisca están relacionados con paleocanales que presentan base erosiva, gronoclasificación decrecientes y estratificaciones cruzadas. Básicamente presentan una matriz de cuarzo y cemento carbonatado cálcico.

Hacia el Sur los niveles de arenisca van perdiendo potencia, y comienzan a aparecer bancos de calizas lacustres. Existen zonas de arcillas y limos más o menos calcáreos, de tonos rojizos y grises, con intercalaciones esporádicas de areniscas de grano fino poco cementadas y de limolitas.

La potencia de toda esta serie es variable dependiendo de la paleogeografía del medio sedimentario. Según sondeos petrolíferos de la zona, los espesores de los sedimentos terciarios pueden alcanzar los 2.700 metros.

Los materiales cuaternarios (glacis y aluviales), constituyen los principales niveles acuíferos de la zona, y se asientan sobre las arcillas, limos, y areniscas (“buro” en terminología local) de las formaciones terciarias, las cuales forman a su vez el sustrato impermeable en función del cual varía el espesor de la capa freática.

El desarrollo de los glacis se ha visto favorecido por la facilidad de los materiales terciarios a ser erosionados, y por la existencia de conglomerados en el borde Norte de la cuenca, que actúan como área fuente. Litológicamente están formados por cantos homométricos (calizas mesozoicas, y eocenas, y cuarcitas) angulosos y subredondeados englobados en matriz arcillosa, con tramos ocasionales de arcillas y limos intercalados en las gravas (“saso” en terminología local). Estas gravas pueden estar cementadas por carbonato cálcico formando pequeños bancos de conglomerados (“mallacan” en terminología local).

Los aluviales presentan dos tramos bien diferenciados, uno inferior en el que predominan las gravas, y otro superior formado por arcillas, limos, y arenas, que engloban cantos dispersos.

La Comunidad de regantes Nº V (CR-V), se sitúa sobre los glacis de Miraflores (50 Km2), al Oeste, y de Miralbueno (120 Km2.) al Este, separados ambos por el aluvial del Río Riguel. En las laderas, que separan los glacis de los aluviales, afloran los materiales lutíticos areniscosos del terciario continental.

5.4.2 Geomorfología

La casi totalidad de la zona de estudio está situada en una de las grandes unidades de relieve que componen el sector central de la Depresión del Ebro conocida por Somontano Pirenaico, aunque el extremo sur del polígono de la Comunidad de Riegos de Bardenas, corresponde al valle del Ebro propiamente dicho.

Es en este contexto geomorfológico donde se sitúa la zona de estudio, el norte está formado por llanuras fundamentalmente areniscosas, alternando con las areniscas modeladas en paleocanales, los cuales van desapareciendo hacia el sur de la zona. El resultado es una pérdida del carácter estructural, mantenida allí donde los bancos de areniscas son dominantes. Próximas a estas, aparecen cubetas excavadas sobre material margoso, y de carácter endorreico.

En la zona central, se encuentra la confluencia del río Arba y el Riguel conocida por depresión de las Cinco Villas, en ella predomina una litología margosa, cubierta de material detrítico fluvial modelado en terrazas y glacis.

En el Sur, cerca de Tauste, aparece el típico paisaje del centro de la depresión, constituido por colinas margo-yesíferas, incididas por barrancos que vierten hacia los ríos Arba y Ebro.

En general, la geomorfología original de la zona de estudio se encuentra enmascarada por las labores de cultivo, de tal forma que, en la actualidad, la superficie del terreno presenta un aspecto de “mosaico de campos”, en los que solo pequeños afloramientos del sustrato rocoso permiten desvelar la naturaleza del terreno. Esta antropización es resultado de las labores de nivelación asociadas a la actividad agrícola de la zona.

5.5 HIDROLOGÍA. MASAS DE AGUA

La zona objeto de modernización se localiza en la Depresión de las Cinco Villas y se encuentra incluida en el sistema Arbas. Los nacimientos de los ríos que componen el sistema tienen lugar en la Sierra de Santo Domingo a una altura de 1.200 m.

Según el Anejo 06 “*Sistemas de explotación y balances*” del Plan Hidrológico del tercer ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Ebro (PHE), el sistema Arbas ocupa una superficie de 2.204 Km^2 (el 2,5% del territorio de la cuenca del Ebro), y pertenece a las Comunidades Autónomas de Navarra y Aragón.

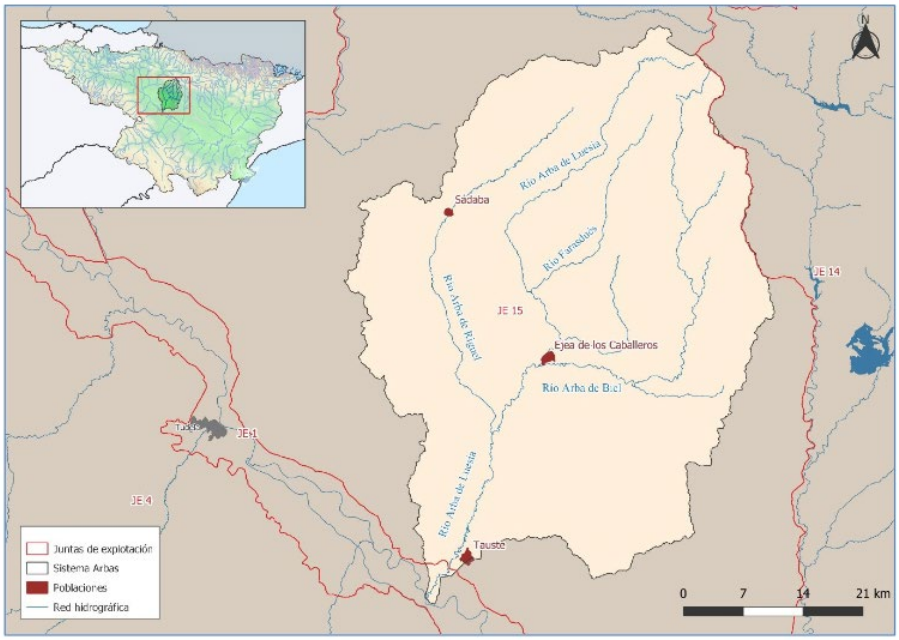


Figura 23. **Mapa del Sistema Arbas. (A06, PHE tercer ciclo)**

El promedio de recursos hídricos superficiales o aportaciones en régimen natural disponibles en el sistema son de 108 Hm^3/año, este valor se obtenido a partir de la serie corta del modelo SIMPA (1980/81-2017/18).

Respecto a las infraestructuras de regulación, el PHE del tercer ciclo indica que la única infraestructura de regulación considerada en este sistema es el embalse de San Bartolomé propiedad del Ayuntamiento de Ejea de los caballeros, con una capacidad útil de 3,97 Hm^3. Además, se localizan en la zona otras infraestructuras de regulación de menor entidad pero que tienen un elevado valor ambiental por servir de hábitat a comunidades piscícolas y aves acuáticas, como es la laguna del Moncayuelo.

En relación a la infraestructura de transporte, pese a no contar con elementos de transporte significativos propios, el sistema se encuentra atravesado por el Canal de Bardenas y por el Canal de Tauste. Sin embargo, dichas infraestructuras atienden demandas contempladas en el Sistema Ebro alto y medio y Aragón, origen de los recursos hídricos empleados.

El Canal de Bardenas nace en el embalse de Yesa y distribuye los recursos a través de las acequias principales de Navarra, Cinco Villas, Cascajos, Saso y Sora para cubrir las demandas agrícolas y urbanas. El embalse de Yesa del río Aragón, se localiza al norte de la provincia de Zaragoza y este de Navarra y tiene una capacidad útil de entre 396,1 - 303,1 Hm^3.

La unidad de demanda agraria a la que pertenece la zona a modernizar corresponde a *UDA40. Canal de Bardenas y Arbas [Alto Ebro]* y contempla las necesidades hídricas de los regadíos suministrados desde el Canal de Bardenas y sus derivaciones desde los ríos Arbas. Según el PHE, la superficie regable total es de 76.264 ha y la demanda agraria se establece entorno a los 696 Hm^3/año.

Por lo que se identifican dos sistemas interrelacionados, uno como cedente de recurso (sistema Ebro alto y medio y Aragón) y otro como receptor (sistema Arbas). A continuación, se describen las masas de agua superficiales y subterráneas identificadas en el entorno de la actuación.

5.5.1 Masas Superficiales

Las masas superficiales afectadas por las actividades agrarias que se desarrollan en la actualidad, de acuerdo con el código establecido en el Plan Hidrológico del tercer ciclo de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, son:

- **ES091MSPF417**: Río Aragón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.
  - Categoría río.
  - Naturaleza: Natural
  - Nombre Ecotipo: Ejes mediterráneo-continentales poco mineralizado.
  - Sistema de Explotación: Ebro alto y medio y Aragón.
  - Longitud: 12,55 km

- **ES091MSPF105:** Río Arba de Riguel desde la población de Sábada (paso del canal con río Riguel antes del pueblo) hasta su desembocadura en el río Arba de Luesia.
  - Categoría: Río
  - Naturaleza: Natural
  - Nombre Ecotipo: Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
  - Sistema de Explotación: Arbas
  - Longitud: 33,48 km

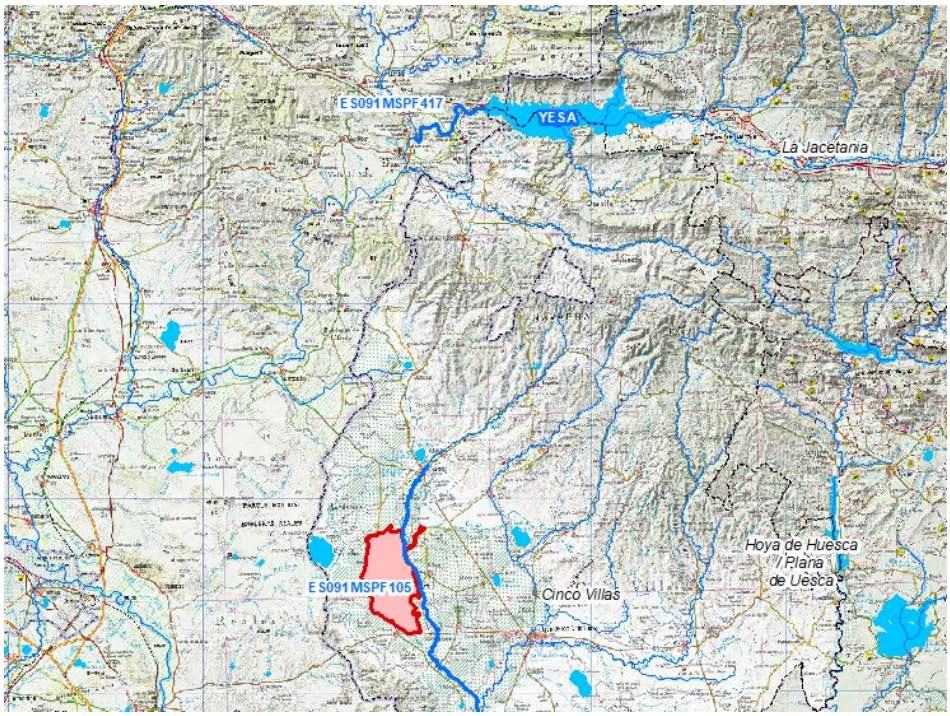


Figura 24. **Ubicación masas superficiales (ES091MSPF417, ES091MSPF105, AZUL) y superficie objeto del proyecto (ROJO).**

En la siguiente tabla se resume el estado/potencial ecológico de las masas nombradas. Además, se ha añadido la masa Río Arba de Luesia desde el río Arba de Biel (final del tramo canalizado) hasta el río Arba de Riguel (104) situadas aguas abajo del Canal de Bardenas, no cumple los objetivos ambientales y se prorroga su cumplimiento hasta 2027.

- **ES091MSPF104:** Río Arba de Luesia desde el río Arba de Biel (final del tramo canalizado) hasta el río Arba de Riguel.
    - Categoría: Río
    - Naturaleza: Natural
    - Nombre Ecotipo: Ríos mineralizados de baja montaña mediterránea
    - Sistema de Explotación: Arbas
    - Longitud: 14,87 km

Tabla nº 14. **Estado y objetivos medioambientales (OMA) de las masas superficiales localizadas en el entorno del proyecto (Anejo 09, PHE)**

EUMASCod	Nombre	Categoría	Naturaleza	Tipología	Estado Global PHDE 2016	Elementos de calidad biológica	Elementos de calidad físico-químicos	Elementos de calidad hidromorfológicos	Estado/potencial ecológico	Estado químico	Estado global	OMA PH 2021-2027
ES091MSPF417	Río Argón desde la Presa de Yesa hasta el río Irati.	Río	Natural	R-T15	B	B	B		B		B	2021
ES091MSPF104	Río Arba de Luesia desde el río Arba de Biel (final del tramo canalizado) hasta el río Arba de Riguel.	Río	Natural	R-T09	NO	Mo	B	B	Mo		NO	2027
ES091MSPF105	Río Arba de Riguel desde la población de Sábada (paso del canal con río Riguel antes del pueblo) hasta su desembocadura en el río Arba de Luesia.	Río	Natural	R-T10	B	B	Mo	B	Mo		NO	2027

(Nota: B: Buen estado, NO: no alcanza el buen estado; y Mo: Moderado)

Mediante la actuación proyectada se prevé sustituir el sistema de distribución actual, canales y acequias, por redes de distribución presurizada, lo que supone una reducción de las pérdidas por infraestructura y un consecuente aumento de la eficiencia del sistema. Además, la transformación del método de riego por gravedad a riego por aspersión también contribuirá a aumentar la eficiencia del sistema y a la reducción de los retornos y los lixiviados.

5.5.2 Masas Subterráneas

La superficie a modernizar se encuentra sobre la Unidad Hidrogeológica Arbas, según el Anejo 01. "*Masas de agua. Caracterización adicional*", esta masa subterránea se localiza en el sector central de la cuenca hidrográfica del Ebro, dentro del Dominio de la Depresión del Ebro. Toda su superficie pertenece a la cuenca del Arba, tributario por la margen izquierda del Ebro en su tramo medio, repartida entre los ríos Arba de Riguel, Arba de Luesia y Arba de Biel.

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, se trata de una zona fundamentalmente agrícola donde domina el regadío de extensivos abastecidos por el Canal de Bardenas y tiene una extensión total de 390 Km^2.

Figura 25. **Mapa de localización de la masa subterránea Arbas (Anejo 01b, PHE tercer ciclo)**

Respecto a las características hidrogeológicas, el PHE indica, que la masa engloba una amplia extensión de depósitos cuaternarios situados al sur de la Sierra de Santo domingo, que se

depositan sobre formaciones detríticas del Mioceno, del relleno de la Depresión del Ebro. Como ya se ha especificado en el apartado de geología y geomorfología, las principales formaciones cuaternarias corresponden a los depósitos de glacis denominados localmente "sasos" formados por la denudación de los resaltes Oligocenos que afloran al norte de la masa de agua, y los depósitos aluviales y terrazas asociados a los principales ríos.

- Los Glacis (Pleistoceno-Holoceno) están constituidos por cantos de calizas y cuarcitas en matriz arcillosa, con tramos de arcillas y limos e intercalación de gravas que pueden presentarse cementadas por carbonatos formando costras duras petrocálcico (B_{km}) denominadas localmente "mallacán". Se pueden diferenciar dos glacis de gran extensión independizados por los aluviales del río Arba de Riguel: el saso de Mirabueno al oeste de 120 Km^2 (sobre el que se sitúa la zona a modernizar) y el saso de Miraflores de 50 Km^2 al este. Estos depósitos presentan geometrías tabulares de pendiente suave (1-4º) y dirección sur, desconectadas de los aluviales por los afloramientos terciarios de lutitas y areniscas. Su potencia depende de la geomorfología de sustrato terciario con un decrecimiento de norte a sur, y espesores que pueden llegar a alcanzar 20-30 m al norte y hasta 2 m al sur en el saso de Mirabueno y menores potencias en el saso de Miraflores.
- Los depósitos aluviales (Pleistoceno-Holoceno) se componen de gravas, arenas, limos y arcillas, con importantes cambios laterales de facies. Engloba el cauce actual, la llanura de inundación y terrazas de los principales ríos con espesores medios de 2 a 10 m, alcanzando de forma puntual más de 20m. Estas formaciones presentan dos tramos diferenciados, uno interior en el dominan las gravas y otro superior formado por arcillas, limos y arenas. Es común en las terrazas más antiguas la presencia de costras calcáreas de 1,5 a 2 m de espesor.

Los límites hidrogeológicos de esta masa de agua se encuentran definidos por los materiales terciarios impermeables topográficamente más elevados sobre los que se sitúa en algunos sectores los depósitos de glacis y piedemonte. Por lo que la dirección de flujo de los glacis presenta una clara componente de norte a sur, donde el gradiente disminuye suavemente siguiendo esa misma dirección (Causapé, 2002), encontrándose el oeste, este y norte cerrado por su naturaleza impermeable. En los aluviales la dirección del flujo del agua subterránea coincide a grandes rasgos con la del agua superficial.

Respecto al funcionamiento hidrogeológico, el PHE indica que la principal recarga de esta masa de agua corresponde a la infiltración de los retornos de riego, y en menor medida a la infiltración del agua de lluvia y de las escorrentías laterales. Por otro lado, la descarga se realiza a través de manantiales situados en los contactos con los terciarios de baja permeabilidad y por drenajes difusos al río Arba.

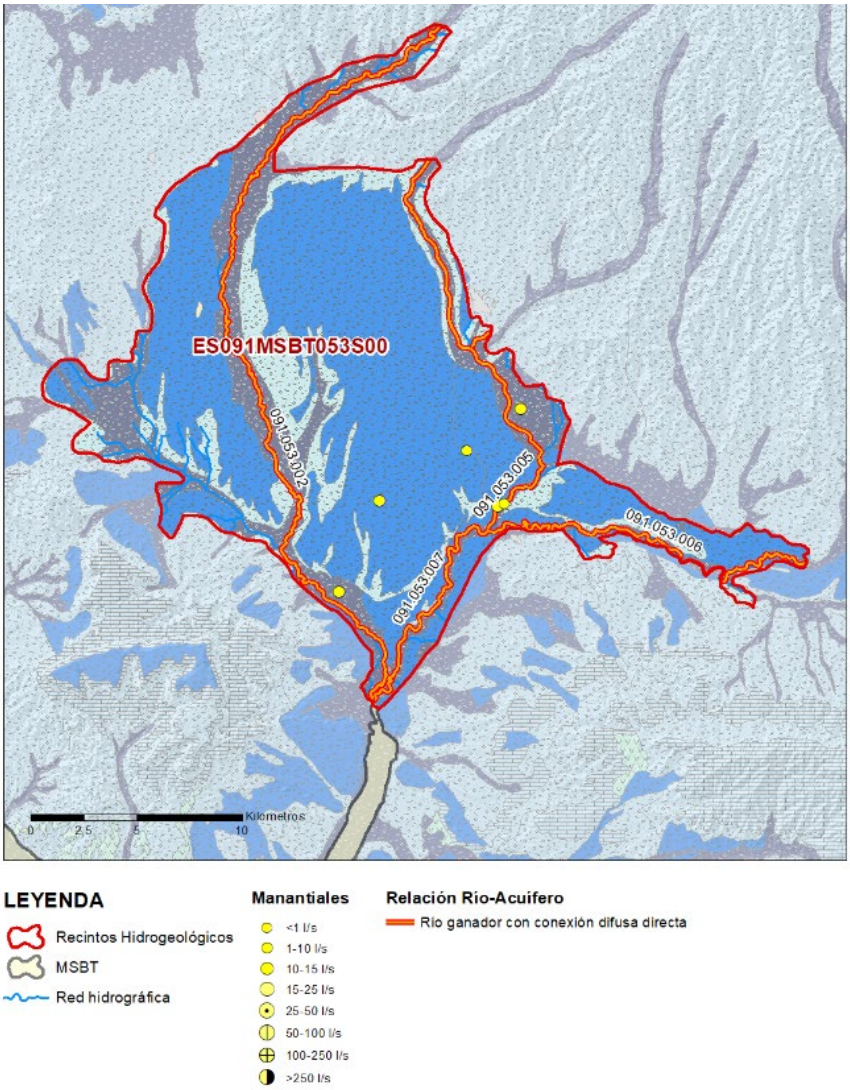


Figura 26. **Relación río/acuífero: ES091MSBT053-ARBAS (Anejo 01.b, PHE tercer ciclo).**

Gran parte de estas formaciones cuaternarias se encuentran cubiertas por regadíos del Canal de Bardenas, que mantiene como principal sistema de riego, el riego por inundación o a manta. Este sistema de baja eficiencia, unido con la alta permeabilidad de estas formaciones acuíferas favorece la entrada de un gran volumen de agua durante la estación de riego. De este modo la piezometría queda condicionada por los retornos de riego presentando oscilaciones cíclicas de ascensos entre marzo y septiembre y valores mínimos en invierno.

En relación a las presiones e impactos analizados por el PHE, dentro de esta masa no se identifica como presión significativa la extracción de agua. Respecto a alteración cualitativa del recurso subterráneo, esta masa se encuentra en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales (DMA) por contaminación difusa. Se identifica como presión difusa significativa la agricultura y la carga ganadera, con un impacto comprobado de contaminación por nutrientes y un impacto comprobado de disminución de la calidad del agua superficial asociada. El contaminante de riesgo asociado a esta contaminación corresponde al nitrato con

concentraciones que varían en un rango de 3,9 mg/L a 144 mg/L con un promedio para todos los puntos de la red de control de 41 mg/L (2004-2019).

En la siguiente tabla se puede observar como el Anejo 09 *Estado, Objetivos Medioambientales y Exenciones*, del PHE, establece que la masa subterránea de Arbas se encuentra en mal estado global a causa del mal estado químico por contaminación de nutrientes (nitratos) y por la existencia de transferencia de nutrientes a las masas superficiales ES091MSPF105 y ES091MSPF106.

Tabla nº 15. **Estado global de la masa subterránea de Arbas (Anejo 09, PHE del tercer ciclo)**

Código masa	Nombre	ESTADO CUANTITATIVO	ESTADO QUÍMICO	ESTADO GLOBAL
ES091MSBT053	Arbas	**Buen estado**	**Mal estado**	**Mal estado**

En el año 2020 el Área de Calidad de Aguas de la CHE elaboró el informe sobre la situación y evolución de la contaminación difusa de origen agrario correspondiente al periodo 2016-2019. Para la delimitación de las aguas afectadas se emplearon los datos analíticos de las redes de control de aguas superficiales y subterráneas de la CHE, y las redes de control de aguas subterráneas de las Comunidades Autónomas de País Vasco, La Rioja, Navarra y Cataluña.

A continuación, se muestra la figura resultante de la valoración de la afección de los nitratos en la masa subterránea Arbas para el periodo 2016-2019.

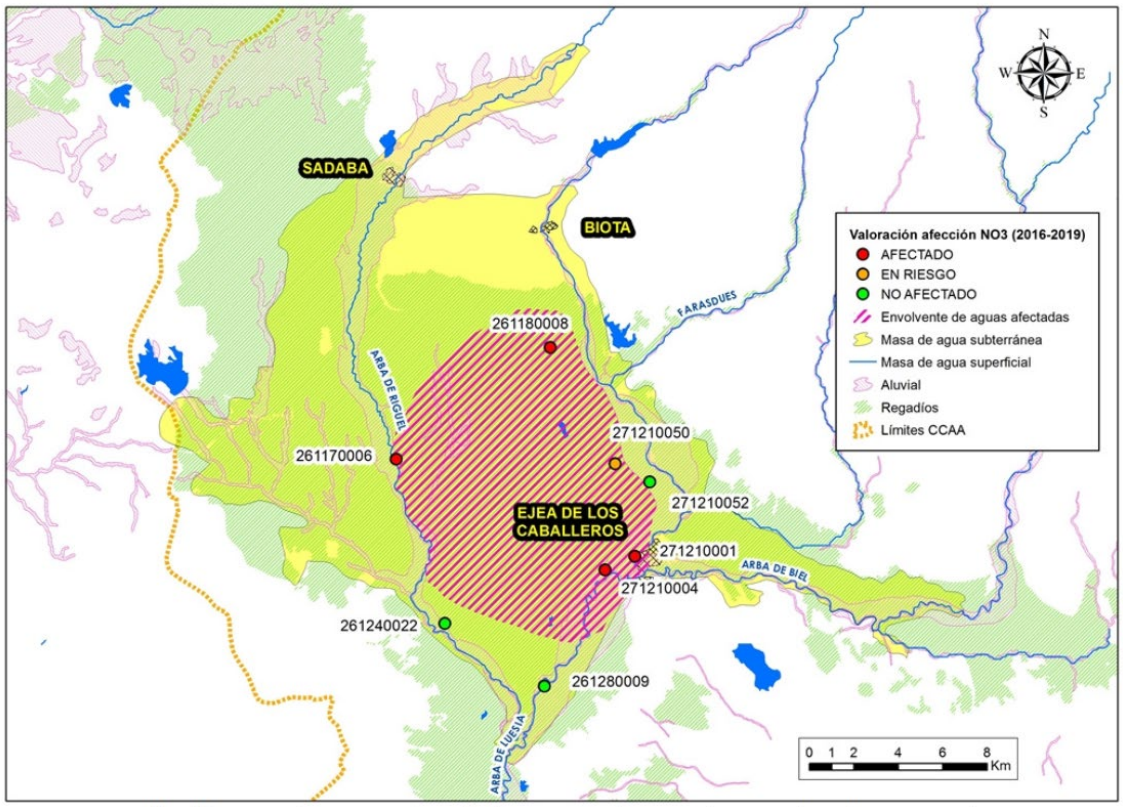


Figura 27. **Valoración de la afección NO3 (2016-2019) y localización de los puntos de muestreo, Masa de agua subterránea 053 – Arbas. (Anejo I del Informe sobre la determinación de las aguas afectadas o en riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario.)**

5.5.3 Balance de entradas y salidas de agua antes del proyecto

En la actualidad, el funcionamiento hídrico de los sectores XVIII y XIX de la CR-V se resume en la siguiente figura.

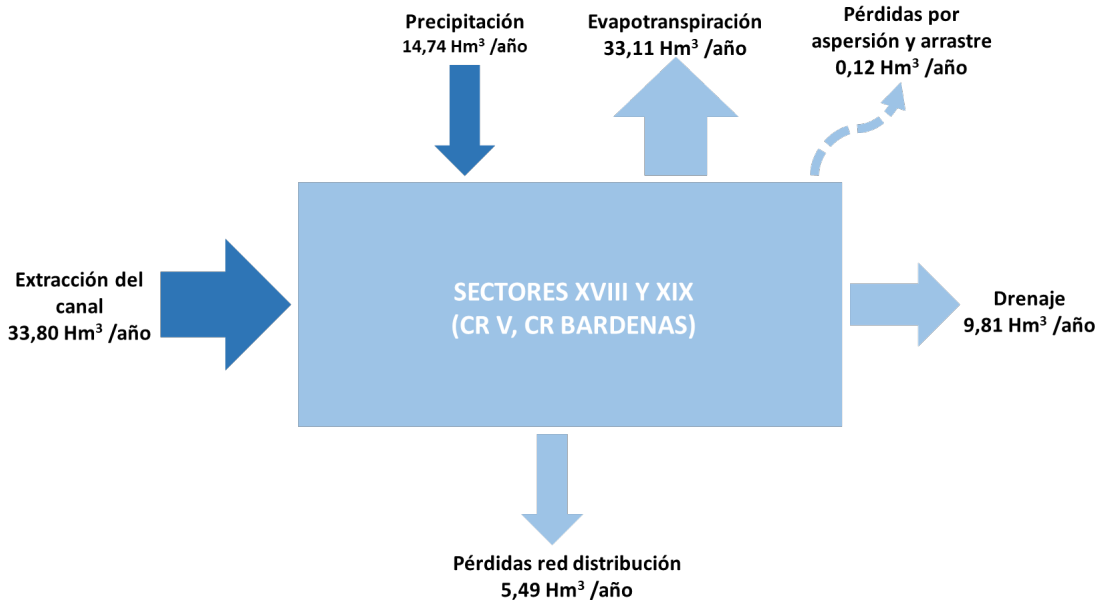


Figura 28. **Balance anual de entradas y salidas de agua antes del proyecto.**

El uso medio registrado como extracciones del canal en los últimos 15 años arrojan una media de 33,80 Hm^3 para el abastecimiento a la zona regable, de los cuales se desaprovecha un volumen anual estimado en 5,49 Hm^3 por las pérdidas que sufre la red de distribución. Esta circunstancia limita la disponibilidad media para riego a 28,3 Hm^3. De los volúmenes de riego aplicados, una proporción considerable (34,65%), infiltra bajo la zona radicular, y no puede aprovecharse por el cultivo. Estos volúmenes de drenaje contribuyen a la recarga, con 9,81 Hm^3 anuales, del acuífero detrítico sobre el que se asienta el regadío.

Una vez ejecutado el proyecto, el funcionamiento en el área analizada se modificará principalmente los retornos de riego, situación que se detalla más adelante en el apartado 6.4.2.

5.5.4 Contaminación difusa por nitratos

La aproximación al flujo de nitrógeno se ha realizado en función de los datos disponibles de concentración de nitratos en el acuífero que recibe los retornos de la zona regable, encuadrado en la masa de agua subterránea Arbas (ES091MSBT053). La adopción de este enfoque obedece a que los balances teóricos utilizados, obtenidos a partir de niveles típicos de fertilización, no

explican las altas concentraciones de nitratos observadas en las aguas subterráneas. Estas concentraciones se sitúan en torno a 97 mg/l según las mediciones realizadas en pozos de la zona regable en diciembre de 2022, resultados que concuerdan con datos de otros sectores de glacis en la misma masa de agua, receptores también de retornos del regadío.

Dada la elevada transmisividad y la escasa potencia del acuífero en la zona regable, que propician una alta tasa de renovación, y dado que la recarga se produce casi exclusivamente por los retornos del regadío (considerando la infiltración de lluvia englobada en los mismos), las concentraciones medias de nitratos en el agua infiltrada deben ser sensiblemente similares a las observadas en las aguas subterráneas de la zona. Cualquier cambio en los inputs de nitrógeno del regadío debe equilibrarse, a corto plazo (< 2 años), con las concentraciones observadas en el acuífero.

Partiendo de esta premisa empírica, puede estimarse la exportación actual de nitratos de la zona regable considerando el volumen de drenaje obtenido en el balance hídrico (9,81 Hm^3) y la concentración de referencia (97,76 mg/l), lo que arroja una masa total exportada anualmente de 959,49 t.

Esta masa de nitratos ingresa inicialmente en el acuífero detrítico para incorporarse de forma rápida a los drenajes de la zona regable, desde donde se vierte al Barranco de Valareña que desemboca en río Arba de Riguel (ES091MSPF105), afluente a su vez de Arba de Luesia (ES091MSPF106).

En la siguiente tabla se describe la situación actual estimada en lo referente a la contaminación difusa por nitratos:

Tabla nº 15. **Estimación de la situación actual de contaminación difusa por nitratos**

Parámetros principales (valores anuales medios)	Actual
Volumen infiltración (Hm^3)	9,81
Volumen pérdidas red distribución superficie (Hm^3)	5,49
Concentración nitratos lixiviado (mg/l)	97,76
Masa nitratos lixiviado (t)	959,49
Concentración de nitratos agua de riego red de distribución (mg/l)	1,95
Masa nitratos pérdidas red distribución superficie(t)	10,71
Masa nitratos efluente zona regable (t)	970,20
Volumen total (Hm^3) efluente	15,31
Concentración nitratos efluente (mg/l)	62,76
Concentración nitratos río aguas arriba del efluente (mg/l)	25,58
Volumen (Hm^3) río aguas arriba efluente	158,66
Volumen (Hm^3) río aguas abajo efluente	173,97
Masa total de nitratos en el río aguas arriba efluente (t)	4.058,52
Masa total de nitratos en el río aguas abajo del efluente (t)	5.028,72
Concentración de nitratos en el río aguas abajo del efluente (mg /l)	28,91

5.6 Suelo

Los suelos tienen el principal valor de albergar y generar vida, y en el caso del regadío como actividad productiva, que esa vida sea la de los cultivos. Sus características deben mantener su capacidad para retener el agua y administrar los nutrientes, para que las plantas puedan tomarlos y terminar su ciclo, tanto de los cultivos como de la vegetación natural del entorno.

Al objeto de caracterizar los suelos de la CR-V (Comunidad de Riegos Nº V) atendiendo a propiedades hídricas, se procedió a la realización de un muestreo durante el invierno 99-00, llevado a cabo para la realización de la Tesis Doctoral de Jesús Causapé (*Repercusiones medioambientales de la agricultura sobre recursos hídricos de la Comunidad Nº V de Riegos de Bardenas, año 2002).*

El muestreo se planifico en base a la información de suelos recogida por Martinéz Beltran (1978), y de la cartografía litogeomorfológica de los suelos del polígono de riego Bardenas I, realizada por Basso (1994).

El muestreo se centró únicamente en los desarrollados sobre glacis y aluviales debido a que estos ocupan la práctica totalidad de la CR-V. En los suelos de “saso” se procedió a la apertura de 40 calicatas mediante retroexcavadora con cazo de 60 cm. En los suelos de aluvial se muestrearon 10 puntos utilizando una barrena manual para la descripción del perfil como para la toma de muestras. La Figura presenta el mapa de suelos de la CR-V elaborado por Basso (1994), y la situación de las calicatas y sondeos realizados.

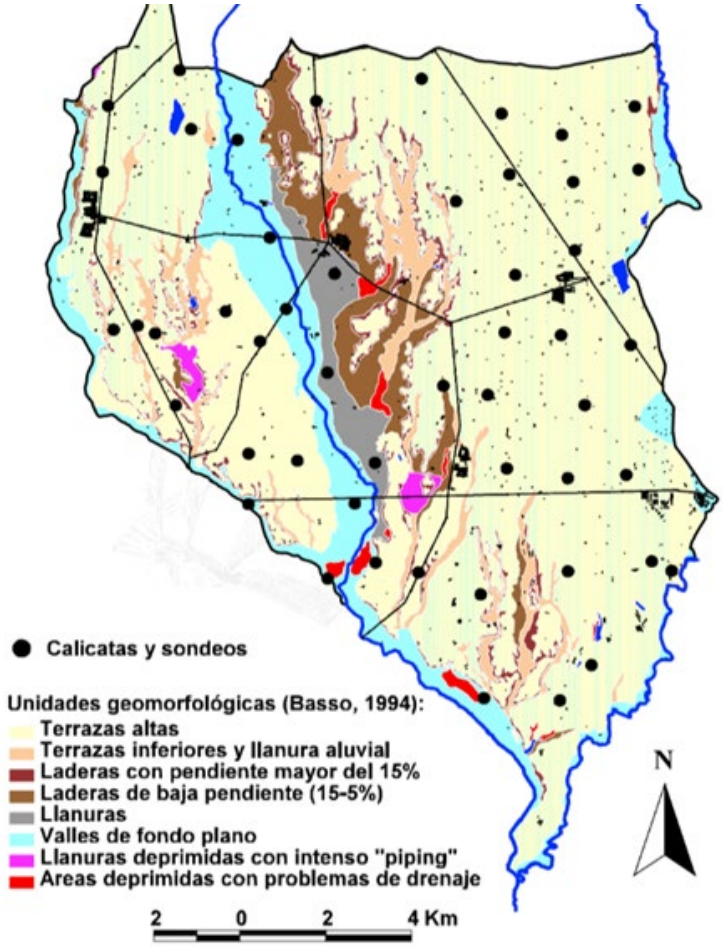


Figura 29. **Mapa litomorfológico de la CR-V (Basso,1994) con la localización de las calicatas y sondeos realizados.**

El estudio de los 50 perfiles se realizó hasta la profundidad efectiva, que es la profundidad máxima que alcanzan las raíces de los cultivos de la zona (120 cm. de profundidad) o, en su caso, hasta encontrar una capa limitante al paso de estas.

La siguiente figura muestra una calicata representativa de los suelos de "saso" (desarrollados sobre los glacis) donde se observa un suelo pedregoso cuya profundidad está limitada por la existencia de "mallacán" (horizonte petrocálcico). Por el contrario, en la calicata del suelo del aluvial del Riguel, se observa un perfil con ausencia de elementos gruesos (> 2 mm.), y profundo.

A partir de muestras recogidas en cada uno de los horizontes del suelo se determinaron en laboratorio la pedregosidad, la densidad aparente, y los puntos característicos de retención de humedad a 0,03 (capacidad de campo, *CC*, y 1,5 Mpa (punto de marchitez, *PM*), según el Soil Survey Laboratory (1996). La Tabla presenta los resultados más relevantes del muestreo de los suelos de la CR-V. La fracción de elementos gruesos media en los suelos desarrollados sobre glacis es del 22% con una variabilidad alta (CV=64%) mientras que los suelos de aluvial no presentan elementos gruesos. En los sasos la capacidad de campo *(CC)* media de la matriz del suelo es del 27% y el punto de marchitez *(PM)* medio es del 18%, de lo que se deducen texturas

francas a franco-arenosas. En cuanto a los aluviales presentan una *CC* media de la matriz del suelo del 38% y un *PM* medio del 22% reflejando texturas franco-arcillosas.

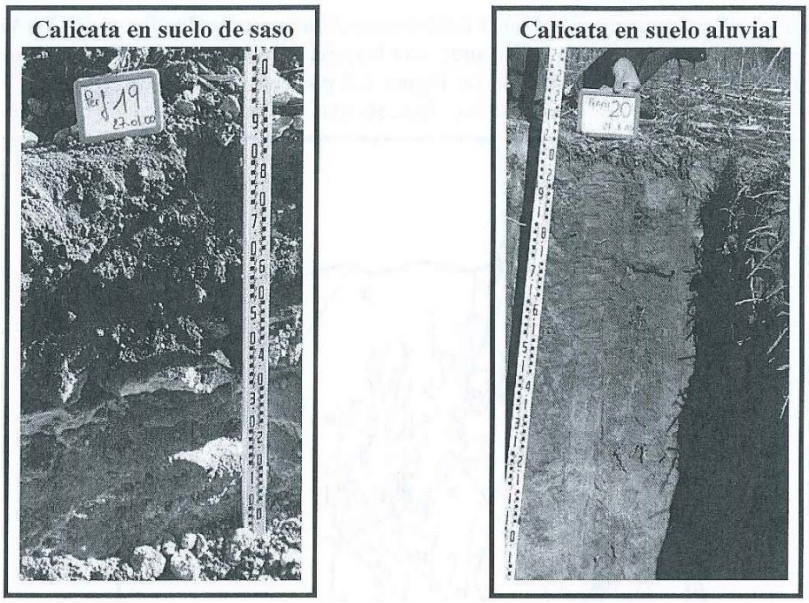


Figura 30. **Calicatas del estudio.**

Tabla nº 16. ***Resultados medios de los perfiles estudiados en el muestreo de suelos. Profundidad efectiva, elementos gruesos, capacidad de campo (CC), punto de marchitez de la matriz (PM), y capacidad de retención de agua útil para las plantas (CRA) ponderada por horizontes para los suelos aluviales y sasos.***

Características	Suelos sobre aluviales	Suelos sobre sasos
Profundidad efectiva	120	87
Elementos gruesos	0	22
***CC* matriz (%V)**	38	27
***PM* matriz (%V)**	22	18
***CRA* (mm)**	182	60

La capacidad de retención de agua *(CRA)* definida como el volumen de agua utilizable por las plantas, que es capaz de retener un suelo, se ha calculado como la diferencia entre el contenido de agua a *CC* y a *PM* para el perfil del suelo que marca la profundidad efectiva. La *CRA* en los suelos desarrollados sobre aluviales (182 mm) es muy superior a la desarrollados en sasos (60 mm). Este hecho es debido a la mayor capacidad de retención de agua en la matriz de los suelos aluviales (16% frente al 9% de media en los sasos), y a las mayores profundidades efectivas de los suelos aluviales (120 cm) frente a los sasos (87 cm) a causa de la existencia de horizontes petrocálcicos en éstos últimos.

Estos dos tipos de suelos no presentan problemas de sales, y son adecuados para el desarrollo de la agricultura de regadío. Los únicos problemas desarrollados sobre glacis están relacionados con la elevada predregosidad, y la presencia de "mallacán", que limita su profundidad, y por tanto la capacidad de retención de agua disponible por las plantas.

5.7 Flora y vegetación

La vegetación es uno de los aspectos más importantes a tratar en todos los estudios del medio físico, destacando además la importancia de la misma, por su relación con el resto de componentes bióticos y abióticos del medio que la rodea. La vegetación natural viene sufriendo desde hace tiempo una serie de agresiones de origen antrópico que hacen que en la actualidad haya zonas severamente afectadas por este aspecto.

Con la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad se instauró el principio de la preservación de la diversidad biológica y genética, de las poblaciones y de las especies. Una de las finalidades más importantes de dicha Ley es detener el ritmo actual de pérdida de diversidad biológica, y en este contexto indica en su artículo 52.1 que para garantizar la conservación de la biodiversidad que vive en estado silvestre, las comunidades autónomas y las ciudades con estatuto de autonomía deberán establecer regímenes específicos de protección para aquellas especies silvestres cuya situación así lo requiera. No obstante, además de las actuaciones de conservación que realicen las citadas administraciones públicas, para alcanzar dicha finalidad, la Ley 42/2007, en sus artículos 53 y 55 crea, con carácter básico, el Listado de Especies Silvestres en régimen de protección especial y, en su seno, el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Posteriormente el R.D. 1015/2013, de 20 de diciembre, modifica los anexos I, II y V de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

Las normativas europeas, estatal y autonómica establecen distintas categorías de amenaza, como son Extintas (EX), En Peligro de Extinción (EN), Vulnerable (VU), y las especies que no encontrándose en ninguna de las categorías anteriores están sometidas a un Régimen de Protección Especial (especies incluidas en el LISTADO).

5.7.1 Vegetación en la zona de estudio

5.7.1.1 *Vegetación Potencial*

La vegetación potencial es la comunidad vegetal estable que existiría en un área determinada como consecuencia de la sucesión geobotánica progresiva si el hombre no influyera ni alterara los ecosistemas vegetales. En la práctica se considera la vegetación potencial como sinónimo de clímax o etapa final que establece una sucesión.

Según el Mapa de Series de Vegetación de España (Rivas Martínez, 1987) escala 1:400.000, la zona de la Comunidad de Regantes V de Bardenas, se sitúa dentro de la Serie mesomediterránea murciano-bético-aragonesa de la coscoja (*Rhamno lyciodis-Querceto cocciferae sigmetun*, 29).

La etapa "clímax" (óptimo maduro y estable del ecosistema vegetal) está formada por bosquetes densos de coscoja (*Quercus coccifera*) en los que prosperan diversos espinos, sabinas, pino carrasco y otros arbustos mediterráneos (*Rhammus lycicoides* = espino negro; *Pinus halepensis*

= pino carrasco; *Juniperus phoenicea* = sabina negra; *Juniperus oxycedrus* = enebro oxycedro; *Daphne gnidiun* = torvisco; *Ephedra nebrodensis* = efebra, etc.).

El rasgo esencial de esta serie viene dado por la escasez de precipitaciones anuales, por lo que dicha etapa clímax no puede alcanzar la estructura de bosque sino solamente la de "garriga" (estructura compuesta por matorrales) densa o "silvo-estepa" (presencia de herbáceas y escaso arbolado).

Dado que estos coscojares están ampliamente distribuidos por la Península, hay una cierta variabilidad entre unas zonas y otras en las especies que constituyen las etapas de los romerales y tomillares (etapa de "matorral degradado" ver tabla nº1).

Otro carácter propio de los territorios seco-semiárido donde se ubica esta serie es la presencia y extensión de formaciones vivaces nitrófilas leñosas de ontina (*Artemisia herba-alba*), orzaga (*Atriplex halimus*), etc. (asociación *Salsola-Peganion*); estas comunidades (orzagales, hermagales, ontinares) tienen un valor elevado como pastos.

La vocación de estos territorios es, sobre todo, ganadera, pues los cultivos cerealistas sufren avatares de la escasez e irregularidad de las precipitaciones; los cultivos arbóreos agrícolas (olivo, almendro, ...) sólo rinden en los suelos profundos de los valles y vaguadas en los que hay cierta compensación hídrica.

Las etapas de degradación y las especies vegetales indicadoras de las mismas se sintetizan en la siguiente tabla:

Tabla nº 17. **Serie de la coscoja: etapas de regresión y bioindicadores.**

Nombre de la serie	**Murciano-bético-aragonesa de la coscoja (29)**
Árbol dominante	*Quercus coccifera* (coscoja)
Nombre fitosociológico	*Rhamno lycioidi-Querceto cocciferae sigmetun*
I. Bosque	
II. Matorral denso	*Quercus coccifera* (coscoja) *Rhamnus lycioides* (espino negro) *Pinus halepensis* (pino carrasco) *Juniperus phoenicea* (sabina negral)
III. Matorral degradado	*Sideritis cavanillesii* *Linum suffruticosum* (lino blanco) *Salvia rosmarinus* (romero) *Helianthemun marifolium* (jara)
IV. Pastizales	*Stipa tenacissima* (atocha, esparto) *Lygeun spartum* (albardin) *Brachypodium ramosum* (rabo de asno)

5.7.1.2 *Vegetación Actual*

A pesar de tratarse de una zona muy modificada por el uso de la agricultura, todavía existen pequeños restos originales de vegetación. Estos restos se corresponden con **montes** de utilidad pública cercanos (Bosquetes de Ejea de los Caballeros, Bardena Alta y Bardena Baja) y con los márgenes de **ríos** Riguel y Arba de Luesia (donde se hallan tamarices, sauces y chopos).

En los montes existen algunas manchas espesas de pino carrasco (*Pinus halepensis*) acompañadas por un sotobosque bastante denso formado por: coscoja (*Quercus coccifera*) y romero (*Rosmarisus officinalis*), enebros, sabinas, lentisco, cornicabra, aladierno, escambrón, oliveta, escobizo, aliaga, tomillo, etc.

Cabe destacar la presencia muy diseminada, con orientación norte, de pies firmes, pero de escaso porte, de carrascas (*Quercus ilex ssp. rotundifolia*). La degradación del fuego, seguida de pastoreo, suele conducir a coscojales densos, los mismos tomillares y romerales presentan aspecto fisionómico del matorral estépico.

En este sentido, se puede citar la presencia de pies de carrasca, en estado más bien precario, al borde de la carretera Ejea-Sadaba, en pleno Saso.

Por otro lado, y pese a que se trata de una zona eminentemente agrícola, existen citas de especies de flora sensible.

Nos encontramos dentro de la zona a modernizar la especie vulnerable (VU) *Limonium ruizzii*, según el Decreto 129/2022, de 5 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón. En concreto dicha especie se ha observado en el polígono 106 parcela 88, no se verá afectada puesto que el tramo de tubería que pasa por el ramal (R1B-11) que da servicia al hidrante 379, pasa por la parcela contigua separada por el colector C-9.

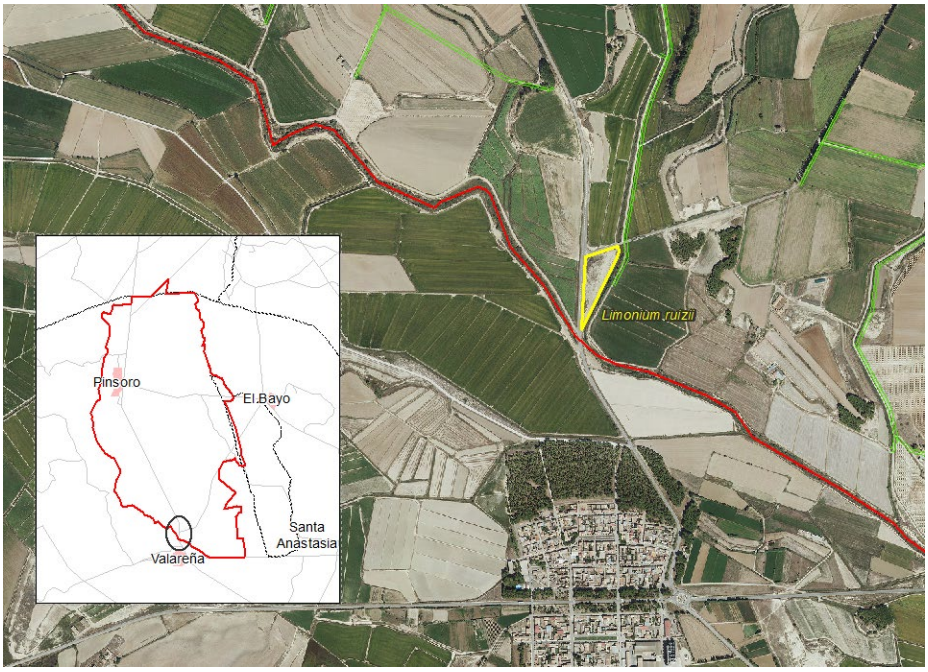


Figura 31. ***Limonium ruizii* en la zona de estudio (Fuente: elaboración propia)**

Hábitat	Especie	Categoría Protección
Suelos salobrares, margas, áridos (N.O. Valareña)	*Limonium ruizii*	Vulnerable (Aragón) Vulnerable (Libro rojo)

Una vez descrita la vegetación natural presente en la zona, se desarrolla a continuación los distintos tipos de cultivos presentes en el municipio:

- Regadío: Supone cerca de 30.000 Ha de cultivos herbáceos, a los que se unen pequeñas superficies de huerta en el entorno de las poblaciones. El límite occidental de estos regadíos viene dado por las Acequias de Navarra, de las Cinco Villas y de Sora que se alimentan del Canal de las Bardenas. Se cultivan maíz, alfalfa, girasol, trigo, cebada y como cultivos hortícolas, tomate, pimiento, puerro y cebolla fundamentalmente.
- Labor de secano: Se extiende por el borde oriental del municipio, fundamentalmente; son cultivos cerealísticos, casi el 100% (trigo y cebada). Existe un alto grado de mecanización. Hay escasas plantaciones de vid y almendro.

5.7.2 Hábitats de Interés Comunitario

Para la conservación de los hábitats naturales y la fauna y la flora silvestres se debe garantizar la biodiversidad según dispone la Directiva 92/ 43 del 22 de junio de 1992. El Anexo I de la misma, designa los tipos de hábitats naturales de interés comunitario para cuya conservación es preciso designar zonas especiales de conservación (ZEC), actualmente en fase de propuesta como LIC.

Estos hábitats se revisan y actualizan al progreso científico en la Directiva 97/62/CE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre, en la cual, en su Anexo I se relacionan una serie de hábitats naturales de interés comunitario.

Según la cartografía de distribución de Hábitats de Interés Comunitario (HIC) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), en el entorno de la actuación (a más de 1 Km de distancia) se pueden encontrar los siguientes hábitats:

Tabla nº 18. **HIC en la zona de estudio (Fuente: MITECO).**

CÓDIGO	PRIORITARIO	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1430	NO	Matorrales halonitrófilos (*Pegano-Salsoletea*)	Formaciones vivaces dominadas por arbustos que muestran apetencia por lugares alterados, sustratos removidos, lugares frecuentados por el ganado, etc., en suelos más o menos salinos.
6220*	SÍ	Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*	Pastos xerófilos más o menos abiertos formados por diversas gramíneas y pequeñas plantas anuales, desarrollados sobre sustratos secos, ácidos o básicos, en suelos generalmente poco desarrollados.

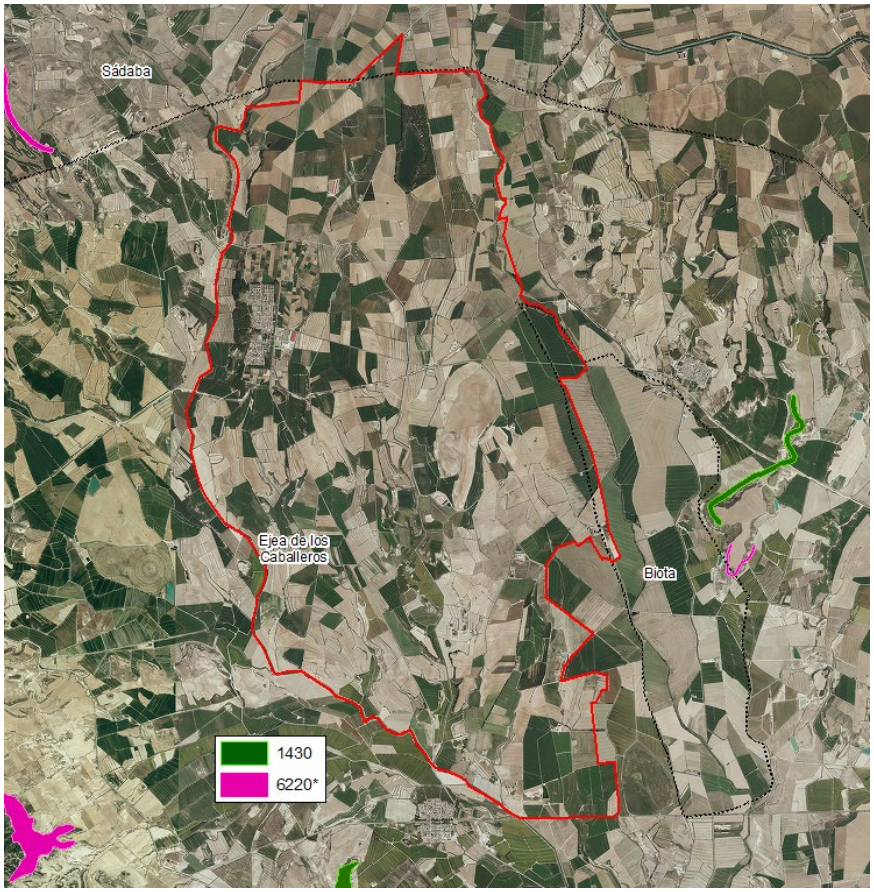


Figura 32. **HIC en la zona de estudio (Fuente: MITECO)**

El más cercano a la actuación (situado al este) es el **Hábitat 1430 Motorrales halo-nitrófilos (*Pegano-Salsoletea*).** Aunque no existe una afección directa al mismo, si pueden localizarse algunas de las especies que éste recoge en laderas y eriales próximos a los trazados de las tuberías e incluso en alguna margen por donde pasa la tubería. Estas especies son:

- Sosa *(Atriplex halimus).*
- Ontina *(Artemisia herba-alba).*
- Sisallo *(Salsola vermiculata).*

Al sur de la actuación y del Hábitat 1430, se encuentra el hábitat prioritario **6220* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea,*** el cual tampoco se verá afectado por las actuaciones a realizar.

A continuación, se incluye una breve descripción de cada tipo de hábitat según la información contenida en la ficha resumida de cada uno de ellos.

1430 Matorrales halonitrófilos (*Pegano-Salsoletea*)

Son matorrales esteparios con preferencia por suelos con sales, a veces margas yesíferas, en medios con alguna alteración antrópica o zoógena (nitrofilia). Son más frecuentes en las áreas de clima más seco, en comarcas litorales y prelitorales (sureste ibérico) o continentales (valle del Ebro, La Mancha, etc.)

Suelen estar dominados por quenopodiáceas arbustivas, siendo a veces ricos en elementos esteparios de gran interés biogeográfico. En medios con humedad edáfica crecen formaciones de *Atriplex halimus* o *A. glauca*, tanto en las comarcas cálidas mediterráneas como en los saladaresdel interior. En margas y sustratos más o menos yesosos o salinos, pero sobre suelos secos, encontramos matorrales nitrófilos de *Salsola vermiculata* o *Artemisia herba-alba*, a las que pueden acompañar *Peganum harmala*, *Frankenia thymifolia*, etc. En el sureste ibérico, el matorral halonitrófilo de suelos húmedos lleva el endemismo *Suaeda pruinosa*, mezclado a menudo con *Suaeda vera* (hábitat 1420 Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos), mientras que sobre suelos secos y afectados por la maresía se desarrollan matorrales de *Lycium intricatum* y *Withania frutescens*. Entre los elementos estépicos más interesantes que pueden aparecer en este tipo de hábitat destacan las especies relictas de distribución mediterránea y asiática *Camphorosma monspeliaca* y *Kraschenninnikovia ceratoides*.

6220* Zonas subestépicas de gramíneas y anuales del *Thero-Brachypodietea*

Estas comunidades están muy repartidas por todo el territorio, presentando por ello una gran diversidad. Siempre en ambientes bien iluminados, suelen ocupar los claros de matorrales y de pastos vivaces discontinuos, o aparecer en repisas rocosas, donde forman el fondo de los pastos de plantas crasas de los tipos de hábitat 6110 u 8230. Asimismo, prosperan en el estrato herbáceo de dehesas (6310) o de enclaves no arbolados de características semejantes (majadales).

Se trata de comunidades de cobertura variable, compuestas por pequeñas plantas vivaces o anuales, a veces de desarrollo primaveral efímero. A pesar de su aspecto homogéneo, presentan gran riqueza y variabilidad florísticas, con abundancia de endemismos del Mediterráneo occidental. Entre los géneros más representativos están Arenaria, *Chaenorrhinum*, *Campanula*, *Asterolinum*, *Linaria*, *Silene*, *Euphorbia*, *Minuartia*, *Rumex*, *Odontites*, *Plantago*, *Bupleurum*, *Brachypodium*, *Bromus*, *Stipa*, etc. En las áreas del occidente peninsular adquieren mayor importancia especies de *Poa*, *Aira*, *Vulpia*, *Anthoxantum*, *Trifolium*, *Tuberaria*, *Coronilla*, *Ornithopus*, *Scorpiurus*, etc. En los territorios semiáridos del sureste suele dominar *Stipa capensis*, y la riqueza de plantas endémicas aumenta, con especies de *Limonium*, *Filago*, *Linaria*, etc. En los suelos yesíferos del centro y del este destacan especies gipsícolas como *Campanula fastigiata*, *Ctenopsis gypsophila*, *Clypeola eriocarpa*, etc.

5.8 FAUNA

La Directiva Aves estableció por primera vez un régimen general para la protección de todas las especies de aves que viven de forma natural en estado salvaje en el territorio de la Unión. Reconoció asimismo que las aves silvestres, que comprenden un gran número de aves migratorias, constituyen un patrimonio común a los Estados miembros de la UE y que para que su conservación sea eficaz, es necesaria una cooperación a escala mundial.

Según esta nueva Directiva, los Estados miembros de la Unión Europea (UE) deben adoptar medidas para garantizar la conservación y regular la explotación de las aves que viven de forma natural en estado salvaje en el territorio europeo, para mantener o adaptar su población a niveles satisfactorios. En este sentido, la desaparición de los hábitats o su deterioro representa una amenaza para la conservación de las aves silvestres. Por ello, es esencial protegerlos.

Para preservar, mantener o reestablecer los biotopos y los hábitats de las aves, los Estados deben designar zonas de protección, mantener y ordenar los hábitats de acuerdo con los imperativos ecológicos y restablecer los biotopos destruidos y crear otros nuevos.

La Ley 42/2007, de 13 de diciembre crea, con carácter básico, el Listado de Especies Silvestres en régimen de protección especial y, en su seno, el Catálogo Español de Especies Amenazadas. Dicho catálogo recoge el listado de especies, subespecies o poblaciones de la flora y fauna silvestres que requieren medidas específicas de protección. En posteriores modificaciones al catálogo inicial, las especies y subespecies quedan catalogadas en dos categorías: "en peligro de extinción" y "vulnerables".

5.8.1 Fauna en la zona de estudio

5.8.1.1 *Anfibios*

- Tritón jaspeado (*Triturus marmoratus*), se localiza concentrado alrededor de las masas de agua (aguas estancadas y tranquilas con vegetación acuática, acequias, aljibes y charcas donde se recoge el agua para abrevar el ganado).
- Sapo partero común (*Alytes obstetricans*) habita ambientes húmedos de las zonas de regadío, también las orillas de charcas y campos de labor, se reproduce en pequeños receptáculos, como pilas de fuentes y abrevaderos, portando luego el macho los huevos entre sus patas posteriores hasta que nacen las larvas.
- Sapo común (*Bufo bufo*), está presente en la mayor parte de las Cinco Villas, puesto que es muy adaptable a diferentes hábitats.
- Sapo corredor (*Bufo calamita*), muy parecido al sapo común, del que se diferencia por menor tamaño. Es habitual morador de las Cinco Villas debido a sus bajas exigencias reproductoras.
- Rana común (*Pelophylax perezi*), íntimamente ligada al agua, se puede hallar en cualquier punto de agua independiente de su extensión: charcas, estanques, acequias, etc.

5.8.1.2 *Reptiles*

- Lagartija coligarga (*Psammodromus algirus*), que se encuentra en las zonas de matorral, también están presentes la lagartija cenicienta (*Psammodromus hispanicus*) y el lagarto ocelado *(Lacerta lepida*).
- Culebra lisa meridional (*Coronella girondica*), en los lugares soleados y pedregosos y la culebra bastarda (*Malpolon monspessulanus*), grande y común; en cualquier lugar con agua, ya sea corriente o estanca, se puede hallar a la culebra viperina (*Natrix maura*). En las áreas de matorral se encuentra la culebra escalera (*Elaphe scalaris*).

5.8.1.3 *Peces*

Los retornos de riego producidos tras la modernización van al barranco de Valareña, junto con los retornos de otras comunidades de regantes. El barranco a su vez se une al río Arba de Riguel.

Según información recibida del INAGA (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental), las especies piscícolas presentes aguas abajo de la confluencia del barranco de Valareña con el río Riguel son:

- *Salmo trutta*
- *Luciobarbus graellsii*
- *Parachondrostoma miegii*
- *Phoxinus bigerri*

Ninguna de ellas se encuentra catalogada ni a nivel autonómico ni a nivel nacional, además se encuentran en una zona que recibe varios aportes de distintas zonas de regadío por lo que es complicado discernir las afecciones que las obras del presente proyecto pueden causar en las mismas.

5.8.1.4 *Mamíferos*

- Conejo (*Orictolagus cuniculus*)
- Liebre (*Lepus sp*.)
- Ganado ovino propio de la zona.

5.8.1.5 *Aves*

- Entre los matorrales están presentes entre otras, las currucas (curruca mirlona, curruca carrasqueña y curruca cabecinegra), el avetoro (*Botaurus stellaris*) y avetorillo (*Ixobrychus minutus*). También se encuentra la garza imperial (*Ardea purpurea)*.
- Buitre leonado (*Gyps fulvus*), otras carroñeras como los dos milanos, el negro y el real (*Milvus migrans* y *M. milvus*).
- Rapaces como la culebrera europea (*Circaetus gallicus*), busardo ratonero (*Buteo buteo*), el águila real (*Aquila chrysaetos*), el águila calzada (*Hieraaetus pennatus*) y el alimoche (*Neophron percnopterus*).
- Aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus).* Se encuentra, según la información facilitada por el INAGA (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental), en la zona del Moncayuelo y al suroeste de la actuación (R1B-9 (5-7-8); R1B-11 al final de ambas redes)
- Aguilucho pálido (*Circus cyaneus*). Se encuentra, según la información facilitada por el INAGA, al suroeste de la actuación (R1B-9 (5-7-8); R1B-11 al final de ambas redes)
- Las aves esteparias constituyen el grupo de vertebrados de mayor interés. Como especies más destacadas se mencionan las siguientes:
  - ✓ Cernícalo primilla (*Falco naumanni*): dentro del área se localiza la única zona de cría conocida hasta el momento en la comarca de las Cinco Villas, la colonia de aproximadamente 8 parejas, que se localiza en el paraje de Casa Cotaz-Corral de Cúlete (30T XM 552/599) (U.T.M. x= 655145 y= 4659966) y la cual motivó la inclusión del término municipal de Ejea de los Caballeros en el Plan de Conservación del Hábitat del Cernícalo Primilla en Aragón (Decreto 233/2010, de 14 de diciembre, del Gobierno de Aragón). Dentro del ámbito de dicho plan se distinguen las Áreas críticas (a más de 8 Km de las actuaciones), definidas como zonas vitales para la

supervivencia y conservación de la especie (territorios de nidificación, dormideros postnupciales y sus zonas de influencia).

- ✓ Alcaraván (*Burhinus oedicnemus*): presente en la zona, pero sin datos poblacionales. La disponibilidad de hábitat idóneo para esta especie es elevada.
- ✓ Ganga ortega (*Pterocles orientalis*): presente en la zona, pero al parecer en número bastante reducido. La población existente en la comarca de Cinco Villas entre Tauste, Ejea de los Caballeros y Castejón de Valdejasa se ha estimado en unos 150 ejemplares.
- ✓ Terrera marismeña (*Calandrella rufescens*): aláudido característico de formaciones de matorral abierto en estepas inferiores o en litoral y cuyas únicas poblaciones de Europa occidental se localizan en España. Durante la visita de campo realizada a la zona se localizaron dos núcleos de cría en saladares situados en la margen derecha del Barranco de Valdecarro (zona sur) y en torno al Barranco de Agua salada (zona norte).
- ✓ Calandria (*Melanocorypha calandra*): aláudido propio de cultivos cerealistas y formaciones abiertas de pastizal o matorral claro en llanuras. Al igual que en el caso de la especie precedente, las únicas poblaciones de Europa Occidental se localizan en España. Ocupa cultivos herbáceos de secano y matorral-pastizal de tipo estepario en los sectores más llanos de la zona.
- ✓ Cogujada montesina (*Galerida theklae*): aláudido característico de formaciones de matorral más o menos abierto generalmente en laderas y zonas alomadas. Sus únicas poblaciones europeas se localizan en España y Portugal, con la excepción de un pequeño número de parejas en el suroeste de Francia.
- ✓ Bisbita campestre (*Anthus campestris*): paseriforme propio de áreas abiertas cuya distribución alcanza la mayor parte de Europa Occidental, pero con la mayor parte de efectivos europeos concentrados en España. Presente en la zona, pero sin datos sobre su abundancia local.
- ✓ Chova piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*): presente en la zona en bajo número. Algunas parejas podrían nidificar en las construcciones agroganaderas existentes, pero no se ha comprobado tal extremo.
- ✓ Cigüeña blanca (*Ciconia ciconia*): presente en la zona.

5.8.2 Especies de interés

En la siguiente tabla se recogen las especies presentes en el ámbito de la zona de estudio incluidas en el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESPE) y/o en el Catálogo Español de Especies Amenazadas (Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero) a nivel nacional o en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón (Decreto 129/2022, de 5 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Listado Aragonés de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial -LAESPRE- y se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón).

Tabla nº 19. **Especies presentes en la zona de estudio (Fuente: elaboración propia).**

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	LESPE	CATÁLOGO ESPECIES AMENAZADAS	ESPECIES AMENZADAS ARAGÓN	ANEXOS LEY 42/2007
Anfibios	*Alytes obstetricans*	Sapo partero común	*		Vulnerable	V
	Bufo calamita	Sapo corredor	*			V
	Pelophylax perezi	Rana común			LAESRPE	VI
	Triturus marmoratus	Tritón jaspeado	*		Vulnerable	V
Reptiles	*Coronella girondica*	Culebra lisa meridional	*			
	Lacerta lepida	Lagarto ocelado	*			
	Natrix maura	Culebra viperina	*			
	Psammodromus algirus	Lagartija colilarga	*			
	Psammodromus hispanicus	Lagartija cenicienta	*			
Aves	*Anthus campestris*	Bisbita campestre	*			IV
	Ardea purpurea	Garza imperial	*		LAESRPE	IV
	Botaurus stellaris	Avetoro común	*	En peligro de extinción	En peligro de extinción	IV
	Burhinus oedicnemus	Alcaraván	*			IV
	Buteo buteo	Busardo ratonero	*			
	Calandrella rufescens	Terrera marismeña	*			
	Ciconia ciconia	Cigüeña blanca	*		LAESRPE	IV
	Circaetus gallicus	Culebrera europea	*			IV
	Circus aeruginosus	Aguilucho lagunero	*			IV
	Circus cyaneus	Aguilucho pálido	*		LAESRPE	IV
	Falco naumanni	Cernícalo primilla	*		Vulnerable	IV
	Galerida theklae	Cogujada montesina	*			IV
	Gyps fulvus	Buitre leonado	*			IV
	Hieraaetus pennatus	Águila calzada	*			IV
	Ixobrychus minutus	Avetorillo	*			IV
	Melanocorypha calandra	Calandria común	*			IV
	Milvus migrans	Milano negro	*			IV

	Milvus milvus	Milano real	*	En peligro de extinción	En peligro de extinción	IV
	Neophron percnopterus	Alimoche común	*	Vulnerable	Vulnerable	IV
	Pterocles orientalis	Ortega	*	Vulnerable	Vulnerable	IV
	Pyrrhocorax pyrrhocorax	Chova piquirroja	*		Vulnerable	IV
	Sylvia cantilans	Curruca carrasqueña	*			
	Sylvia hortensis	Curruca mirlona	*			
	Sylvia melanocephala	Curruca cabecinegra	*			

Del área de Biodiversidad y Bosques del MITECO se pueden extraer las **especies faunísticas de interés comunitario** y las **especies de aves silvestres (artículos 17 y 12 de la Directiva 92/43/CE, respectivamente).** Esta información viene distribuida en cuadrículas de 10 x 10 Km. La zona de actuación en este caso se encuentra comprendida en las cuadrículas 10kmE338N218, 10kmE338N219 y 10kmE339N219.

En las siguientes tablas se nombran las especies de aves silvestres contempladas en dichas cuadrículas y las especies faunísticas consideradas de interés comunitario. Además, al igual que en la tabla anterior, se indica si se encuentran en el **Real Decreto 139/2011**, de 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial (LESPE) y del Catálogo Español de Especies Amenazadas o en el **Decreto 181/2005**, de 6 de septiembre, del Gobierno de Aragón, por el que se modifica parcialmente el Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón, de 6 de septiembre.

Tabla nº 20. **Especies de interés comunitario (Fuente: MITECO).**

GRUPO	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	LESPE	CATÁLOGO ESPECIES AMENAZADAS	ESPECIES AMENZADAS ARAGÓN	ANEXOS LEY 42/2007
Anfibios	*Bufo calamita*	Sapo corredor				V
	Pelobates cultripes	Sapo de espuelas	*			V
	Pelophylax perezi	**Rana común**			LAESRPE	VI
Flora	*Ruscus aculeatus*	Rusco				VI
Mamíferos	*Castor fiber*	Castor europeo	*		LAESRPE	II, V
	Felis silvestris	Gato montés	*			V
	Genetta genetta	Gineta			LAESRPE	VI
	Mustela lutreola	Visón europeo	*	En peligro de extinción	En peligro de extinción	II, V
	Pipistrellus kuhlii	Murciélago de borde claro				
	Pipistrellus pipistrellus	Murciélago enano				

	Pipistrellus pygmaeus	Murciélago de Cabrera				
	Tadarida teniotis	Murciélago rabudo	*			
Peces	*Achondrostoma arcasii*	Bermejuela			Vulnerable	
	Barbus haasi	Barbo colirrojo			LAESRPE	
	Luciobarbus graellsii	Barbo de Graells				
Reptiles	*Podarcis liolepis atrata*	Lagartija parda				V

Tabla nº 21. **Especies de aves silvestres (Fuente: MITECO).**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	LESPE	CATÁLOGO ESPECIES AMENAZADAS	ESPECIES AMENZADAS ARAGÓN	ANEXOS LEY 42/2007
Accipiter nisus all others	Gavilán común	*			
Aegithalos caudatus	Mito	*			
Anas platyrhynchos	Ánade real				
Botaurus stellaris	Avetoro común	*	En peligro de extinción	En peligro de extinción	IV
Bubo bubo	Búho real	*			IV
Carduelis carduelis	Jilguero			LAESRPE	
Certhia brachydactyla all others	Agateador común	*			
Cettia cetti	Ruiseñor bastardo	*			
Chloris chloris	Verderón común			LAESRPE	
Cisticola juncidis	Buitrón	*			
Columba livia	Paloma bravía				
Columba palumbus palumbus	Paloma torcaz				
Corvus corax	Cuervo			LAESRPE	
Corvus corone	Corneja negra				
Corvus monedula	Grajilla				
Cyanistes caeruleus s. str.	Herrerillo común	*			
Dendrocopos major all others	Pico picapinos	*			
Emberiza calandra	Escribano triguero			LAESRPE	
Emberiza cirlus	Escribano soteño	*			
Erithacus rubecula	Petirrojo	*			
Fulica atra	Focha común				

Galerida cristata	Cogujada común	*			
Galerida theklae	Cogujada montesina	*			IV
Gyps fulvus	Buitre leonado	*			IV
Larus ridibundus	Gaviota reidora				
Linaria cannabina	Pardillo común			LAESRPE	
Lullula arborea	Totovía	*			IV
Melanocorypha calandra	Calandria común	*			IV
Milvus migrans	Milano negro	*			IV
Milvus milvus	Milano real	*	En peligro de extinción	En peligro de extinción	IV
Neophron percnopterus	Alimoche común	*	Vulnerable	Vulnerable	IV
Panurus biarmicus	Bigotudo	*			
Parus major	Carbonero común	*			
Passer domesticus s. str.	Gorrión común				
Passer montanus	Gorrión molinero				
Periparus ater all others	Carbonero garrapinos	*			
Pica pica	Urraca común				
Porphyrio porphyrio porphyrio	Calamón común	*			IV
Pterocles alchata	Ganga común	*	Vulnerable	Vulnerable	IV
Pterocles orientalis	Ortega	*	Vulnerable	Vulnerable	IV
Pyrrhocorax pyrrhocorax	Chova piquirroja	*		Vulnerable	IV
Remiz pendulinus	Remiz pendulinus	*			
Saxicola torquatus	Tarabilla africana				
Serinus serinus	Verdecillo			LAESRPE	
Streptopelia decaocto	Tórtola turca				
Sturnus unicolor	Estornino negro				
Sylvia melanocephala	Curruca cabecinegra	*			
Sylvia undata	Curruca rabilarga	*			IV
Tachymarptis melba	Vencejo real				
Tetrax tetrax	Sisón común	*	Vulnerable	En peligro de extinción	IV
Troglodytes troglodytes all others	Chochín	*			
Turdus merula	Mirlo común				
Tyto alba	Lechuza común	*			

De todas las especies recogidas en las anteriores tablas cabe destacar tres, bien por situarse en un espacio protegido de la Red Natura 2000 o por ser especies cuyo tipo de hábitat es el del área de actuación o se encuentra próximo a la misma:

- ***Botaurus stellaris*** (avetoro común), que se encuentra localizado dentro de la ZEPA de la que forma parte el Lagunazo del Moncayuelo y su estado es preocupante, estando catalogada tanto a nivel nacional como autonómico como en peligro de extinción. Su dieta principal en los arrozales de las Cinco Villas se compone de crustáceos, insectos, anfibios y reptiles (según J. Mari Leukona "Variaciones geográficas y estacionales de la dieta del avetoro común *Botaurus stellaris* en el valle del Ebro" Revista Catalana d'Ornitologia 34:1-10, 2018). La época de reproducción va desde febrero hasta finales de primavera y su principal amenaza es la mala gestión de su hábitat en lo que se refiere al mantenimiento de los niveles de inundación de los humedales, así como quemas incontroladas de carrizales debido al crecimiento en exceso de los mismos.
- ***Milvus milvus*** (milano real) del cual se tienen datos de su presencia en una zona cercana al sureste de la actuación y se encuentra también en peligro de extinción a nivel nacional y autonómico. El principal motivo que ha ocasionado su declive en las últimas décadas ha sido el uso de venenos de forma ilegal, el envenenamiento secundario por la acumulación de pesticidas empleados para combatir plagas de roedores y la desaparición de muladares. Su periodo de nidificación y cría comprende desde marzo hasta julio.
- ***Falco naumanni*** (cernícalo primilla), del que se localizaron algunos individuos a más de 8 Km de la actuación y del cual se ha redactado un plan de conservación debido a que se trata de una especie sensible a la alteración de su hábitat, según la normativa autonómica. Las principales amenazas que sufre esta especie es la disminución de su principal fuente de alimento debido al uso de insecticidas y la pérdida de sus zonas de cría debido a la desaparición o restauración de los edificios agrícolas dispersos Su periodo de nidificación y cría comprende desde abril hasta julio.

Otras especies que son de interés, pero quedan lo suficientemente alejadas de la zona de actuación como para que las obras o la explotación actuación no les afecte en absoluto son:

- ***Mustela lutreola*** (visón europeo), que se encuentra en "peligro de extinción" a nivel nacional y a nivel autonómico. Dentro del Programa Life Lutreola, en el año 2017 se realizó una liberación de ocho ejemplares en el río Aragón para aumentar el área de distribución del visón europeo, zona no coincidente con su área de distribución, pero con los requerimientos ecológicos necesarios para su desarrollo (colonización asistida). Esta reintroducción se hizo al observar la barrera que suponía el embalse de la Yesa para esta especie. Al hacer el seguimiento se observaron altas mortandades, por lo que se cambiaron y mejoraron los métodos de introducción.

  Según unos estudios realizados con posterioridad (Campo, 2018), no parece que se hayan establecido poblaciones gracias a esas reintroducciones en los río Aragón y Arba o tributarios. Por ello, se hicieron nuevas reintroducciones en el primero de estos ríos, aguas arriba del embalse de la Yesa durante el año 2021 e inicialmente, se ha observado una mayor supervivencia.
- ***Tetrax tetrax*** (sisón común) que se encuentra como "vulnerable" a nivel nacional y ha pasado a considerarse "en peligro de extinción" a nivel autonómico. De esta especie existen

núcleos de población más bien residuales en la comarca de las Cinco Villas y además prefiere cultivos de secano a los de regadío.

- ***Alytes obstetricans*** (Sapo partero común): Se encuentra como vulnerable en el listado de especies amenazadas de Aragón, además de estar presente en el Libro Rojo de especies amenazadas debido a las poblaciones de Guadarrama, Huesca y el centro y sur de la Península. En la zona de las Cinco Villas está presente, pero se desconoce el estado de la población.
- ***Triturus marmoratus*** (Tritón jaspeado): Aparece como vulnerable en el Listado de Especies Amenazadas de Aragón y está presente en el Libro Rojo de especies amenazadas, debido al estado de las poblaciones del centro peninsular, amenazadas por la pérdida de hábitat y su contaminación. En la zona de estudio no se poseen datos poblacionales, al no estar identificada su presencia en la ZEPA ES0000289 "Lagunas y carrizales de Cinco Villas".

5.9 Paisaje

El paisaje de la zona de modernización de regadíos y su entorno se compone mayoritariamente por una llanura ligeramente escalonada de forma artificial debido a las terrazas construidas para su uso como cultivos de regadío. En algunos casos, la erosión del terreno unida a la presión antrópica por el intenso laboreo hace que se puedan formar pequeñas zonas endorreicas (sin conexión a la red fluvial) que se van encharcando de forma estacional. Las comunidades vegetales halófitas singulares que se desarrollan en algunas de estas zonas, les confiere valor tanto ecológico como paisajístico.

En la parte este de la zona de actuación se encuentra una zona de ribera donde, debido a la transformación antrópica del paisaje, no se distingue entre las llanuras/terrazas aluviales y las que han sido construidas para su puesta en cultivo. En algunos tramos sí que puede observarse un paisaje más típico de ribera gracias a que se distingue el cauce en sí o algunas especies vegetales asociados al mismo (álamos, chopos, sauces, …), lo cual resta algo de monotonía al paisaje predominantemente agrícola.

El único entorno urbano presente corresponde a Pinsoro, una pequeña localidad del municipio de Ejea de Caballeros.

Por otro lado, el artículo 68 el Decreto Legislativo 2/2015, de 17 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Ordenación del Territorio de Aragón indica que: *"Se entiende por paisaje, a los efectos de esta ley y de acuerdo con la definición del convenio Europeo del Paisaje, cualquier parte del territorio tal como la percibe la población, cuyo carácter sea el resultado de la acción y la interacción de factores naturales o humanos".*

En este mismo decreto se reconoce jurídicamente a los paisajes como "*elemento fundamental del entorno humano, expresión de la diversidad de su patrimonio común cultural y natural, y como fundamento de su identidad*" y se define el contenido de los mapas de paisaje. Estos mapas son una herramienta para la integración de los paisajes en los distintos instrumentos de planificación territorial.

Según la información recogida en el Mapa de Paisaje de la Comarca de Cinco Villas (DESCARGAS IDEAragon), casi la mitad del área donde va a llevarse a cabo la modernización se encuentra en la Unidad de Paisaje (UP) de Llanos de Cabañés-Moncayuelo que presenta una calidad media de y el valor más bajo de fragilidad, debido a que se trata de un entorno muy modificado.

En cuanto a la alta fragilidad de la UP Mujer Muerta se debe a que dentro de sus límites se encuentra parte del espacio protegido de Red Natura 2000 "Loma Negra" (LIC/ZEC - ES2430079), el cual se encuentra a más de un kilómetro de distancia de la zona de actuación.

Tabla nº 22. **Unidades de Paisaje presentes en la zona de estudio (por superficie). Calidad y fragilidad de las mismas (Fuente: DESCARGAS IDEAragon).**

UNIDAD DE PAISAJE	CALIDAD (1-10)	FRAGILIDAD (1-5)	SUPERFICIE (Ha)
LLANOS DE CANBAÑÉS-MONCAYUELO	5	2	1.896,56
EL BAYO	5	3	836,21
PINSORO	3	3	482,66
LA TORRAZA	4	3	321,68
VALAREÑA	5	4	283,63
MATAUNCIONES	2	3	273,46
LOS CASCAJOS	5	4	142,74
MUJER MUERTA	5	5	83,61
LAS SARDAS	4	3	10,41

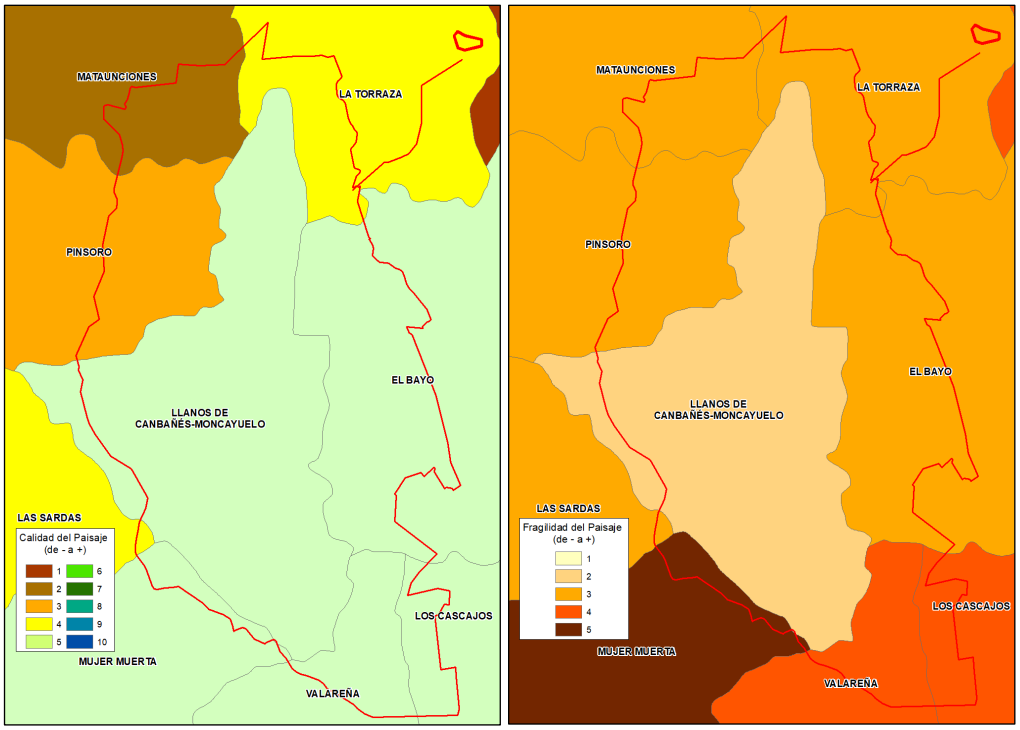


Figura 33. **Calidad y fragilidad en las Unidades de Paisaje donde se ubica la actuación (Fuente: DESCARGAS IDEAragon)**

5.10 Espacios naturales de la Red Natura 2000

La Directiva 92/43/CE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva Hábitats) crea en 1992 la Red Natura 2000, bajo los siguientes criterios:

"Se crea una red ecológica europea coherente de zonas especiales de conservación, denominada 'Natura 2000'. Dicha red, compuesta por los lugares que alberguen tipos de hábitats naturales que figuran en el Anexo I y de hábitats de especies que figuran en el Anexo II, deberá garantizar el mantenimiento o, en su caso, el restablecimiento, en un estado de conservación favorable, de los tipos de hábitats naturales y de los hábitats de las especies de que se trate en su área de distribución natural" (artículo 3.1, Directiva Hábitats).

La Red Natura 2000 está vinculada asimismo a la Directiva 2009/147/CE relativa a la conservación de las aves silvestres, o Directiva Aves, al incluir también los lugares para la protección de las aves y sus hábitats declarados en aplicación de esta Directiva.

El objetivo de la Red Natura 2000 es por tanto garantizar la conservación, en un estado favorable, de determinados tipos de hábitat y especies en sus áreas de distribución natural, por medio de zonas especiales para su protección y conservación.

La Red está formada por las Zonas Especiales de Conservación (ZEC) y por los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) hasta su transformación en ZEC, establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitats, y por las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), designadas en aplicación de la Directiva Aves.

Las Directivas Hábitats y Aves han sido transpuestas a nuestro ordenamiento jurídico interno por medio de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que constituye el marco básico de la Red Natura 2000 en España.

Tabla nº 23. **Espacios de la Red Natura 2000.**

NOMBRE	NORMATIVA	DISTANCIA ZONA DE ACTUACIÓN (Km)
ZEPA ES0000289 Lagunas y Carrizales de 5 Villas	DECRETO 13/2021, de 25 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se declaran las Zonas de Especial Conservación en Aragón, y se aprueban los planes básicos de gestión y conservación de las Zonas de Especial Conservación y de las Zonas de Especial Protección para las Aves de la Red Natura 2000 en Aragón	0
ZEPA ES0000171. El Plano – Blanca Alta	DECRETO FORAL 120/2017, de 27 de diciembre, por el que se designa el Lugar de Importancia Comunitaria denominado "Bardenas Reales" como Zona Especial de Conservación, se aprueba el Plan de Gestión de la Zona Especial de Conservación, de la ZEPA ES0000171 "El Plano-Blanca Alta", de la ZEPA ES0000172 "Rincón del Bu-La Nasa-Tripazul" y del enclave Natural "Pinar de Santa Águeda" (EN-4), y se actualiza el Plan Rector de Uso y Gestión de las reservas naturales	4,04
ZEPA ES0000172. Rincón del Bu – La Nasa – Tripazul		4,49

ZEC ES2200037. Bárdenas Reales	"Vedado de Eguaras" (RN-31), "Rincón del Bu" (RN-36) y "Caídas de la Negra" (RN-37).	3,44
ZEPA ES0000292. Loma Negra – Bardenas.	DECRETO 13/2021, de 25 de enero, del Gobierno de Aragón, por el que se declaran las Zonas de Especial Conservación en Aragón, y se aprueban los planes básicos de gestión y conservación de las Zonas de Especial Conservación y de las Zonas de Especial Protección para las Aves de la Red Natura 2000 en Aragón.	3,22
LIC/ZEC ES2430079. Loma Negra.		2,28

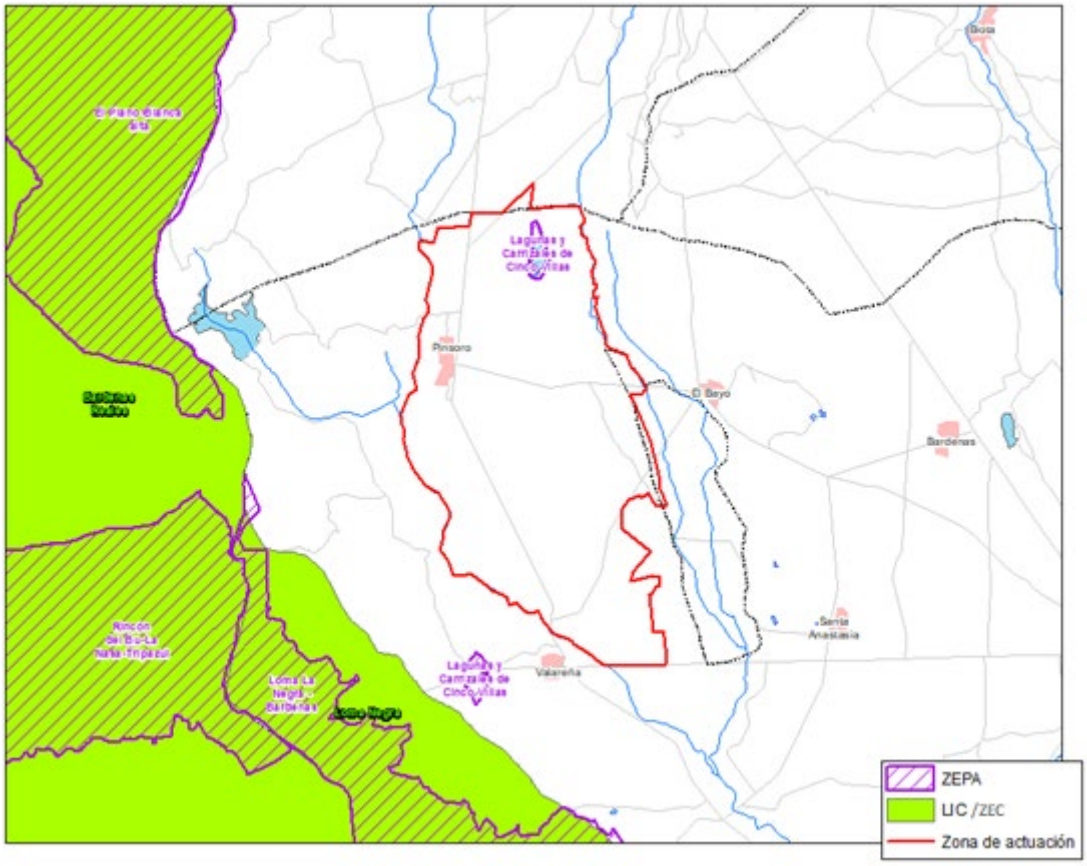


Figura 34. **Espacios de la Red Natura 2000 (Fuente: MITECO). (Ver plano 9.1.)**

5.10.1 ZEPAs

5.10.1.1 *Lagunas y Carrizales de 5 Villas (ES0000289)*

Dentro de la zona a modernizar se encuentra uno de los ocho humedales que forman la **ZEPA Lagunas y Carrizales de 5 Villas,** el **"Lagunazo de Moncayuelo"**.

Estos humedales se encuentran en depresiones del terreno donde, debido a la actividad del hombre y a que son hidrogeológicamente poco permeables, se han formado pequeñas cuencas endorreicas (sin conexión a la red fluvial).

En los años 60 el Lagunazo del Moncayuelo se recreció con objeto de aumentar la capacidad para el almacenamiento de agua para riego. Hoy en día y gracias a presencia habitual de agua posee una franja de vegetación formada por carrizo (*Phragmites australis*), espadaña (*Typha latifolia*) y junco (*Juncus sp*.) entre otras, la cual favorece la presencia de aves acuáticas como el aguilucho lagunero (*Circus aeruginosus*), avetorillo (*Ixobrychus minutus*), focha (*Fulica atra*), pato cuchara (*Anas clypeata*), porrón europeo (*Aythya ferina*) o el somormujo lavanco (*Podiceps cristatus*). Destaca especialmente por albergar poblaciones de avetoro (*Botaurus Stellaris*) y garza imperial (*Ardea purpurea*).

Alrededor de la laguna se encuentran campos de cultivo y especies forestales como pino carrasco (*Pinus halepensis*), pino piñonero (*Pinus pinea*), sauce (*Salix sp*.), chopo (*Populus sp.),* ciprés (*Cupressus sp*.) y olmo (*Ulmus sp*.) que aportan mucha diversidad.

Actualmente el Lagunazo del Moncayuelo se mantiene gracias a las aportaciones provenientes de las precipitaciones y de la acequia de Cascajos, la cual a su vez se encuentra alimentada por el Canal de Bardenas.

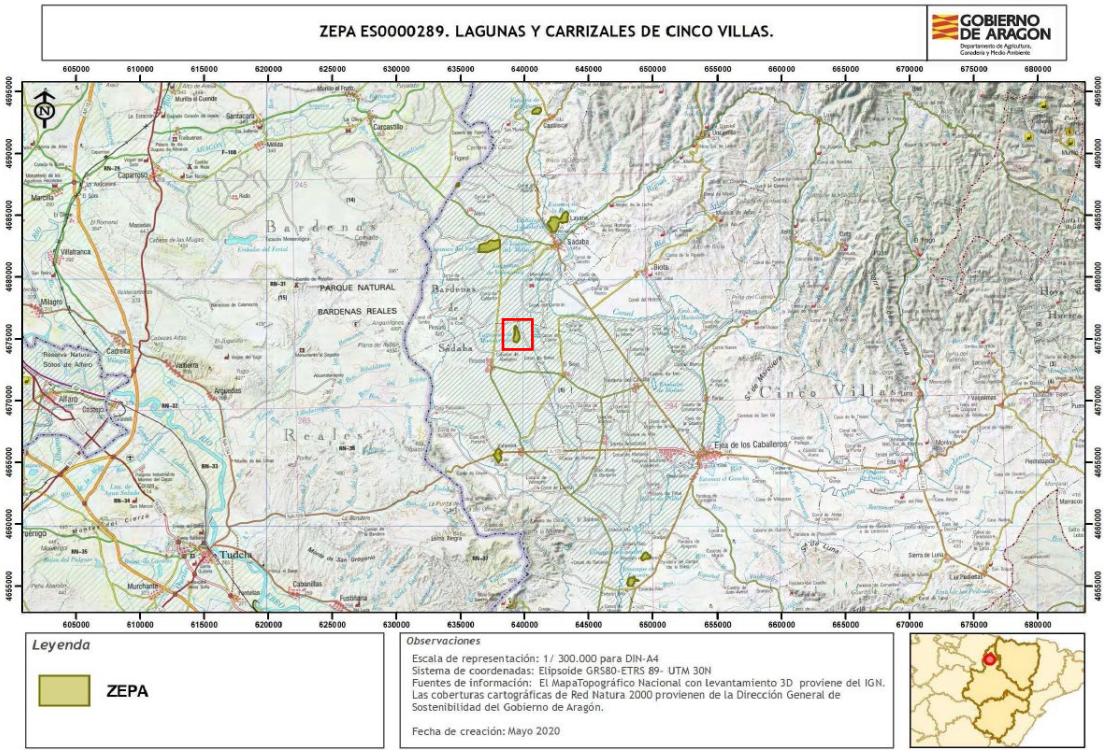


Figura 35. **Mapa de detalle de la ZEPA. Ubicación del Lagunazo del Moncayuelo dentro del conjunto de humedales de la misma (Fuente: Plan básico de gestión y conservación del Espacio Protegido Red Natura 2000).**

La laguna se encuentra casi en su totalidad incluida en el monte de utilidad pública denominado "Bosquetes de Ejea de los Caballeros" y también está catalogada a nivel autonómico como "Humedal Singular" (desarrollado en el siguiente apartado).

Tal y como se muestra en las siguientes figuras, existe un tramo de tubería (de 155 metros) que atraviesa la zona ZEPA al norte de la misma. Esta afección se tendrá en consideración a la hora de la ejecución de las obras tal y como se recoge más adelante en las medidas preventivas.

Figura 36. **Tramo de tubería dentro de la ZEPA. Límites de la ZEPA y presencia de campos de cultivo. (Fuente: IDEAragon). (Ver planos 9.1. y 9.2.).**

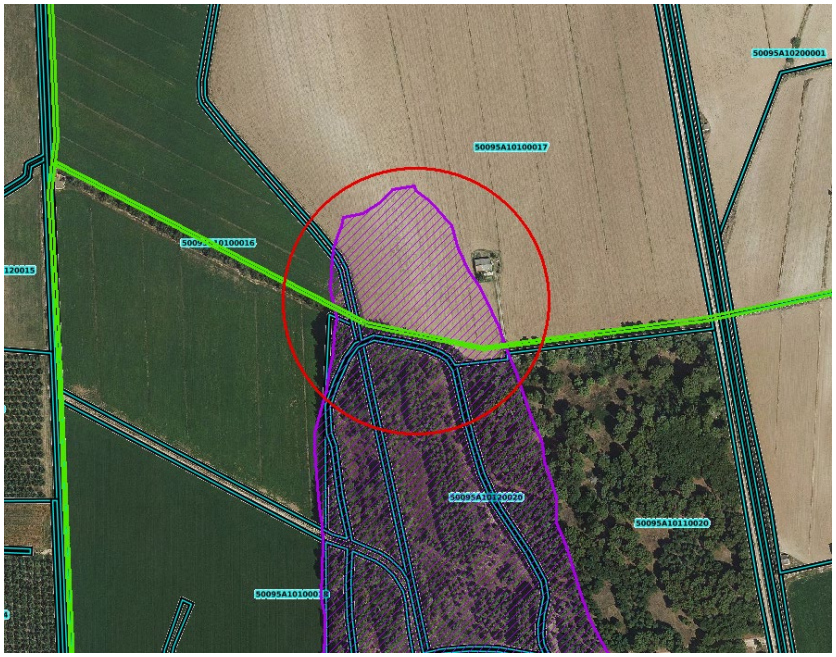


Figura 37. **Tramo de tubería dentro de la ZEPA. Detalle y parcelas catastrales (Fuente: IDEAragon). (Ver planos 9.1. y 9.2.).**

Según su Plan básico de gestión y conservación: En este EPRN cabe resaltar la importancia de los hábitats vinculados a marismas y pastizales salinos mediterráneos, en los que cabe destacar la presencia de *Botaurus stellaris* (A021), *Ardea purpurea* (A029), *Circus aeruginosus* (A081), *Acrocephalus paludicola* (A294) y *Egretta alba* (*Ardea alba*) (A773).

Además, el espacio también resulta esencial para la conservación de *Ciconia ciconia* (A031), *Aythya nyroca* (A060B), *Pluvalis apricaria* (A140).

5.10.1.2 *El Plano – Blanca Alta (ES0000171)*

Ver apartado 5.10.3.1.

5.10.1.3 *Rincón del Bu – La Nasa – Tripazul (ES0000172)*

Ver apartado 5.10.3.1.

5.10.1.4 *Loma Negra – Bardenas (ES0000292)*

Espacio situado sobre la vertiente oriental de la Loma Negra. Se trata de un relieve morfológico tabular que se alza en la Bardena Negra, justo en el límite entre Navarra y Zaragoza. Su máxima altitud la constituye Loma Negra con 646 m. Está formado por un conjunto de niveles de calizas de color blanco y gris, con intercalaciones de niveles margosos. Su espesor oscila entre 25 y 40 metros.

La zona se caracteriza además por una buena cobertura de pinar autóctono de *Pinus halepensis*. Destacan las poblaciones de rapaces entre las que sobresalen *Neophron percnopterus*, con una densidad local muy alta, *Hieraaetus pennatus* y *Circaetus gallicus* entre otras especies de interés. Buena representación de especies de garriga mediterránea: *Galerida theklae* y muchas otras.

En este EPRN sobresale la importancia de especies de avifauna ligadas a cortados y acantilados como *Neophron percnopterus* (A077) y *Circaetus gallicus* (A080). Además, resulta reseñable la presencia de *Oenante leucura* (A279) en las laderas pedregosas, gleras y canchales y otras especies de avifauna como *Hieraaetus pennatus* (A092) en bosques mediterráneos y *Sylvia undata* y *Galerida theklae* en hábitats de matorrales halófilos mediterráneos temoatlánticos y matorrales halo-nitrófilos (Pegano-Salsoletea).

La práctica totalidad de las especies mencionadas son elementos clave para la conservación del EPRN; *Neophron percnopterus* es elemento clave para el EPRN, y el EPRN resulta esencial para su protección como especie. *Circaetus gallicus* no es un elemento clave, pero sí que el EPRN resulta esencial para su protección.

5.10.2 LIC/ZEC

5.10.2.1 *Loma Negra (ES2430079)*

Espacio situado sobre la vertiente oriental de la Loma de La Negra. Se trata de un relieve morfológico tabular que se alza en La Bardena Negra, justo en el límite entre Navarra y Zaragoza. Su máxima altitud la constituye Loma Negra con 646 m. Está formado por un conjunto de niveles de calizas de color blanco y gris, con intercalaciones de niveles margosos. Su espesor oscila entre 25 y 40 metros.

El relativo aislamiento de estas superficies dada la poca accesibilidad de la ladera favorece su conservación y su importancia como refugio y reducto de numerosas especies no presentes en el fondo del valle. La altura condiciona una mayor pluviosidad lo que posibilita en los márgenes de los campos de cultivo y en las laderas el desarrollo formaciones boscosas dominadas por Pinus halepensis. Junto a estos bosques abiertos encontramos un predominio de zonas de matorral esclerófilo mediterráneo dominado por *Juniperus phoenicea*, *Salvia rosmarinus*, *Quercus coccifera* y pies dispersos de *Pinus halepensis* entre otras muchas especies. En sectores más degradados por el pastoreo aparecen pastizales con predominio de *Brachypodium ramosum*.

Los principales usos son los agrícolas ya que las superficies horizontales de la cumbre favorecen estas actividades. Junto a ellas el pastoreo y la caza son las actividades más frecuentes.

En el espacio cabe resaltar la importancia de los hábitats de brezales oromediterráneos endémicos con aliaga (4090) y zonas subestépicas de gramíneas y anuales de *Thero-Brachypodietea* (6220).

5.10.3 ZEC

5.10.3.1 *Bárdenas Reales (ES2200037)*

La ZEC se sitúa en el extremo suroriental de Navarra y se vertebra en torno a las Bardenas Reales, zona que aporta la mayor parte de la superficie del Lugar. Sus límites se extienden al este hasta el límite con la provincia de Zaragoza, al norte por las terrazas altas del río Aragón, y al sur y oeste por los relieves orientales de la Ribera Tudelana.

La ZEC incluye dos ZEPAS (Zonas de Especial Protección para Aves), denominadas: El Plano-Blanca Alta (ES0000171) y Rincón del Bu-La Nasa-Tripazul (ES0000172).

El Plan de Gestión se redacta para la ZEC “Bardenas Reales” (ES2200037) y para las ZEPAS de “El Plano-Blanca Alta” (ES0000171) y “Rincón del Bu-La Nasa-Tripazul” (ES0000172).

En este Plan de Gestión se destacan los bosques xerófilos entre los Hábitats de Importancia Comunitaria presentes en el ZEC, poseyendo los pinares de pino carrasco naturales (HIC 9540) la mayor extensión de este hábitat en Navarra, y los carrascales riojanos y bardeneros (HIC 9340) al ser una de las pocas representaciones de la vegetación potencial de este tipo de bosque en el territorio.

Entre las comunidades arbustivas, matorrales, y pastizales xerófilos, destaca el HIC 4090 Romerales y tomillares bardeneros, por su gran extensión en la ZEC. También se encuentran presentes pastizales de *Brachypodium retusum* (HP 6220*), Hábitat Prioritario que presenta especies de flora de interés, como *Narcissus dubius*.

También se encuentran presentes Hábitats salinos de importancia por su reducida superficie a nivel europeo, como los matorrales de sosa (HIC 1420), y ontinares, orgazales y sisallares (HIC 1430). También hay presencia de la comunidad *Limonium ruizii*, Hábitat Prioritario 1510*.

Los hábitats asociados a balsas y humedales ofrecen alimentación y reproducción para la avifauna protegida y acuática, entre otras el HIC 3150 Comunidades de eloideos de balsas oligohalinas, y el HIC 3140 Praderas de caráceas.

Entre la avifauna protegida, destaca el avetoro común (*Botaurus stellaris*), siendo el Lugar un espacio de gran interés para su conservación en navarra. Otras especies destacadas son la ganga ibérica (*Pterocles alchata*) y la ganga ortega (*Pterocles orientalis)*, el águila real (*Aquila chrysaetos*), o la alondra de Dupont (*Chersophillus duponti).* Entre los mamíferos se encuentran el visón europeo (*Mustela lutreola*) y la nutria común (*Lutra lutra*). En este Lugar además se da la única cita en Navarra de eslizón ibérico (*Chalcides bedrigai*) para Natura 2000, el cual es un endemismo ibérico.

5.11 Otros espacios naturales protegidos

De acuerdo con la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y la Biodiversidad, tienen la consideración de Espacios Naturales Protegidos aquellos espacios del territorio nacional, incluidas las aguas continentales y las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, que cumplan al menos uno de los requisitos siguientes y sean declarados como tales:

- Contener sistemas o elementos naturales representativos, singulares, frágiles, amenazados o de especial interés ecológico, científico, paisajístico, geológico o educativo.
- Estar dedicados especialmente a la protección y el mantenimiento de la diversidad biológica, de la geodiversidad y de los recursos naturales y culturales asociados.

En la zona de actuación el único espacio natural protegido se corresponde con el mismo analizado en el apartado anterior, el “Lagunazo del Moncayuelo” ya que, además de ZEPA, está incluido como “Estanque Artificial de Interés Ecológico” en el Inventario de Humedales Singulares de Aragón (Decreto 204/2010, de 2 de noviembre, del Gobierno de Aragón). Inclusión que no otorga a la laguna mayor protección de la que ya dispone por ser parte de la Red Natura 2000.

Ya en Navarra, a unos 3,5 Km de distancia, se encuentra el “Parque Natural Bardenas Reales” declarado por la Ley Foral 10/1999, de 6 de abril. Declarado también como Reserva de la Biosfera, el 7 de noviembre de 2000, por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), a través del Consejo Internacional de Coordinación del Programa MaB (Man and Biosphere).

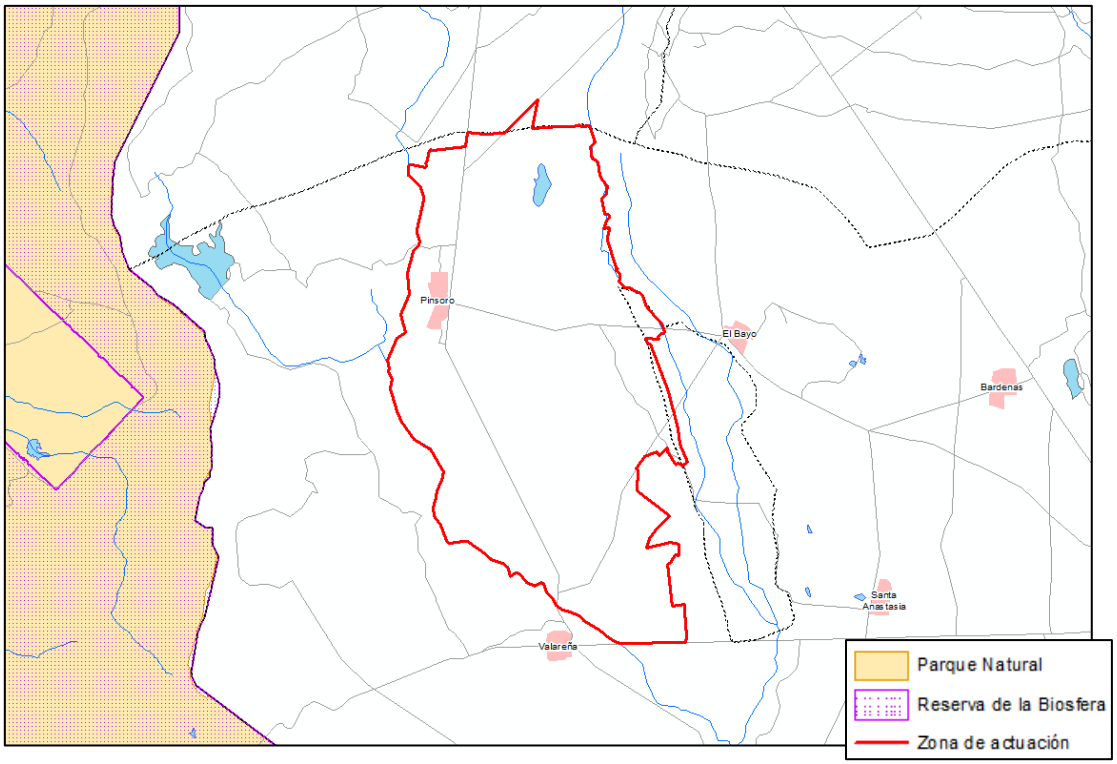


Figura 38. **Parque Natural y Reserva de la Biosfera de las Bardenas Reales al oeste de la zona de actuación (Fuente: MITECO).**

5.12 Patrimonio cultural y arqueológico

5.12.1 Introducción

Bardenas es una localidad de Ejea de Los Caballeros. Los arqueólogos han encontrado en estas tierras indicios de épocas tan pretéritas como la Edad del Bronce, el periodo Calcolítico o incluso el Neolítico. Se han descubierto huellas de la actividad humana desde el 8000 a.C. En concreto, se han hallado restos en el yacimiento arqueológico existente en la parte alta de la villa, localizado ante la iglesia de Santa María, en pleno barrio de la Corona.

Sin embargo, los primeros datos históricos relativos a Ejea aparecen con la presencia en el lugar de los suesetanos, un pueblo de lengua celta relacionado con la gran tribu belga de los suesones, y que da a Ejea el primer nombre que es conocido, Segia, del que deriva el nombre actual.

Después de que Roma asumiese el control directo del territorio vascón, tenemos constancia de un documento, el llamado «Bronce de Ascoli», en el que, en el marco de la guerra Social —de 91 a. C. a 89 a. C.—, Cneo Pompeyo Estrabón concedió la ciudadanía romana a nueve jinetes suesetanos o vascones de Segia, integrados en la llamada «Turma salluitana», como premio a sus actividades militares en dicha guerra.

Tanto bajo la República romana como bajo el Imperio romano, Segia y otras localidades de las Cinco Villas, como Tarraca —posiblemente Los Bañales de Uncastillo—, fueron objeto de una intensa romanización, motivada además por el hecho del intensivo cultivo en los llanos de la

zona de trigo y otros cereales. La calzada Caesaraugusta (Zaragoza)-Pompelo (Pamplona) constituyó la columna vertebral de las comunicaciones que atravesaban sus tierras. Asimismo, los romanos extendieron una red de vías secundarias que daban acceso a las villas y los asentamientos de la población.

Cabe suponer que Ejea se viese afectada por las revueltas de los bagaudas en el siglo v, aunque carecemos de citas documentales al respecto, ya que los disturbios y enfrentamientos producidos se centraron en Hispania en el valle del Ebro, en especial en sus zonas alta y media —saqueos de Tarazona y Zaragoza, por ejemplo.

La caída del Imperio romano supuso para Ejea un periodo de decadencia. A partir del año 545, su territorio entró en un proceso de despoblación y de disminución de la vida socioeconómica. En este contexto, el área de Ejea quedó bajo el dominio de un terrateniente hispanorromano, el Conde Casio. Los visigodos llamaron a la ciudad Egessa, denominación que aparece en algunas monedas.

La llegada de los musulmanes a la zona se produjo en 714, tres años después de su desembarco en la península ibérica. Aplicando una política de conversión, los musulmanes llegaron a un pacto con el Conde Casio: este se convirtió al islam, manteniendo todas sus posesiones pero rindiendo pleitesía al nuevo poder. De este modo, nació la dinastía muladí de los Banu Qasi. Bajo la dominación musulmana, la ciudad recibió el nombre de Siya.

En el posterior marco de la Reconquista, el rey de Pamplona Sancho Garcés I quiso reconquistar Siya en los años 907-908, lo mismo que Sancho Ramírez en 1091, en ambos casos sin éxito. No será hasta el año 1105 cuando Alfonso I el Batallador recupere la villa para los reinos cristianos, pasando a denominarse Exea.

En la guerra de Sucesión, Ejea se pronunció a favor del archiduque de Austria, por lo que fue sitiada por el ejército de Felipe de Anjou. Comandadas por el marqués de Saluzo, las tropas saquearon e incendiaron la ciudad. Los habitantes de Ejea de los Caballeros contribuyeron a la lucha contra los franceses durante la guerra de la Independencia, formando algunas guerrillas, que acudieron a combatir a Tudela. Era natural de Ejea una de las heroínas del primer Sitio de Zaragoza, Juliana Larena y Fenollé.

5.12.2 Patrimonio cultural y arqueológico

Tras un breve estudio histórico de la zona, pasamos a la descripción de los yacimientos más próximos al ámbito de estudio:

- **Cerro Vicario (YA1):** yacimiento de cronología neolítica/calcolítica indeterminado, perteneciente a Ejea de los Caballeros, con unas coordenadas de X: 654474.04 Y: 4662127.8163 UTM ETRS89 HUSO 30N.
- **Abejares (YA13):** yacimiento de cronología neolítica/calcolítica indeterminado, perteneciente a Ejea de los Caballeros, con unas coordenadas de X: 651710.2829 Y: 4659291.8348 ETRS89 HUSO 30N
- **Hacha de Valdechica (YA17):** yacimiento de industria lítica indeterminada, perteneciente a Ejea de los Caballeros, con unas coordenadas de X: 650682.2055 Y: 4656099.3100 ETRS89 HUSO 30N.

- **Caseta de Juan Ramón (YA31):** yacimiento de industria lítica indeterminada, perteneciente a Ejea de los Caballeros, con unas coordenadas de X: 639453.0533 Y: 4659573.1026 ETRS89 HUSO 30N.

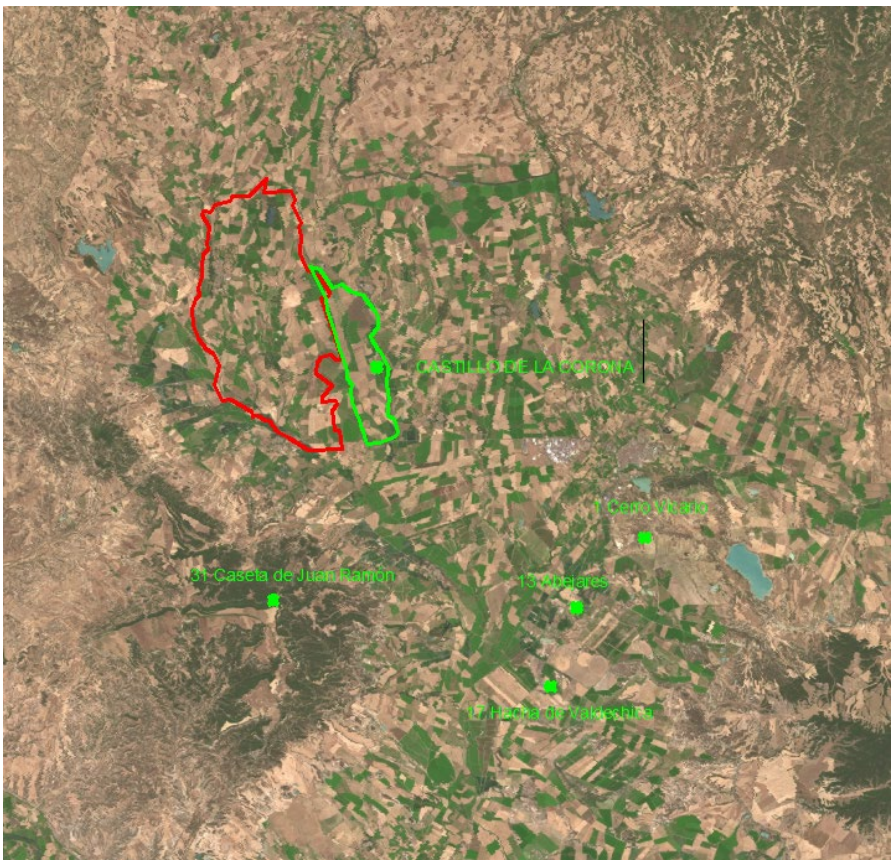


Figura 39. **Ilustración. Yacimientos arqueológicos en la zona de estudio.**

A continuación, pasamos a la descripción de los elementos patrimoniales declarados BIC más próximos al proyecto:

- **Castillo de La Corona (Biota):** zona arqueológica perteneciente a Ejea de los Caballeros, declarado BIC el 22/05/2006, con unas coordenadas de X: 643756 Y: 4669377 ETRS89 HUSO 30N.
- **Muralla de Ejea de los Caballeros:** declarada BIC 22/05/2006, perteneciente a Ejea de los Caballeros, con unas coordenadas de X: 653969 Y: 4665789 ETRS89 HUSO 30N
- **Iglesia fortificada del Salvador:** de estilo románico/gótico, perteneciente a Ejea de los Caballeros, declarada BIC 04/03/1931, con unas coordenadas de X: 653585 Y: 4665445 ETRS89 HUSO 30N. La Iglesia de San Salvador o Iglesia del Salvador es una iglesia fortaleza ubicada en Ejea de los Caballeros, Zaragoza, España. De estilo románico con transición al gótico, su construcción se inició a finales del siglo XII donde se usó sillería de piedra arenisca. Jimeno de Luna, obispo de Zaragoza, la consagró en 1222 aunque su edificación no finalizó hasta 1230, fecha que quedó grabada en una inscripción al pie de la iglesia. Los detalles románicos esculpidos sobre la portada oeste están

catalogados como los más ricos y más complejos de las Cinco Villas, además de ser el trabajo más destacado del taller del Maestro de Agüero, escultor y arquitecto de la comarca, conocido por su maestría arquitectónica de gran precisión y fuera de lo común en la época. Sus trabajos también se extendieron a lo largo de la provincia de Huesca y la comunidad de Navarra. En su interior se encuentra un retablo de gran tamaño, considerado una joya gótica del siglo XV y que contiene pinturas realizadas por Blasco de Grañén y su sobrino Martín de Soria, quien finalizó la obra tras el fallecimiento de Grañén. Los hermanos Sariñena, Domingo y Mateo, trabajaron toda la mazonería que envuelve al retablo.

- **Monasterio de La Concepción de la Virgen (Sádaba):** perteneciente a la población de Sábada, con unas coordenadas de X: 641338 Y: 4678048 ETRS89 HUSO 30N. El Monasterio de la Concepción de la Virgen de Cambrón fue en origen un monasterio cisterciense femenino fundado por Pedro II el Católico a principios del siglo XIII. Abandono, Siglo XVI El monasterio permanecerá ocupado hasta finales del siglo XVI cuando la comunidad religiosa se traslada al convento de Santa Lucía de Zaragoza. Cambio de propiedad, Siglo XVII. El monasterio es vendido en 1642 al monasterio de Rueda y posteriormente a Domingo Navarro. En 1724 pasa a ser propiedad del monasterio de la Oliva. Tras la desamortización de Mendizábal y hasta la actualidad, Cambrón pasa a manos particulares. Declaración, Siglo XXI (2004). El Boletín Oficial de Aragón del día 19 de abril de 2004 publica la Orden de 25 de marzo de 2004, del Departamento de Educación, Cultura y Deporte, por la que se declara Bien Catalogado del Patrimonio Cultural Aragonés
- **Iglesia de Santa María:** de estilo románico, perteneciente a Ejea de los Caballeros, declarada BIC 14/02/1984, con unas coordenadas de X: 641338 Y: 4678048 ETRS89 HUSO 30N. En la iglesia de Santa María de Ejea de los Caballeros sólo la portada sur conserva el estilo románico original, con reminiscencias cistercienses. En ésta puede observar la sucesión de arquivoltas y columnas adosadas, todas ellas decoradas con elementos geométricos y ornamentos florales. En el tímpano, el crismón aragonés cargado sobre un arco escarzado de época barroca. En este mismo lado sur observará el hueco de un antiguo sarcófago, el cual tiene en lo alto el ejemplo más antiguo del escudo de la villa de Ejea de los Caballeros. La portada oeste está muy modificada por una readaptación hecha entre 1649 y 1650, que afectó también a la torre-campanario. La composición y estructura de esta portada pertenece al barroco. Destacan los testimonios esculpidos de los dos escudos básicos de Ejea: el de la banda (el más antiguo) y el del caballero. En cuanto al interior, lo constituye una nave única, cubierta por bóveda de cañón apuntado. El ábside, en la cabecera del templo, es poligonal y se encuentra recorrido por una arquería ciega, con vanos abocinados y cubierta de horno nervada. Las capillas, mejor dicho, los arcosolios se abrieron entre los contrafuertes a partir del siglo XV.

Figura 40. **Ilustración. Yacimientos arqueológicos en la zona de estudio.**

5.12.3 Patrimonio pecuario

Las vías pecuarias son un patrimonio cultural que en los tiempos de la Mesta (siglos XIII al XIX), los ganados de las zonas frías y montañosas de la Península se trasladaban de un lugar a otro de su geografía, en una búsqueda permanente de pastos estivales e invernales, en un desplazamiento denominado "trashumancia".

El impulso económico y social de este movimiento ganadero fue favorecido por el Estado, constituyendo la organización de la Mesta, que legisló sobre los pastos y los caminos, trazando rutas, dormideros, esquiladeros, corrales, etc. A pesar de estar en desuso, los caminos y cordeles mantienen su privilegio de paso franco y pueden recorrerse en la actualidad, rememorando los vestigios de la forma de vida rural e itinerante de otras épocas y percibir su contenido histórico, monumental y paisajístico.

Las vías pecuarias están clasificadas en cuatro categorías según su anchura:

- Cañadas: hasta 75 metros de anchura (90 varas castellanas)
- Cordeles: hasta 37,5 metros de anchura
- Veredas: hasta 20 metros de anchura
- Coladas: cualquier vía pecuaria de menor anchura que las anteriores

La red de vías pecuarias no se extiende sobre todas las regiones españolas, sino que está restringida a aquellas zonas donde las condiciones climáticas impiden la explotación de los pastos durante todo el año. Por lo tanto, en Galicia y a lo largo de la Cornisa Cantábrica, no existen cañadas. En el resto de España, las vías pecuarias reciben distintos nombres, en Aragón se conocen como cabañeras, mientras que en Cataluña se llaman carreradas, en Andalucía, son veredas de la carne y en Castilla, aparte del nombre genérico de cañadas, se denominan también galianas, cordones, cuerdas y cabañiles.

Los caminos pecuarios son ancestrales veredas o redes de vías que canalizan movimientos periódicos de ganados, a su vez ejes básicos de un sistema ganadero que se fundamenta en los desplazamientos cíclicos de animales y personas y que conocemos modélicamente como trashumancia.

La ley 10/2005, de 11 de noviembre, de vías pecuarias de Aragón es la que regula su uso y ocupaciones. En la zona de actuación, se afectarán las siguientes vías pecuaria:

- Por el paso de tuberías:
  - "Cañada Real de Navarra"
  - "Cordel de Sádaba"
  - "Colada de la Palia o Muga de Sádaba"
- Por la estación de filtrado y paso de tuberías:
  - "Colada de Trosil o de las Casas de Calero"
- Por la excavación de la balsa:
  - "Vereda del Corral de las Cuevas"

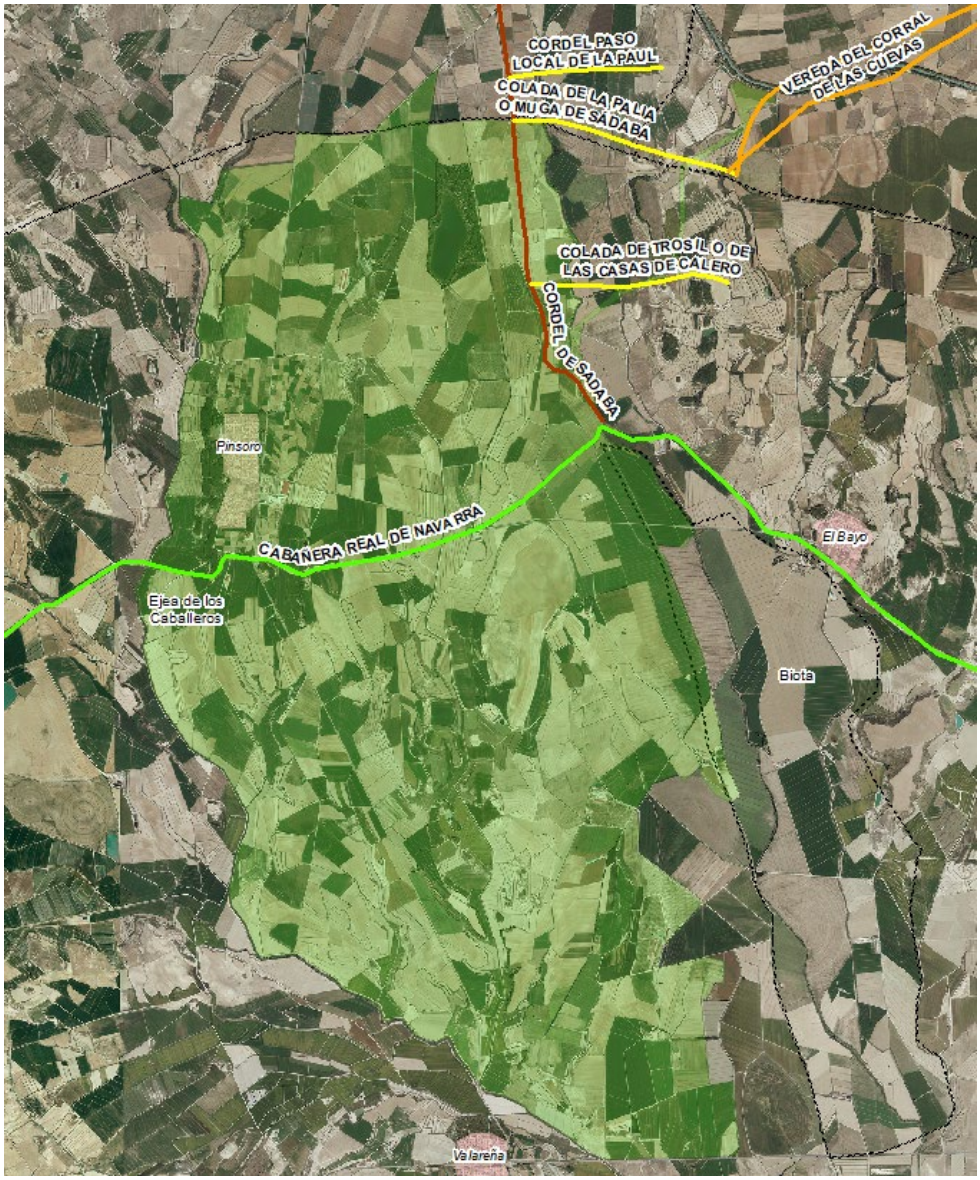


Figura 41. **Vías pecuarias en la zona de actuación (Fuente: IDE Aragón)**

5.13 Medio socioeconómico

Ejea de los Caballeros se encuentra situada en el noroeste de la provincia de Zaragoza, en las coordenadas 42º 07' 48'' latitud norte y 1º 08' 09'' longitud oeste. El término municipal, de 613,35 Km^2, ocupa la franja centro-oeste de la Comarca de las Cinco Villas.

5.13.1 Población

Ejea de los Caballeros es el octavo municipio más poblado de Aragón (a fecha 1 enero de 2021). Su población es de 17.036 habitantes, con un reparto casi igual entre sexos (51,4% hombres y

48,6% mujeres). A continuación, se desglosa el número total de habitantes por unidades poblacionales:

Clasificación	Denominación	Población
1.-Municipio	**EJEA DE LOS CABALLEROS**	**17.036**
2.-Entidad singular	EJEA DE LOS CABALLEROS	17.036
3.-Núcleo	EJEA DE LOS CABALLEROS	14.246
3.-Núcleo	BARDENAS	507
3.-Núcleo	BAYO (EL)	269
3.-Núcleo	FARASDÚES	74
3.-Núcleo	PINSORO	645
3.-Núcleo	RIVAS	423
3.-Núcleo	SABINAR (EL)	176
3.-Núcleo	SANTA ANASTASIA	396
3.-Núcleo	VALAREÑA	294
3.-Núcleo	POLÍGONO VALDEFERRÍN	0
4.-Diseminado	*DISEMINADO*	6

Figura 42. **Unidades poblacionales (actualizado a mayo de 2022). Fuente: Instituto Aragonés de Estadística (IAEST).**

La estructura de la población a fecha 1 de enero de 2021 es la siguiente:

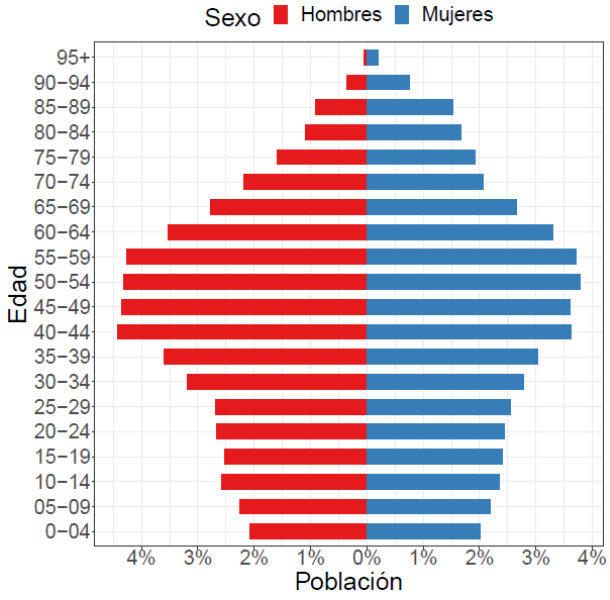


Figura 43. **Pirámide poblacional Ejea de los Caballeros (Fuente: IAEST)**

En la densidad de población de los últimos años, existe una evolución positiva, siendo en la actualidad de 27,31 habitantes/Km^2, mientras que la de la comarca de Cinco Villas a la que pertenece, es de 10,1.

5.13.2 Empleo

El sector servicios es el que más empleo genera, seguido de la industria, la agricultura y la construcción tal y como refleja la siguiente imagen.

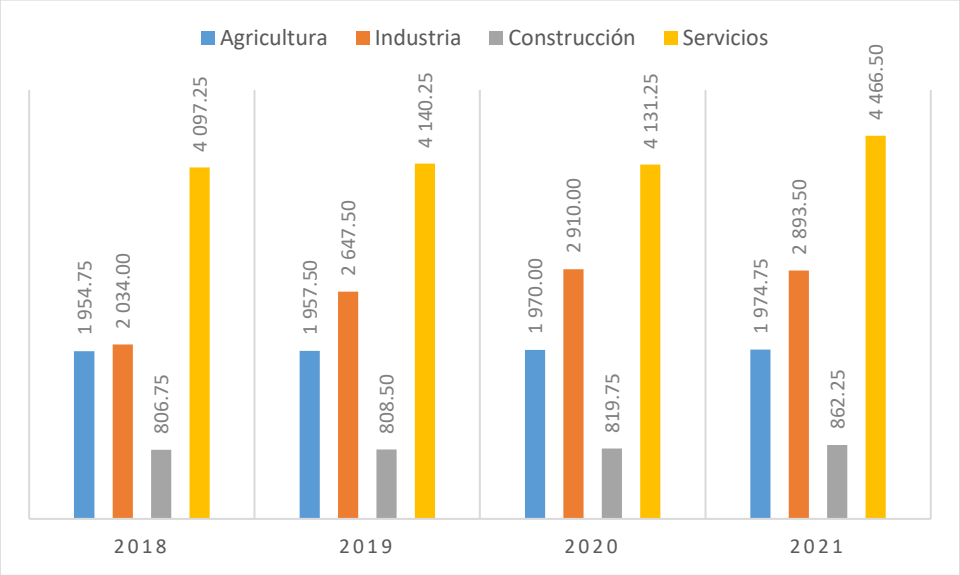


Figura 44. **Media anual de trabajadores por sector de actividad. Incluyendo todos los regímenes de afiliación y los trabajadores por cuenta propia (Fuente: IAEST).**

Dentro del sector **Servicios** la rama de actividad que más trabajadores tiene es el comercio al por mayor y al por menor y la reparación de vehículos de motor y motocicletas, seguido de actividades inmobiliarias, profesionales, científicas y técnicas.

En cuanto a la **Industria**, el suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado es la rama que más trabajadores emplea, seguida de la metalurgia y la industria de la alimentación, bebidas y tabaco.

Por lo que respecta a la **Agricultura**, tal y como puede observarse a continuación, existe un mayor número de explotaciones agrícolas frente a las ganaderas, y dentro de las primeras, los cultivos herbáceos en regadío son a los que se dedica mayor superficie cultivada (un 68%).

Tipo de Explotaciones	Número
Total	**1.038**
Agrícolas	846
Ganaderas	26
Agricultura y ganadería	166

Figura 45. **Censo agrario 2019. Explotaciones por tipo (Fuente: IAEST)**

Tabla nº 24. **Distribución tierras de cultivo (Ha). Año 2020 (Fuente: Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Gobierno de Aragón)**

Tierras de cultivo	Regadío	Secano	Total
Cultivos herbáceos	28.448	6.022	34.470
Barbechos y otra tierras agrícolas no ocupadas	2.753	2.849	5.602
Cultivos leñosos	1.503	109	1.612

5.13.3 Infraestructuras y servicios

Varios son los **ejes de comunicación** que se pueden utilizar para acceder a Ejea, la carretera A-127 vertebra la comarca de las Cinco Villas y Ejea de norte a sur.

La A-125 conecta a Ejea con Tudela (Navarra) por el oeste y con Huesca por el este, constituyendo un eje de comunicación transversal e interregional que se proyecta hacia la Autopista de Medinacelli-Madrid y la autovía Somport-Sagunto, respectivamente.

La carretera A-1204 une Ejea con el norte de la comarca, desde sus Barrios Rurales de Rivas y Farasdues hasta los municipios de Asin y Luesia.

Los seis Barrios de Colonización (Bardenas, Santa Anastasia, El Bayo, Pinsoro, Valareña y Sabinar), además de Farasdues y Rivas, cuentan con una red de carreteras secundarias que los comunican entre sí, y los conectan con el resto del municipio.

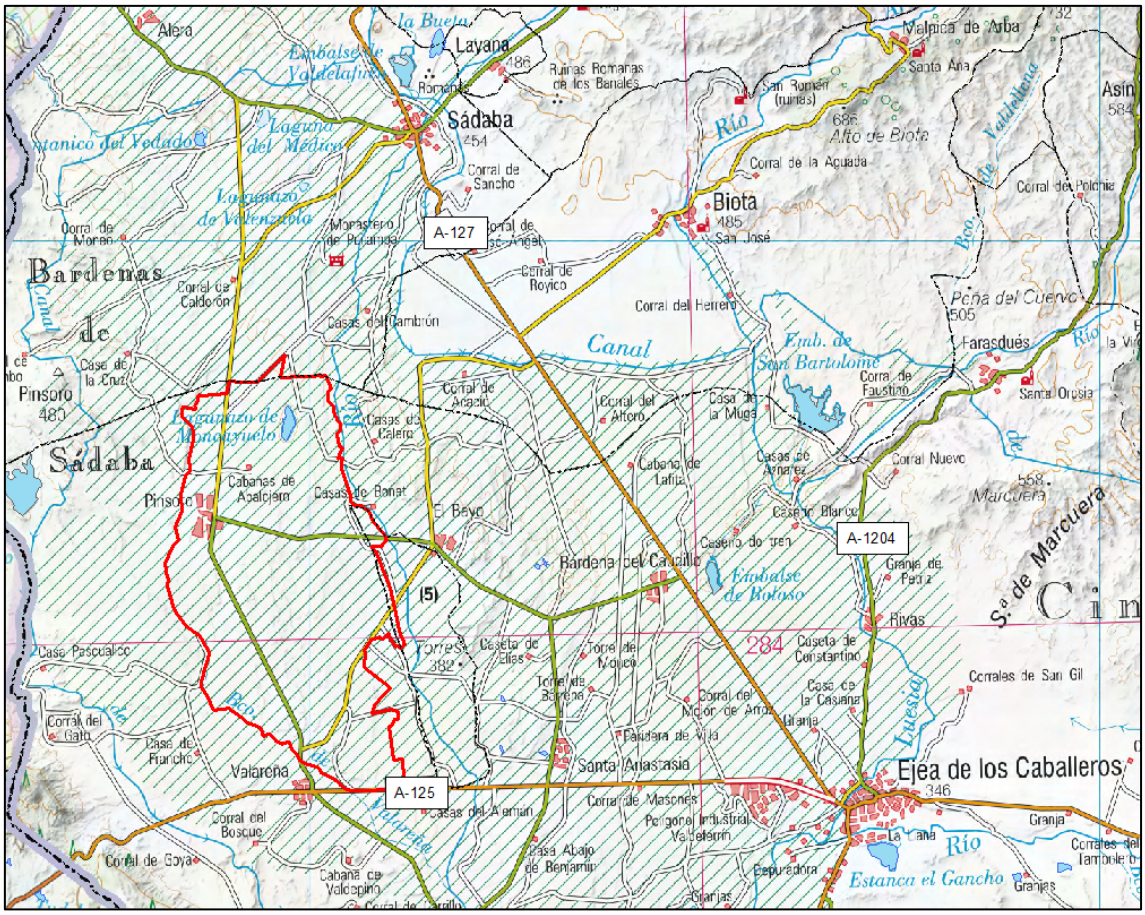


Figura 46. **Ejes de comunicación en el entorno de la zona de actuación (Fuente: elaboración propia)**

Por otro lado, en la siguiente tabla se recoge información de los **servicios disponibles** en el municipio:

Tabla nº 25. **Servicios disponibles en Ejea de los Caballeros (Fuentes: Instituto Aragonés del Agua e IAEST).**

	INFRESTRUCTURA	UDS
USO DEL AGUA	Depuradora de aguas residuales	1
EQUIPAMIENTOS SANITARIOS	Farmacias	6
	Centros de Salud	1
	Consultorios	8
	Hospitales	1
EDUCACIÓN	Centros de enseñanza	9
EQUIPAMIENTOS CULTURALES	Bibliotecas	2

5.14 Cambio climático

El cambio climático ya es una realidad a nivel mundial. No es necesario analizar los estudios realizados al respecto para conocer qué efectos puede tener, ya que estos se están manifestando de una forma u otra en todos los puntos del planeta.

En España el **Plan de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030** (en adelante PNACC) es un "*instrumento de planificación básico para promover la acción coordinada y coherente, desde una perspectiva transversal (desde distintos campos), multilateral (por parte de distintos actores) y multinivel (desde distintas escalas territoriales), ante los riesgos y amenazas que presenta el cambio climático en los diferentes ámbitos de la sociedad. Sin perjuicio de las competencias que correspondan a las diversas Administraciones Públicas, el PNACC define objetivos, criterios, ámbitos de aplicación y acciones para construir resiliencia, anticipar y minimizar daños, y definir las orientaciones para los sectores y la sociedad." (Fuente:* Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030 (miteco.gob.es)*)*

Según este plan, los impactos más significativos a nivel nacional están siendo:

- *Incremento de las temperaturas.*
- *Alargamiento de los veranos.*
- *Aumento de las noches tórridas (Tª≥25 ºC)*
- *Incremento del número de días de ola de calor*: en este sentido cabe destacar los 42 días de ola de calor sufridos en el verano de 2022, la ola de calor más intensa desde que se tienen registros (desde el año 1975).
- *Disminución de las precipitaciones.*
- *Desaparición de los glaciares (Pirineos).*
- *Disminución de los caudales medios de los ríos.*
- *Expansión del clima semiárido.*
- *Aumento de la temperatura del agua marina.*
- *Ascenso del nivel medio del mar.*
- *Acidificación de las aguas marinas.*

Ante los riesgos que conllevan estos impactos, en el PNACC se plantean los siguientes objetivos específicos:

1. *Reforzar la observación sistemática del clima, la elaboración y actualización de proyecciones regionalizadas de cambio climático para España y el desarrollo de servicios climáticos.*
2. *Promover un proceso continuo y acumulativo de generación de conocimiento sobre impactos, riesgos y adaptación en España y facilitar su transferencia a la sociedad, reforzando el desarrollo de metodologías y herramientas para analizar los impactos potenciales del cambio climático.*
3. *Fomentar la adquisición y el fortalecimiento de las capacidades para la adaptación.*

4. *Identificar los principales riesgos del cambio climático para España, teniendo en cuenta su naturaleza, urgencia y magnitud, y promover y apoyar la definición y aplicación de las correspondientes medidas de adaptación.*
5. *Integrar la adaptación en las políticas públicas.*
6. *Promover la participación de todos los actores interesados, incluyendo los distintos niveles de la administración, el sector privado, las organizaciones sociales y la ciudadanía en su conjunto, para que contribuyan activamente a la construcción de respuestas frente a los riesgos derivados del cambio climático.*
7. *Asegurar la coordinación administrativa y reforzar la gobernanza en materia de adaptación.*
8. *Dar cumplimiento y desarrollar en España los compromisos adquiridos en el contexto europeo e internacional.*
9. *Promover el seguimiento y evaluación de las políticas y medidas de adaptación.*

Para facilitar la gestión de las distintas actividades encaminadas a la adaptación al cambio climático, tanto en el sector público como en el privado, se definen en el plan 18 ámbitos de trabajo. El que concierne a la temática del presente documento es el de "Agricultura, Ganadería, Pesca, Acuicultura y Alimentación" cuyos objetivos específicos relacionados con la agricultura son:

- Reducir los riesgos derivados del cambio climático para la seguridad alimentaria.
- Actualizar o ampliar el conocimiento relativo a la evaluación de los riesgos (peligros, exposición, vulnerabilidad) e impactos del cambio climático sobre los principales tipos de cultivos, especies ganaderas y pesquerías, así como en el sector de la alimentación, incluyendo la interrelación de todos los elementos del sistema alimentario e integrar dicho conocimiento en los planes, normativas y estrategias de estos sectores.
- Promover el desarrollo de intervenciones de adaptación a través del Plan Estratégico de España para la PAC post 2020 y otros instrumentos.
- Promover la adaptación de la agricultura y la ganadería a los cambios del clima ya verificados, así como a los previstos, con especial énfasis en su ajuste a los recursos hídricos disponibles mediante los correspondientes sistemas de gestión.
- Promover la sostenibilidad del sistema alimentario y la adaptación al cambio climático del medio rural, fomentando los canales cortos de comercialización, la bioeconomía, la economía circular y la agricultura de proximidad, entre otras estrategias de menor impacto climático y mayor resiliencia.

A nivel autonómico, la **Estrategia Aragonesa de Cambio Climático, Horizonte 2030** (en adelante EACC 2030), tiene los siguientes objetivos estratégicos:

1. *Contribuir a la reducción del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a los niveles de 1990.*
2. *Reducir un 26% las emisiones del sector difuso con respecto al año 2005.*
3. *Aumentar la contribución mínima de las energías renovables hasta el 32% sobre el total del consumo energético.*
4. *Integrar las políticas de cambio climático en todos los niveles de gobernanza.*

5. *Desarrollar una economía baja en carbono en cuanto al uso de la energía y una economía circular en cuanto al uso de los recursos.*

Para lograr estos objetivos, la EACC 2030 recoge las siguientes metas:

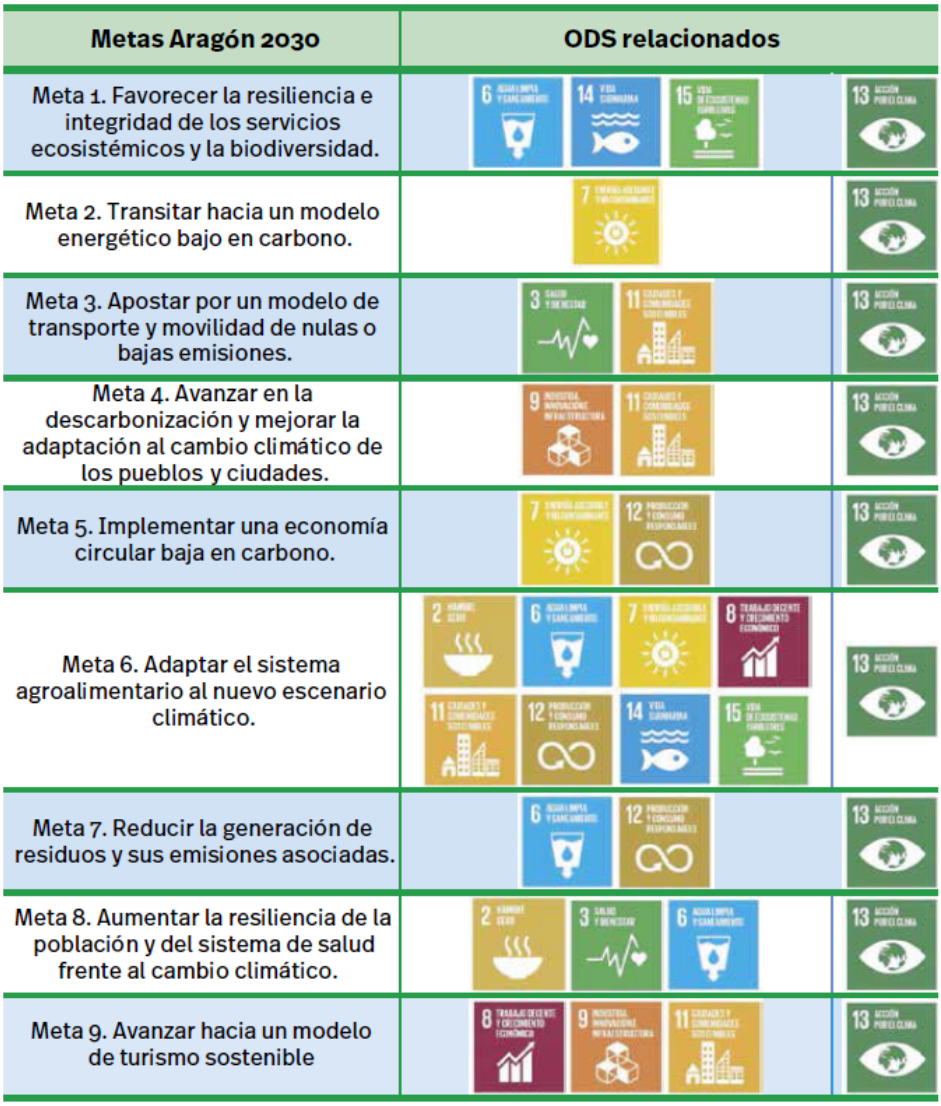


Figura 47. **Metas EACC 2030 (Fuente: Documento - Estrategia Aragonesa Cambio Climático (estrategiaaragonesacambioclimatico.es)).**

El presente proyecto se encuentra dentro de la **Meta 6. Adaptar el sistema agroalimentario al nuevo escenario climático**. La agricultura es una de las actividades más afectadas por el cambio climático debido a que depende directamente de factores como la temperatura, la precipitación, la disponibilidad de agua en cantidad y calidad. A las variaciones en los factores anteriores, en detrimento de la producción agraria, cabe sumar el aumento de fenómenos meteorológicos extremos cada vez más frecuentes, que provocarán cuantiosos daños al sector. Por otro lado, la agricultura es una de las actividades que, debido al uso de fertilizantes, el incremento del uso

del agua y su mala gestión, los cambios en tipos de cultivo e intensificación de los mismos, entre otros, ha contribuido al empeoramiento de los factores de los que depende.

Las rutas de actuación propuestas para lograr la Meta 6 son:

- Ruta de actuación 17: facilitar la resiliencia del sector agrario ante el cambio climático, con la implicación de las entidades afectadas.
- Ruta de actuación 18: favorecer el modelo de agricultura familiar, profesional y sostenible como base de nuestro mundo rural.
- Ruta de actuación 19: garantizar el uso eficiente del agua agraria.

6 IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE IMPACTOS

6.1 DEFINICIONES SEGÚN EL MARCO LEGAL VIGENTE

Según la ley 21/2013 de evaluación ambiental, los criterios a considerar en la valoración de impactos son los siguientes:

a) Efecto directo: Aquel que tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental.

b) Efecto indirecto o secundario: Aquel que supone incidencia inmediata respecto a la interdependencia, o, en general, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.

c) Efecto acumulativo: Aquel que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.

d) Efecto sinérgico: Aquel que se produce cuando, el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes, supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Asimismo, se incluye en este tipo aquel efecto cuyo modo de acción induce en el tiempo la aparición de otros nuevos.

e) Efecto permanente: Aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar.

f) Efecto temporal: Aquel que supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse.

g) Efecto a corto, medio y largo plazo: Aquel cuya incidencia puede manifestarse, respectivamente, dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual, antes de cinco años, o en un periodo superior.

h) Impacto ambiental compatible: Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa medidas preventivas o correctoras. preventivas o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.

j) Impacto ambiental severo: Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige medidas preventivas o correctoras, y en el que, aun con esas medidas, aquella recuperación precisa un período de tiempo dilatado.

k) Impacto ambiental crítico: Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Con él se produce una pérdida permanente de la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

l) Impacto residual: Pérdidas o alteraciones de los valores naturales cuantificadas en número, superficie, calidad, estructura y función, que no pueden ser evitadas ni reparadas, una vez aplicadas in situ todas las posibles medidas de prevención y corrección.

m) Peligrosidad sísmica: Probabilidad de que el valor de un cierto parámetro que mide el movimiento del suelo (intensidad, aceleración, etc.) sea superado en un determinado período de tiempo.

6.2 Metodología

Con objeto de evaluar los impactos ambientales asociados al desarrollo de la ejecución y la explotación de las actuaciones e infraestructuras proyectadas, se ha dividido el análisis en dos fases. En la primera de ellas se identifican las alteraciones que se pueden producir por los trabajos contemplados, durante la fase de ejecución y explotación, sobre los elementos abióticos, bióticos, paisajísticos y socioeconómicos del entorno. Una vez identificados, se procede a su valoración en base a la nomenclatura contemplada en la normativa de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley 21/2013, de Evaluación Ambiental).

Entre las metodologías disponibles, se ha seleccionado un método basado en la Matriz de Leopold. La ventaja que presenta este método es que resulta sencillo a la par que completo al contemplar las interacciones entre los elementos que componen el medio físico, biológico, paisajístico, económico y social, y las actividades o actuaciones proyectadas en cada una de las fases.

En un primer análisis se relacionan las actuaciones del proyecto que pueden causar alteraciones con los elementos del medio afectados. Mediante dicho cruce se identifican los impactos generados por la actividad. A continuación, se caracteriza cada una de las alteraciones y finalmente, se plasma la expresión de dicha evaluación en una escala de niveles de impacto.

Para que el análisis cuantitativo elegido sea útil a la hora de profundizar en el conocimiento y valoración final de los impactos, deben de definirse los criterios de valoración adecuadamente. Las características que se van a analizar son las siguientes:

- **CARÁCTER:** Hace referencia a si el impacto es **positivo o negativo** con respecto al estado previo a la actuación. En el primer caso será beneficioso y en el segundo adverso. Se considera impacto positivo a aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costes y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada. Se considera impacto negativo a aquel que se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o un aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación, y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológica-geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.
- **TIPO DE ACCIÓN:** El efecto sobre los elementos del medio puede producirse de una forma **directa** (tiene una incidencia inmediata en algún aspecto ambiental) o **indirecta,** es decir, el efecto es debido a interdependencias o en genera, respecto a la relación de un sector ambiental con otro.
- **DURACIÓN:** Este criterio se refiere a la escala de tiempo en la que actúa el impacto, puede ser **temporal** (aquel que supone una alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede estimarse o determinarse) o **permanente** (aquel que supone una alteración indefinida en el tiempo de factores de acción predominante en la estructura o en la función de los sistemas de relaciones ecológicas o ambientales presentes en el lugar).

- **MOMENTO:** Se refiere al momento en que se manifiesta el impacto: **a corto plazo** (dentro del tiempo comprendido en un ciclo anual), **a medio plazo** (antes de cinco años) y **a largo plazo** (en periodos superiores).
- **SINERGIA:** Alude a la combinación de los efectos para originar uno mayor; en este caso se habla de **impactos simples, acumulativos y sinérgicos**. Un efecto simple es aquel que se manifiesta sobre un solo componente ambiental, sin consecuencias en la inducción de nuevos efectos, ni en la de su acumulación. El efecto acumulativo es aquel que incrementa progresivamente su gravedad al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, al carecerse de mecanismos de eliminación con efectividad temporal similar a la del incremento del agente causante del daño.
- **REVERSIBILIDAD:** Se considera impacto **reversible** aquel en el que la alteración que supone puede ser asimilada por el entorno de forma medible, a medio plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio. El impacto **irreversible** es aquel que supone la imposibilidad o la "dificultad extrema" de retornar a la situación anterior a la acción que lo produce.
- **RECUPERABILIDAD:** Un impacto **recuperable** es aquel en el que la alteración que supone puede eliminarse, bien por la acción natural, bien por la acción humana y, asimismo, aquel que la alteración que supone puede ser reemplazable. Por lo contrario, en un impacto **irrecuperable** la alteración o pérdida que se provoca es imposible de reparar o restaurar, tanto por la acción natural como por la humana.

Una vez caracterizados los diferentes impactos, se ha procedido a la valoración de los IMPACTOS NEGATIVOS según la siguiente escala de niveles de impacto:

- **COMPATIBLE:** Aquel cuya recuperación es inmediata tras el cese de la actividad, y no precisa prácticas protectoras o correctoras.
- **MODERADO:** Aquel cuya recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- **SEVERO:** Aquel en el que la recuperación de las condiciones del medio exige la adecuación de medidas protectoras o correctoras, y en que, aun con estas medidas, la recuperación precisa de un periodo de tiempo dilatado.
- **CRÍTICO:** Aquel cuya magnitud es superior al umbral aceptable. Se produce una pérdida permanente en la calidad de las condiciones ambientales, sin posible recuperación, incluso con la adopción de medidas protectoras o correctoras.

Por último, cabe la posibilidad de que una acción analizada no conlleve impactos significativos sobre el medio, en cuyo caso se indicará como **IMPACTO NO SIGNIFICATIVO.**

6.3 Identificación de impactos potenciales

Todo proyecto conlleva una serie de repercusiones sobre el entorno donde se desarrolle. A continuación, se identifican las diferentes acciones que componen cada una de las etapas asociadas al mismo (ejecución o construcción y explotación), así como la incidencia que dichas acciones pueden tener sobre el medio.

Fase ejecución o construcción:

Las acciones contempladas durante la fase de ejecución de las obras de modernización son:

- Ocupación del suelo.
- Preparación del terreno (desbroce y despeje).
- Circulación de maquinaria y transporte de materiales.
- Acopio de materiales.
- Movimiento de tierras (excavaciones y rellenos).
- Construcción en general (tuberías y cabezales de riego).
- Construcción de la balsa.
- Necesidad de mano de obra (empleo).
- Acondicionamiento y limpieza.

Como ya se ha expresado en apartados anteriores, la modernización de la zona conlleva dos fases, la primera contempla la construcción de las redes de distribución principales, las cuales parten de la balsa ubicada junto al Canal de Bardenas y discurren, en su mayoría, paralelas a los caminos existentes para conducir las aguas del canal hasta las parcelas agrícolas. Y, la segunda, contempla la modernización en parcela mediante la instalación de mecanismos de riego localizado (aspersión o/y goteo).

Fase de explotación:

La fase de explotación del proyecto lleva asociada una serie de acciones que afectarán directa o indirectamente al entorno. Estas actividades contemplan tanto el desarrollo de la actividad agraria (uso y tránsito de vehículos agrícolas, laboreo de suelo, nuevos patrones y métodos de riego, explotación y mantenimiento de las instalaciones, consumo energético, ocupación permanente del suelo, etc.). Es preciso que aquellas acciones relacionadas con la infraestructura asociada a la modernización sean lo menos invasivas posible y que se mantengan y empleen la red de caminos actual para evitar incrementar las tasas de ocupación del terreno.

En los siguientes apartados se han identificado y relacionado las principales acciones de la **fase de ejecución** que puedan generar alteraciones sobre los diferentes elementos que componen el medio afectado y se ha hecho referencia a los criterios contemplados para la valoración del nivel del impacto que pueden generar.

Fase de desmantelamiento:

En este proyecto no será necesario llevar a cabo una fase de desmantelamiento, ya que las instalaciones anteriormente existentes, las acequias de riego, seguirán siendo utilizadas por algunos regantes que rechacen utilizar el nuevo sistema de riego modernizado.

Alteraciones en el medio físico:

Atmósfera:

- Alteración en la calidad del aire (contaminación)
- Contaminación acústica

Hidrología:

- Cambios en la calidad de las aguas (contaminación)
- Modificación de los cursos de agua artificiales (acequias y canales de riego)

Geología y geomorfología:

- Cambios en el relieve

Edafología:

- Destrucción, pérdida o disminución de la calidad del suelo
- Compactación del suelo
- Alteraciones en las características químicas (contaminación)

Alteraciones en el medio biótico:

Vegetación:

- Destrucción y degradación de la vegetación situada en el entorno de las actuaciones.

Fauna:

- Afecciones a la calidad de los hábitats
- Alteraciones en el comportamiento
- Afección directa a la micro fauna (invertebrados y micromamíferos)

Alteraciones en el medio socioeconómico

Población:

- Creación de empleo
- Molestias a la población local por las obras

Sectores socioeconómicos:

- Dinamización económica.
- Tecnificación del sector y mejora de la eficiencia

Patrimonio arqueológico:

- Posibles afecciones sobre el patrimonio cultural.

Patrimonio pecuario:

- Posibles alteraciones en el trazado de las vías.

Paisaje:

- Afección de la calidad del paisaje
- Visibilidad e intrusión visual

6.4 EFECTOS PREVISIBLES SOBRE EL ENTORNO Y SUS VALORES AMBIENTALES:

Tras identificar las posibles alteraciones que puede sufrir el medio como resultado de la ejecución de las fases contempladas en la modernización de la zona regable, se procede a realizar la valoración de los impactos asociados.

Para abordar dicha fase de forma objetiva se debe valorar los impactos sobre los diferentes elementos afectados basándose en las características propias de cada uno. Para ello, previamente, se han determinado criterios e indicadores propios, objetivos, representativos y en la medida de los posible cuantificables, para cada uno de los componentes que conforman el medio ambiente.

- ***Geología, Geomorfología y Edafología (suelo):*** volumen de suelos afectados, superficie afectada, riesgo de erosión, cambios en la estructura por compactación, contaminación por vertidos incontrolados.
- ***Atmósfera/Clima:*** contaminación por emisiones a la atmósfera, niveles acústicos generados, áreas afectadas por los ruidos, aporte de partículas en suspensión.
- ***Hidrología:*** proximidad a los cauces naturales o cursos de agua, generación de lixiviados, permeabilidad del suelo, comportamiento hidrogeológico, alteración de la red de drenajes.
- ***Vegetación:*** unidades de vegetación afectadas por superficie, tipo de vegetación afectada, capacidad de autorregeneración.
- ***Fauna:*** tipo de especies afectadas, alteración de los hábitats, unidades de fauna afectadas, alteración del comportamiento por perturbaciones, periodo de nidificación y de reproducción, especies protegidas.
- ***Socio-economía:*** tráfico en la zona, grado de antropización, nivel y calidad del empleo generado, cambio en los usos del suelo, riesgos en la población, influencia sobre los sectores económicos locales, identificación de elementos de interés histórico-cultural, espacios naturales protegidos, infraestructuras afectadas.
- ***Paisaje:*** nivel de intrusión visual del proyecto, nivel de afección por unidad de paisaje, cuencas visuales.

6.4.1 Valoración de la incidencia sobre la calidad atmosférica

6.4.1.1 *Composición atmosférica.*

Fase de ejecución

La construcción e instalación de la red presurizada de distribución principal, la modernización en parcela y la construcción de la balsa, así como del resto de infraestructura prevista, generará un aumento de la concentración de partículas en suspensión como consecuencia principalmente de las labores de excavación al efectuar la apertura y el cierre de las zanjas, y la construcción de la balsa de regulación.

El incremento del tránsito de vehículos y el transporte de materiales de construcción generará emisiones de contaminantes atmosféricos y un aporte de partículas sólidas en suspensión que posteriormente sedimentarán sobre las superficies del entorno pudiendo incidir sobre la vegetación y en determinadas condiciones a las viviendas próximas a las zonas de actuación.

La composición de la atmósfera también podrá verse afectada por el acopio de materiales o por el mantenimiento de la maquinaria.

Dado que todas alteraciones de la composición atmosférica durante la fase de ejecución pese a ser de carácter negativo, tienen una duración en el tiempo limitada (temporal) se determina que la magnitud del impacto es **MODERADA**.

Por lo que, en el Plan de Vigilancia se establecerán las medidas pertinentes para controlar los factores de emisión: revisiones de la maquinaria, riegos periódicos para reducir el polvo en suspensión, limpieza de accesos, evitar el acopio de materiales que puedan generar malos olores (contenido de materia orgánica), etc.

IMPACTO: negativo, directo, temporal, acumulativo, reversible, recuperable, MODERADO.

Fase de explotación

Actualmente en esta zona a modernizar hay una serie de propietarios que ya han modernizado sus parcelas con grupos electrógenos o diesel, concretamente una superficie de 268,58 ha de 19 propietarios.

Según los datos facilitados por los propietarios, actualmente se consume entre 150 y 250 litros de gasóleo/ha por campaña. Este consumo depende del tipo de cultivo, necesitando para el cereal de invierno 150 litros/ha (cebada, trigo, colza…), y 250 l/ha para cereales y cultivos de verano (maíz, alfalfa, hortalizas…). Esta superficie recibe servicio mediante el empleo de 19 bombas horizontales de cámara seca con un caudal unitario de 144 m^3/h, y una potencia necesaria unitaria de 25 kW. Las necesidades hídricas brutas de esta zona (según anejo agronómico) son de 1.987.492 m^3, el tiempo teórico de funcionamiento de las 19 bombas y la energía consumida serán:

(1.987.492 m^3/144 m^3/h) /19 bombas = **726 h/año**

726 h * 25 kW * 19 bombas = **345,05 MWh**

Según los datos facilitados por los propietarios, actualmente se consume entre 150 y 250 litros de gasóleo/ha por campaña. Actualmente, asumiendo un consumo medio de 200 litros/ha, para el riego de las 268,58 ha modernizadas se consumen **53.176 litros de gasóleo al año.**

Tras la modernización, los bombeos particulares serán sustituidos por una nueva estación de bombeo que contará con 3 bombas, con un caudal de 540 m^3/h, una de ellas de reserva.

Por lo que teniendo en cuenta que, para la misma superficie y la misma demanda hídrica, las horas de trabajo de las bombas y sus necesidades energéticas son de:

(1.915.046 m^3/ 540 m^3/h) / 2 bombas = **1.773 h/año**

1773 h * 45 kW * 2 bombas = **159,57 MWh**

Según los datos del anejo nº 9, el grupo electrógeno tiene un consumo de 18 litros a la hora. Dado que se calcula que se empleará 1.773 horas al año de trabajo, el consumo estimado será de **31.914 litros al año**.

Lo cual supone una reducción significativa edl consumo de diesel y, por tanto, en las emisiones de contaminantes derivados a la atmósfera.

IMPACTO: **POSITIVO,** directo, permanente y acumulativo.

6.4.1.2 *Confort sonoro*

Fase de ejecución

La gran mayoría de trabajos contemplados en esta fase comportarán inevitablemente un incremento de los niveles acústicos de la zona. Se trata de un impacto temporal dado que este concluirá con el fin de los trabajos.

Como resultado de la alteración sonora, se generará una migración de la fauna hacia espacios libres de ruido. Respecto a las molestias causadas a las poblaciones locales o las instalaciones agrícolas cercanas, las perturbaciones se mantendrán durante esta fase hasta su finalización. Por todo ello, se determina que se trata de un impacto de magnitud **MODERADO.**

En el Plan de vigilancia se incluirá el control de la maquinaria, asegurando que pasan las revisiones específicas y que cumplen con los niveles de sonoridad.

Además, para evitar agravamientos sobre las etapas vitales de del Avetoro común (*Botaurus stellaris*), especie catalogada como en peligro de extinción, las obras realizadas en el entorno de la laguna de la Laguna del Moncayuelo no se podrán llevar a cabo durante los meses de nidificación y cría. Por lo que será necesaria una planificación adecuada de los trabajos que se ajusten a dicha restricción.

Por último, si se confirma la presencia de nidos de las especies *Milvus milvus* o Milano Real, *Neophron percnopterus* o Alimoche común, *Pterocles alchata* o Ganga común, *Pterocles orientalis* o Ortega y *Tetrax tetrax* o Sisón común, se comunicará al responsable del seguimiento ambiental para que se evalúe si la incidencia generada por las obras supone un riesgo, en caso de confirmación se procederá a la paralización y aplazamiento de las obras.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, simple, reversible, recuperable y MODERADO.

Fase de explotación

Durante la fase de explotación, la contaminación acústica ocasionada por la actividad agrícola y el mantenimiento de las instalaciones que conforman la infraestructura hidráulica será de magnitud **NO SIGNIFICATIVA**.

Además, se ha valorado la posibilidad de que el funcionamiento de la estación de bombeo incidiese sobre el estado ambiental de la Laguna del Moncayuelo y en base a la Ley 7/2010[2], de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica de Aragón y la ficha técnica del grupo electrógeno proyectado, se asume que el elemento no generará un impacto significativo.

IMPACTO: NULO.

6.4.2 Valoración de la incidencia sobre las masas de agua

6.4.2.1 *Efecto sobre el Balance de agua*

Fase de ejecución

Durante la ejecución de las obras no se prevé afección a las aguas (superficiales y subterráneas) más allá de los desvíos o actuaciones provisionales que puedan sufrir la actual red de riego y avenamiento de la zona. Por ello se considera que el impacto sobre la hidrología de la zona durante la presente fase es compatible.

IMPACTO: negativo, directo, temporal, simple, reversible y recuperable, **COMPATIBLE.**

Fase de explotación

Tras la modernización del regadío, en la fase de explotación del proyecto, el funcionamiento hídrico de los sectores XVIII y XIX de la CR-V se resume en la siguiente figura.

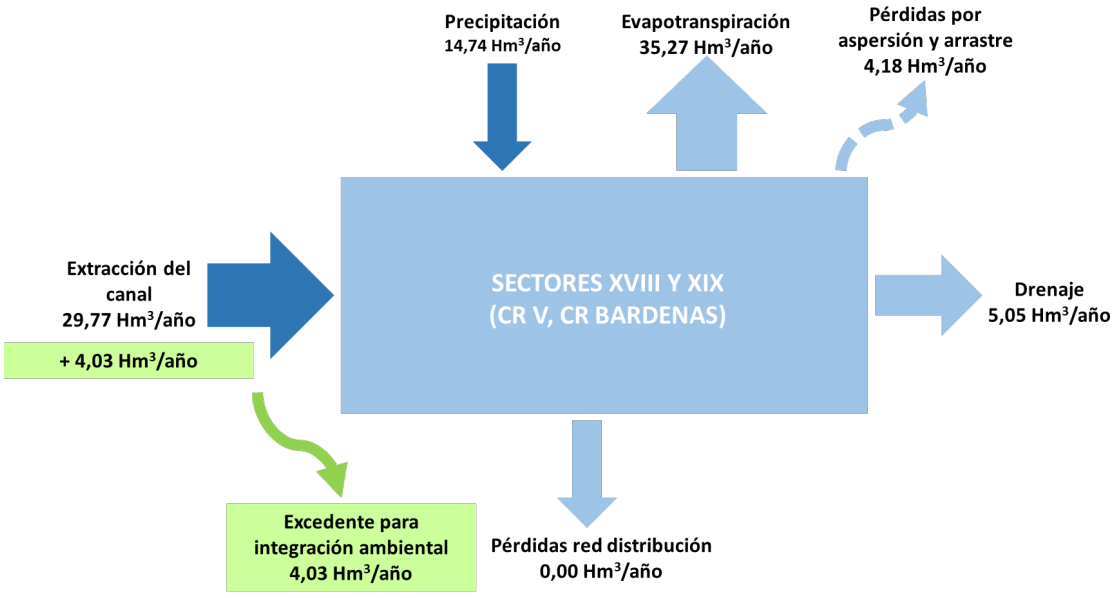


Figura 48. **Balance anual de entradas y salidas de agua después del proyecto.**

[2] https://www.boe.es/buscar/pdf/2011/BOE-A-2011-399-consolidado.pdf

Como se ha indicado a lo largo del documento, la modernización de los sectores XVIII y XIX de la CR-V de Bardenas, supone importantes cambios en su balance hídrico, con una incidencia directa sobre las distintas masas de agua involucradas.

Para valorar estos cambios, se han comparado los resultados obtenidos en el balance antes y después del proyecto.

A continuación, se presentan de forma resumida los resultados obtenidos en los balances de agua antes y después de la modernización, respectivamente.

Tabla nº 26. **Balance de agua en el regadío antes y después de la modernización.**

Principales magnitudes(hm^3)	Situación actual	Modernización	Variación	%
Precipitación	14,74	14,74	0.00	-
Consumo medio	33,80	29,77	-4,03	-11,92%
Pérdidas en la red distribución	5,49	0,00	-5,49	
Demanda (necesidades riego)	32,71	29,77	-2,94	-8,99%
Riego	28,31	29,77	1,46	5,16%
Pérdidas por evaporación y arrastre	0,12	4,18	4,06	
Evapotranspiración	33,11	35,27	2,16	6,52%
Drenaje	9,81	5,05	-4,51	-48,52%
Excedente para integración ambiental	0,00	4,03	4,03	

Los consumos medios registrados como extracciones del canal en los últimos 15 años arrojan una media de 33,80 Hm^3. Estos consumos muestran una considerable variabilidad interanual con mínimos por debajo de los 29 Hm^3, lo que puede evidenciar situaciones de infradotación.

De los 33,80 Hm^3 extraídos como media para el abastecimiento a la zona regable, se desaprovecha un volumen anual estimado en 5,49 Hm^3 por las pérdidas que sufre la red de distribución. Esta circunstancia limita la disponibilidad media para riego a 28,30 Hm^3, inferior en un 13,40% a las necesidades teóricas de los cultivos actuales.

De los volúmenes de riego aplicados, una proporción considerable (34,60%), infiltra bajo la zona radicular, y no puede aprovecharse por el cultivo. Estos volúmenes de drenaje contribuyen a la recarga, con 9,81 Hm^3 anuales, del acuífero detrítico sobre el que se asienta el regadío.

La modernización proyectada implica un cambio muy favorable en el balance hídrico, tanto desde un punto de vista agronómico como ambiental. En primer lugar, permite reducir los consumos medios anuales detraídos del canal, liberando un volumen de 4 Hm^3 que quedan disponibles para la integración ambiental del regadío. Esta reducción de los consumos se consigue mediante la sustitución de la red de distribución, suprimiéndose las pérdidas. Por otra parte, se incrementa notablemente la eficiencia del riego, reemplazándose las modalidades de inundación actualmente predominantes por sistemas presurizados, fundamentalmente aspersión y, en menor medida, goteo. El cambio en el sistema de riego supone un mejor aprovechamiento del recurso, con una menor infiltración, y un apreciable incremento de

productividad en la nueva alternativa de cultivos (ver estudio agronómico). Así mismo, aumenta la garantía del suministro evitándose episodios de infradotación.

Por ello se considera que la incidencia sobre la cantidad de agua empleada por el sistema agrario analizado es **POSITIVA.**

IMPACTO: POSITIVO, indirecto, permanente, sinérgico, reversible y recuperable.

6.4.2.2 *Efecto sobre el régimen hidrológico de las masas de agua superficiales*

Fase de ejecución

No se identifican afecciones sobre las características hidromorfológicas de las masas superficiales próximas, por parte de las actuaciones asociadas a las obras durante la fase de ejecución. Por lo que se concluye que la incidencia será de magnitud **NO SIGNIFICATIVA**.

IMPACTO: NULO

Fase de explotación

En el presente apartado, se ha procedido a valorar la incidencia de las extracciones y los retornos, asociados al desarrollo de la actividad agraria de la zona a modernizar (3.710,73 Ha), sobre las masas superficiales afectadas.

- **Presión hidromorfológica por extracciones**

En relación a la presión por extracciones, cabe mencionar, que en este caso la detracción del caudal para su uso agrícola afecta a la masa superficial ES091MSPF417 *(Río Aragón, desde la Presa de Yesa hasta el río Irati)* y el recurso extraído es distribuido por el Canal de Bardenas hasta los regadíos dependientes.

La CHE determina en el plan del tercer ciclo, que dicha masa se encuentra en buen estado global, con valores de indicadores biológicos de buen estado y de los indicadores físico-químicos e hidromorfológicos de muy buen estado.

Dado que no se espera un incremento de la demanda significativo y la masa cumple con los objetivos medioambientales, se concluye que la presión por extracciones es **NO SIGNIFICATIVA**.

Además, como se ha mencionado anteriormente, permite reducir los consumos medios anuales detraídos del canal, liberando un volumen de 4 Hm^3 que quedan disponibles para la integración ambiental del regadío.

- **Presión hidromorfológica por retornos de riego**

Los retornos del área analizada vierten al barranco de Valareña, el cual conduce las aguas hasta su incorporación al río Arba de Riguel, pocos kilómetros antes de la confluencia con el río Arba de Luesia. Cabe destacar, que dicho barranco también transporta los retornos del resto de superficies agrícolas localizadas en la margen izquierda del río Arba de Riguel.

En el Plan Hidrológico del tercer ciclo, la CHE no identifica que la masa ES091MSPF105 (*Río Arba de Riguel desde la población de Sábada hasta su desembocadura en el río Arba de Luesia)*, receptora de la mayor parte de los retornos agrícolas de la Comunidad de Regantes nº V, esté afectada por presión hidromorfológica (Apéndice 09.05, Anejo 09 Estado, Objetivos Medioambientales y Exenciones)[3].

Se asume que la CHE no contempla la alteración hidromorfológica del tramo final del río Arba de Riguel porque la confluencia con el barranco de Valareña, y, por tanto, la recepción de los retornos agrícolas se produce en el tramo final de la masa de agua.

Para valorar la magnitud y el origen del impacto, se han consultado los datos observados por las estaciones de aforo pertenecientes a la red de seguimiento de la CHE, A186 (Sábada) y A273 (El Sabinar).

Tabla nº 27. **Media de las series observadas de las estaciones A186 y A273 (río Arba de Riguel).**

SERIE OBS 08/09 -20/21												
Hm^3/mes	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**
A186	0,18	0,23	0,11	0,42	1,18	0,92	0,72	0,48	0,34	0,32	0,53	0,33
A273	12,20	9,12	9,88	15,63	14,89	16,35	18,26	16,66	17,13	13,57	13,17	16,20

En la siguiente figura se puede observar que el caudal registrado en la estación de aforo de Sábada (A186) es significativamente bajo en comparación con los promedios mensuales de la estación del Sabinar (A273). Durante el periodo 2008/09 – 2020/21, la diferencia promedio de aportación anual entre la entrada y la salida de la masa de agua (ES091MSPF105) es de 167,3 Hm^3.

De acuerdo con las series de SIMPA actualizadas para el tercer ciclo de planificación (periodo 1979/80 – 2017/18), las aportaciones intercuenca promedio para dicha masa son 6,45 Hm^3/año. Según los datos observados, se identifica una aportación media anual de 160,8 Hm^3/año, ajena a la cuenca de río Arba de Riguel.

[3] https://www.chebro.es/documents/20121/517714/A09_PH3c_091_2022-04_A09_EstadoOMAsExenciones_v00.pdf

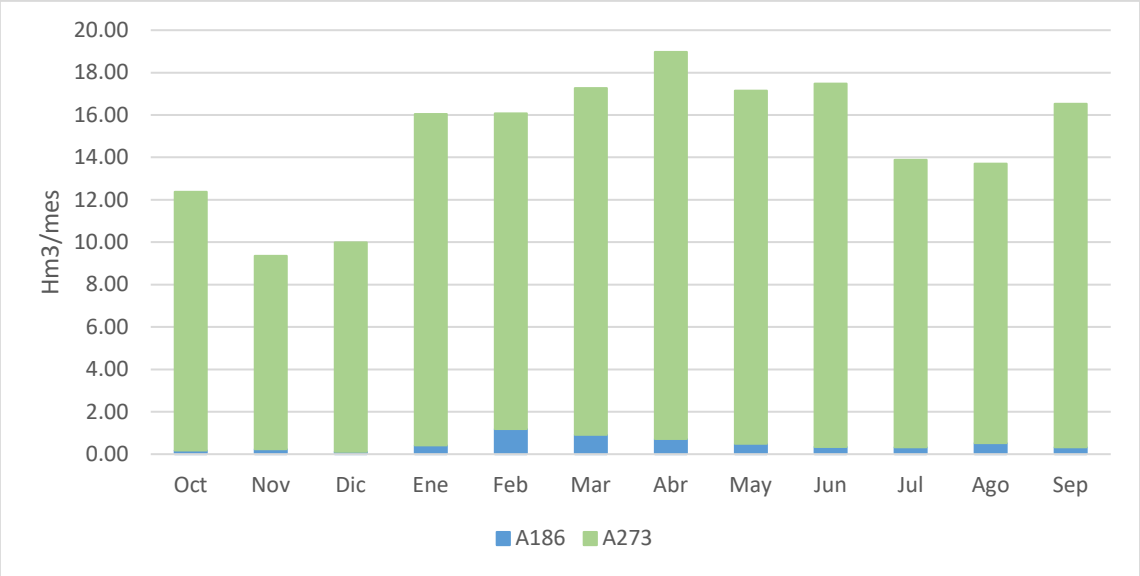


Figura 49. **Promedio mensual serie de caudales observados (2008/09 – 2020/21) en el tramo final del río Arba de Riguel.**

La tesis de J. Causapé (2002)[4] recoge el análisis de los desagües o colectores de retornos de la CR-V e indica que las redes de drenaje siguen una pauta general. Durante la época de no riego (octubre a abril) se registran caudales bajos y relativamente constantes que aumentan puntualmente por el efecto de las lluvias. En la época de riego (de abril a septiembre) los caudales aumentan y presentan picos asociados a los drenajes de riego. Por último, ocasionalmente se presentan oscilaciones de caudal debido al vertido directo de colas de acequia.

Este patrón no concuerda con las series de aforo del Sabinar, en los cuales durante los meses que no se riega el caudal del río Arba de Riguel no desciende de los 9,12 Hm^3/mes (noviembre), por lo que se deduce que la masa ES091MSPF105 también es receptora de otras fuentes de recurso.

En este sentido, el PHE del tercer ciclo indica que la masa subterránea de Arbas descarga a través de manantiales situados en los contactos con los terciarios de baja permeabilidad y por drenajes difusos al río Arba, pero no se cuantifica la aportación mensual o anual. Además, J Causapé (2002), menciona en su tesis la existencia de filtraciones del Canal de Bardenas, aporte que es drenado íntegramente por los desagües de la margen derecha hasta alcanzar el cauce del río Arba de Riguel.

[4] Causapé, J. 2002. Repercusiones medioambientales de la agricultura sobre los recursos hídricos de la Comunidad de regantes nº V de Bardenas (Zaragoza). Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. Área de Petrología y Geoquímica. 153 pp

Tanto las descargas al Río Arba de Riguel por parte de la masa subterránea Arbas, las infiltraciones del Canal de Bardenas, como la recepción de los retornos de riego, tiene su origen en la actividad agraria desarrollada en la zona.

El proyecto de modernización favorecerá la eficiencia del sistema mediante la optimización de la red de distribución y aumentará la eficiencia en la aplicación de riego mediante métodos de aspersión y goteo. Este incremento en la eficiencia del sistema conlleva una reducción de las pérdidas por infraestructura y de los retornos de riego. Los retornos estimados pasarían de 15,30 Hm^3 (9,81 Hm^3de drenaje y 5,49 Hm^3de pérdidas en la red de distribución) antes de la modernización a 5,05 Hm^3de drenaje en después de la modernización.

La disminución del volumen de retornos totales supone un ligero descenso de los recursos ajenos a la cuenca del Arba, por lo que podría interpretarse como un efecto positivo, para reducir el impacto de la actividad agraria sobre los aspectos hidromorfológicos del río afectado (ES091MSPF105).

Sin embargo, aunque los retornos incorporados a las masas fluviales receptoras suponen una desviación respecto su estado natural, estas masas vienen recibiendo esas aportaciones adicionales durante un largo periodo de tiempo, con la incorporación de este régimen modificado en su equilibrio actual, tanto en lo referente a sus características hidromorfológicas y ecológicas como a los aprovechamientos de que son objeto aguas abajo. Atendiendo a estas consideraciones, se prevé la derivación de un volumen anual de 4 Hm3 a través del Barranco de Valareña para la mejora ambiental de los ríos Arba de Riguel y Arba de Luesia.

Por ello, durante la fase de explotación, se considera un impacto **POSITIVO**.

IMPACTO: POSITIVO, directo, permanente, sinérgico, a medio plazo, reversible y recuperable.

6.4.2.3 *Efecto sobre el balance de nitrógeno*

Fase de explotación

Para poder evaluar la incidencia del proyecto sobre el balance de nitrógeno del área de estudio (3.710,73 ha), ha sido necesario valorar la situación actual y futura del sistema.

El balance de nitrógeno (N) se ha realizado basándose también en el balance hídrico del regadío ya efectuado. Es más complejo de estimar, ya que las principales entradas y salidas, como la fertilización y la cosecha, dependen en gran medida del manejo de cada agricultor.

La aproximación al flujo de nitrógeno se ha realizado en función de los datos disponibles de concentración de nitratos en el acuífero que recibe los retornos de la zona regable, encuadrado en la masa de agua subterránea Arbas (ES091MSBT053). La adopción de este enfoque obedece a que los balances teóricos utilizados, obtenidos a partir de niveles típicos de fertilización, no explican las altas concentraciones de nitratos observadas en las aguas subterráneas. Estas concentraciones se sitúan en torno a 97 mg/l según las mediciones realizadas en pozos de la zona regable en diciembre de 2022, resultados que concuerdan con datos de otros sectores de glacis en la misma masa de agua, receptores también de retornos del regadío.

Dada la elevada transmisividad y la escasa potencia del acuífero en la zona regable, que propician una alta tasa de renovación, y dado que la recarga se produce casi exclusivamente por los retornos del regadío (considerando la infiltración de lluvia englobada en los mismos), las concentraciones medias de nitratos en el agua infiltrada deben ser sensiblemente similares a las observadas en las aguas subterráneas de la zona. Cualquier cambio en los inputs de nitrógeno del regadío debe equilibrarse, a corto plazo (< 2 años), con las concentraciones observadas en el acuífero.

Partiendo de esta premisa empírica, puede estimarse la exportación actual de nitratos de la zona regable considerando el volumen de drenaje obtenido en el balance hídrico (9,81 Hm^3) y la concentración de referencia (97,76 mg/l), lo que arroja una masa total exportada anualmente de 959,49 t.

Esta masa de nitratos ingresa inicialmente en el acuífero detrítico para incorporarse de forma rápida a los drenajes de la zona regable, desde donde se vierte al Barranco de Valareña que desemboca en río Arba de Riguel (ES091MSPF105), afluente a su vez de Arba de Luesia (ES091MSPF106).

Para definir el flujo de nitratos en la zona regable una vez realizada la modernización se parte del objetivo de reducir las concentraciones de los lixiviados por debajo de 37,5 mg/l, valor que marca el límite de referencia para aguas subterráneas afectadas por la contaminación por nitratos (Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias). La consecución de este objetivo se considera un requisito fundamental en la gestión ambiental de la zona regable, que deberá alcanzarse mediante un adecuado seguimiento y control de la fertilización y, en su caso, mediante una adaptación de la alternativa de cultivos que permita reducir de forma efectiva los inputs de nitrógeno (ver Capítulo 9: “Medidas Preventivas, Correctoras y Compensatorias” y Capítulo 10: “Programa de Vigilancia Ambiental).

La concentración de referencia de 37,50 mg/l de nitrato en el lixiviado, equivale a unas entradas de nitrato anuales en el acuífero de 189,38 t.

En la siguiente tabla se describe la situación actual y la situación estimada tras la modernización en lo referente a la contaminación difusa por nitratos:

Tabla nº 28. **Estimación de la contaminación difusa por nitratos en la situación actual y situación tras la modernización**

Parámetros principales (valores anuales medios)	Actual	Modernización
Volumen infiltración (Hm^3)	9,81	5,05
Volumen pérdidas red distribución superficie (Hm^3)	5,49	0,00
Concentración nitratos lixiviado (mg/l)	97,76	37,50
Masa nitratos lixiviado (t)	959,49	189,38
Concentración de nitratos agua de riego red de distribución (mg/l)	1,95	1,95
Masa nitratos pérdidas red distribución superficie(t)	10,71	0,00
Masa nitratos efluente zona regable (t)	970,20	189,38
Volumen total (Hm^3) efluente	15,31	5,05
Concentración nitratos efluente (mg/l)	62,76	37,50
Concentración nitratos río aguas arriba del efluente (mg/l)	25,58	25,58
Volumen (Hm^3) río aguas arriba efluente	158,66	158,66
Volumen (Hm^3) río aguas abajo efluente	173,97	163,71
Masa total de nitratos en el río aguas arriba efluente (t)	4.058,52	4.058,52
Masa total de nitratos en el río aguas abajo del efluente (t)	5.028,72	4.247,90
Concentración de nitratos en el río aguas abajo del efluente (mg /l)	28,91	25,95

Valoración general del efecto del proyecto:

Los efectos más destacados de la modernización resultantes de la aplicación del límite indicado de 37,50 mg /l en la concentración de los retornos son los siguientes:

- Importante disminución en la masa total de nitratos exportada desde la zona regable.
- Descenso en las concentraciones de nitrato del lixiviado hasta niveles compatibles con los objetivos de estado de la masa de agua subterránea
- Reducción en la concentración de nitratos en el efluente final del sistema de drenaje de la zona regable
- Mejora en el estado de las masas de agua superficiales receptoras, con un moderado descenso de la concentración de nitratos en el Río Arba de Riguel (debe tenerse en cuenta que este río recibe los retornos de otras zonas regables).

El diferente manejo del riego genera diferentes fracciones de drenaje y por tanto distintas masas de nitrógeno exportado. Parte del nitrógeno aplicado como fertilización se pierde por el agua de drenaje, dada la eficiencia del actual de este regadío.

Por lo que, según los resultados obtenidos, se considera que el impacto del proyecto de modernización sobre el balance de nitrógeno es **POSITIVO.**

IMPACTO: POSITIVO, directo, permanente, sinérgico, a medio plazo, reversible y recuperable.

6.4.2.4 *Efecto sobre la calidad del agua de la masa de agua subterránea*

Fase de ejecución

La posible afección a la masa de agua subterránea tiene un carácter accidental, causada por posibles vertidos que se puedan dar durante la ejecución de las obras, relacionados con el tránsito de maquinaria pesada como pueden ser vertidos de combustibles, aceites o lubricantes. Y que pueda alcanzar infiltra en el terreno.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, acumulativo, reversible, recuperable y COMPATIBLE.

Fase de explotación

Los datos disponibles de concentración de nitratos en el acuífero que recibe los retornos de la zona regable, encuadrado en la masa de agua subterránea Arbas (ES091MSBT053), muestran concentraciones altas, en torno a 97 mg/l según las mediciones realizadas en pozos de la zona regable en diciembre de 2022.

Dado que la recarga de la masa subterránea se produce casi exclusivamente por los retornos del regadío, la elevada transmisividad y la escasa potencia del acuífero, que propician una alta tasa de renovación, se ha supuesto que las concentraciones medias de nitratos en el agua infiltrada son similares a las observadas en las aguas subterráneas de la zona y se ha podido estimar la exportación actual de nitratos de la zona regable en de 959,49 t anuales (considerando el volumen de drenaje obtenido en el balance hídrico 9,81 Hm^3 y la concentración de nitrato de referencia en 97,76 mg/l).

Para definir el flujo de nitratos en la zona regable una vez realizada la modernización se parte del objetivo de reducir las concentraciones de los lixiviados por debajo de 37, 5 mg/l, valor que marca el límite de referencia para aguas subterráneas afectadas por la contaminación por nitratos (Real Decreto 47/2022), en su caso, mediante una adaptación de la alternativa de cultivos que permita reducir de forma efectiva los inputs de nitrógeno (ver Capítulo 9: “Medidas Preventivas, Correctoras y Compensatorias” y Capítulo 10: “Programa de Vigilancia Ambiental).

La concentración de referencia de 37,5 mg/l de nitrato en el lixiviado, equivale a unas entradas de nitrógeno anuales en el acuífero de 189,38 t.

Por lo tanto, se espera un descenso en las concentraciones de nitrato del lixiviado hasta niveles compatibles con los objetivos de estado de la masa de agua subterránea y una importante disminución en la masa total de nitratos exportada desde la zona regable.

IMPACTO: POSITIVO, indirecto, permanente, sinérgico, reversible y recuperable.

6.4.2.5 *Efecto sobre la calidad del agua de las masas de agua superficiales*

Fase de ejecución

Respecto a afecciones causadas por posibles vertidos que se puedan dar durante la ejecución de las obras, relacionados con el tránsito de maquinaria pesada como pueden ser vertidos de

combustibles, aceites o lubricantes, se prestará especial atención en el mantenimiento de la misma, que deberá estar al día en la Inspección de Vehículos. Además, las reparaciones se realizarán en talleres autorizados y sólo en caso de emergencia o fuerza mayor, se podrán realizar "in situ", en cuyo caso se deberá adoptar las medidas protectoras oportunas para realizar la tarea con la seguridad de que los contaminantes no alcancen el medio.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, acumulativo, reversible, recuperable y COMPATIBLE.

Este aspecto también será uno de los indicativos de control del Plan de Vigilancia Ambiental de las obras.

Fase de explotación

Dado que el proyecto de modernización integral valorado va producir cambios directos sobre la técnica de riego y cambios indirectos en la aplicación y dosificación de fertilizantes ligado al cambio de patrón de cultivos por la intensificación de la producción agrícola, es necesario valorar que repercusión tendrá el escenario futuro de explotación sobre las masas de agua superficiales dependientes del mismo.

La masa de nitratos derivada del regadío ingresa inicialmente en el acuífero detrítico para incorporarse de forma rápida a los drenajes de la zona regable, desde donde se vierte al Barranco de Valareña que desemboca en río Arba de Riguel (ES091MSPF105), afluente a su vez de Arba de Luesia (ES091MSPF106).

En la situación actual, previa a la modernización, valor medio anual de concentración de nitratos aguas arriba del efluente es del 25,58 mg/l (promedio de los valores registrados en el punto de control de calidad de la Confederación Hidrográfica del Ebro, durante el periodo 2016-2021, de aguas arriba de la confluencia entre el barranco y el río Riguel). Y aguas debajo de la incorporación de los vertidos la concentración de nitratos se ha estimado en 28,91 mg/l. Tras la modernización, la concentración de nitratos esperado en, también agua abajo del efluente es de 25,95 mg/l en el río Riquel.

El descenso de la concentración en la masa de agua receptora va asociada a una disminución de la masa de nitrógeno exportada por los flujos de retorno de riego. Debido al cambio en los sistemas de riego y fertilización, unido a la condición de no superar las concentraciónes de 37,5 mg/l en la masa subterránea que drena los cauces.

Por ello se considera que la incidencia sobre la calidad del agua de las masas de agua afectadas por el proyecto es **POSITIVA.**

IMPACTO: POSITIVO, directo, permanente, sinérgico, a medio plazo, reversible y recuperable.

6.4.3 Valoración de la incidencia sobre el suelo

Fase de ejecución

La ejecución de la modernización contempla las obras para la construcción de la balsa de regulación, adjunta al Canal de Bardenas, y la instalación de las redes de distribución necesarias para el abastecimiento del recurso con la suficiente presión natural para que los usuarios puedan modernizar sus cultivos. La mayor parte de estas obras se encuentra proyectadas dentro de los límites municipales de Ejea de los Caballeros.

Tanto la construcción de la balsa, como la instalación de las redes de conducción y distribución producen alteraciones sobre el terreno de carácter permanente. Especialmente en el caso de la balsa, superficie que quedará transformada por completo.

En este sentido, el proyecto incluye el acopio de la tierra vegetal de la superficie afectada por la construcción de la balsa para su posterior reposición en los taludes de la misma y la reutilización de los materiales extraídos de la excavación de la cubeta para el recrecimiento de los taludes de la balsa y para el relleno de las zanjas de las conducciones. Además, se aplicará un tratamiento de hidrosiembra sobre los taludes que favorezca la fijación del suelo y prevenga las pérdidas por procesos erosivos.

La **excavación de las zanjas** para el posterior soterramiento de las conducciones incidirá negativamente sobre la superficie afectada, por lo que bajo el objeto de reducir dicho impacto se acopiará la tierra vegetal existente para su posterior restitución tras el relleno de las zanjas. Una vez enterradas las conducciones y repuesta la primera capa de tierra vegetal, el terreno precisará de un tiempo para su recuperación completa.

Respecto a la **incidencia de la circulación** de maquinaria pesada por las inmediaciones de las obras, un tráfico incontrolado de estos vehículos produciría alteraciones sobre la estructura del suelo por compactación. Por lo que, para prevenir dicha situación, se deberán planificar el tráfico, respetando los caminos existentes y en caso de ocupación de terrenos adyacentes se procederá a su descompactación.

Del mismo modo, en relación a las zonas o parcelas destinadas al **acopio de materiales, al parque de maquinaria y a instalaciones auxiliares**, se establece la obligatoriedad de reponer el estado original del terreno afectado tras la finalización de las obras.

Por último, se prestará especial atención a los posibles **vertidos incontrolados** ocasionados por la maquinaría o por cualquier otro factor relacionado con las obras. Para prevenir la contaminación accidental de los suelos, se realizarán las correspondientes revisiones homologadas de la maquinaria.

IMPACTO: Negativos, directos, temporales, a corto plazo, acumulativos, reversibles, recuperables y MODERADOS.

Fase de explotación

No se identifican nuevas afecciones sobre el factor suelo durante la fase de explotación de la infraestructura de riego presurizado. Los usuarios emplearán la red de caminos existente y el

tráfico en la zona se restablecerá a los niveles previos a la ejecución del proyecto. Por tanto, se determina que la magnitud del impacto sobre el suelo durante la fase de explotación será **NO SIGNIFICATIVA.**

6.4.4 Valoración de la incidencia sobre la flora y vegetación

Fase de ejecución

Los mayores impactos que se pueden generar en esta fase están relacionados con la destrucción de la vegetación existente. Las acciones que pueden producir tal afección son: la apertura de zanjas para la instalación de las tuberías; las construcciones de las casetas de bombeo, filtrado y nudos aéreos; y el acondicionamiento de las zonas de acopio y parque de maquinaria.

En este caso, las casetas para la estación de bombeo y la de filtrado, así como la del nudo 2 y las zonas de instalaciones auxiliares, ocupan campos de cultivo, que en el caso de las instalaciones auxiliares serán repuestos una vez finalizadas las obras.

En cuanto a las zanjas para las tuberías y la caseta para el nudo 6, afectarán sobre todo a caminos, algún campo agrícola y algún matorral que se pueda encontrar en los bordes de los mismos. Se adoptarán las medidas necesarias de revegetación consideradas necesarias.

No se prevé ningún daño a la especie catalogada como vulnerable *Limonium ruizzi*, ya que no se van a realizar obras en la parcela en la que se encuentra presente.

Por otro lado, hay considerar la afección del polvo sobre la vegetación cercana. Para evitarla se prevén riegos periódicos durante las obras.

En conclusión, la vegetación natural que se puede ver afectada por las obras es escasa y de poco valor ambiental.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, corto plazo, acumulativo, reversible, recuperable, **COMPATIBLE.**

Fase de explotación

Durante la aplicación de los riegos una vez modernizado el sistema no se verá afectada la vegetación natural del entorno. El único cambio que se prevé será la reducción de especies herbáceas no deseadas en los campos de cultivo. Por ello, el impacto este caso se considera como **NO SIGNIFICATIVO.**

6.4.4.1 *Valoración de la incidencia sobre Hábitats de Interés Comunitario*

No hay ningún Hábitat de Interés Comunitario a menos de 1 kilómetro de distancia de la actuación. Por otro lado, por la tipología de las obras y del terreno tampoco se prevé ninguna afección indirecta a los mismos.

6.4.5 Valoración de la incidencia sobre la fauna

Fase de ejecución

Los impactos que pueden producirse sobre la fauna en esta fase van asociados a: la destrucción del hábitat; molestias por ruido y polvo debido al desplazamiento de maquinaria; por la presencia humana (en mayor grado del habitual) y por afección directa a los individuos durante los trabajos de excavación.

Los trabajos se van a ejecutar sobre terreno agrícola por lo que fauna que resida allí no es ajena al movimiento de tractores, personas, etc… Por otro lado, excepto los invertebrados, pequeños reptiles y micromamíferos del suelo, el resto de especies de mayor tamaño tienen la capacidad de desplazarse a zonas próximas con menor o ninguna afección.

Los ruidos y emisiones también podrían afectar a las aves en periodo reproductivo, lo cual es especialmente importante para las especies vulnerables o en peligro de extinción. No obstante, estas molestias se localizarán exclusivamente en la zona de actuación y serán de consideración leve. Se prestará especial atención a este aspecto y a la correcta ejecución de las medidas de mitigación durante la ejecución de las obras.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, corto plazo, acumulativo, reversible, recuperable, **COMPATIBLE.**

Fase de explotación

Una vez finalizadas las actuaciones, los posibles impactos que permanecen son la contaminación acústica causada por las casetas de bombeo, confinada al área circundante a estas, y los posibles ahogamientos de la fauna producidos al caer en la balsa de riego, la cual es reducida al contemplarse durante su construcción la instalación de dos vallados perimetrales. Sus efectos quedarán minimizados tras la aplicación de medidas correctoras.

IMPACTO RUIDO: **NO SIGNIFICATIVO.**

IMPACTO BALSA: **NO SIGNIFICATIVO.**

6.4.6 Valoración de la incidencia sobre el paisaje

Fase de ejecución

Durante la fase de ejecución, las obras producirán un deterioro temporal del paisaje. Los movimientos de tierra, acopios de materiales y residuos, la maquinaria necesaria y la producción de partículas en suspensión producen un deterioro visual del paisaje, el cual finalizará una vez concluida la obra. Cabe destacar que las obras se llevarán a cabo sobre una zona de campos de regadío altamente antropizados, lejos de los núcleos de población.

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, corto plazo, acumulativo, reversible, **COMPATIBLE**.

Fase de explotación

Durante la fase de funcionamiento el impacto yacerá en las instalaciones auxiliares y la balsa de riego construidas, que destacarán en el paisaje. Para reducir este impacto visual, se tomarán las medidas de corrección oportunas.

IMPACTO: Negativo, directo, permanente, acumulativo, irreversible, recuperable, **COMPATIBLE**.

6.4.7 Valoración de la incidencia sobre los espacios de la Red Natura 2000

Se incluye el presente apartado, que es específico para la identificación y valoración de los potenciales impactos del proyecto sobre la Red Natura 2000, en conformidad con lo dispuesto en el artículo 45.1, apartado e) de la Ley 21/2013:

"[…] Cuando el proyecto pueda afectar directa o indirectamente a los espacios Red Natura 2000, se incluirá un apartado específico para la evaluación de sus repercusiones en el lugar, teniendo en cuenta los objetivos de conservación del espacio."

Fase de ejecución

Las obras de instalación de la red de riego atravesarán parte de la ZEPA ES0000289 "Lagunas y carrizales de Cinco Villas", ocupando 153 metros. Sin embargo, estas obras discurrirán a más de 250 metros de las lagunas, y no se prevé en el trazado que vayan a afectar a estas, ya que discurrirá por una linde entre terreno agrícola y una masa de *Pinus halepensis*. Adoptándose las medidas adecuadas de protección de la fauna y la vegetación, seguida de las medidas correctoras adecuadas, el impacto sobre la ZEPA será minimizado. En adición, no habrá ningún efecto sobre el sistema hidrológico, ya que ni se extraerá agua de la laguna, ni desembocarán en ella los retornos de riego.

IMPACTO: Negativo, directo, permanente, acumulativo, reversible, **COMPATIBLE.**

Fase de explotación

Debido a que el Lagunazo del Moncayuelo forma parte de un sistema independiente al de la zona a modernizar no se espera ninguna alteración de sus aguas ni en cantidad ni en calidad.

IMPACTO: **NULO.**

6.4.8 Valoración de la incidencia sobre otros espacios protegidos

Fase de ejecución

El único espacio protegido en la zona de actuación es el "Lagunazo del Mocayuelo", incluido como "Estanque Artificial de Interés Ecológico" en el Inventario de Humedales Singulares de Aragón (Decreto 204/2010, de 2 de noviembre, del Gobierno de Aragón). Sin embargo, se encuentra integrado en la ZEPA ES0000289 "Lagunas y carrizales de Cinco Villas", a más de 250 metros del trazado de las obras. La pertenencia a esta ZEPA ya le otorgo un mayor nivel de protección que su inclusión en el Inventario de Humedales Singulares de Aragón.

IMPACTO: **NO SIGNIFICATIVO.**

Fase de explotación

No se espera ningún efecto sobre el "Lagunazo del Moncayuelo" ni ningún otro espacio protegido durante la explotación del regadío.

IMPACTO: **NULO**

6.4.9 Valoración de la incidencia sobre el patrimonio cultural y arqueológico

6.4.9.1 *Patrimonio arqueológico*

Tras iniciar los trámites para liberalizar el suelo de cargas arqueológicas, la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, con fecha 1 de junio de 2022, autoriza una prospección arqueológica con la referencia **Exp. Prev.: 001/22.269 Exp.:328/2022** a la arqueóloga Carmen Marín Jarauta. Dicha prospección se realiza para actualizar y verificar los yacimientos arqueológicos en la zona.

Durante los meses de julio y agosto de 2022 se realizan los trabajos de prospección. El 20 de septiembre de 2022 se recibe el Informe de Prospección en la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, en el cual se redacta un trabajo de documentación previa (yacimientos, evolución histórica y patrimonio etnográfico) y se describe la prospección arqueológica realizada. Como conclusión, se determina que no se han detectado afecciones directas al patrimonio arqueológico, pero si cabe la posibilidad de que se encuentren restos bajo el subsuelo.

El 27 de septiembre de 2022, la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, emite una resolución de evaluación **(Exp.:328/2022 Exp. Prev.: 001/22.269)**, en el cual, se determinan una serie de medidas preventivas.

Por todo ello, se determina que el impacto para la fase de construcción se considera **COMPATIBLE**, condicionado a las consideraciones de la resolución de la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón. Se adjunta copia de esta resolución en el Anejo nº 5 Estudio Arqueológico.

6.4.9.2 *Vías pecuarias*

Respecto a la incidencia sobre las vías pecuarias existentes, las obras suponen la ocupación temporal de los siguientes tramos:

- **Tramo 1**: En la parcela 9240 del polígono 102 del T.M de Ejea de los Caballeros, para la instalación de una tubería de PVC de diámetro nominal 400 mm, en una longitud de 1.240 m.l., y una anchura de ocupación de 12 m.
- **Tramo 2**: En la parcela 9240 del polígono 102 y en la parcela 9420 del polígono 101 del T.M de Ejea de los Caballeros, para la instalación de una tubería de PRFV de diámetro nominal 900 mm, en una longitud de 1.825 m.l., y una anchura de 15 m.

- **Tramo 3**: En la parcela 9420 del polígono 101 del T.M de Ejea de los Caballeros, para la instalación de una tubería de PVC de diámetro nominal 315 mm, en una longitud de 382 m.l., y una anchura de ocupación de 12 m.

La afección sobre la vía pecuaria será de carácter temporal y reversible, dado que se ocuparán mientras se instale la tubería de riego y posteriormente se restituirá el terreno en las condiciones iniciales.

Tabla nº 29. **Cañada Real de Navarra**

Infraestructura	organismo	Superficie Ocupación Temporal
Cañada (Cabañera) Real de Navarra	Diputación General de Aragón	46.839 m2.

El Plan de vigilancia Ambiental deberá recoger el seguimiento de las visitas de control realizadas por el técnico acreditado, con sus correspondientes informes. Además, se deberán tener en cuenta los condicionantes establecidos en su caso por el órgano competente en materia arqueológica según el contenido de la prospección arqueológica.

Fase explotación:

No aplica la valoración del impacto en la fase de explotación de las instalaciones asociadas a la modernización de regadío, puesto que la afección al patrimonio se considera de aplicación durante la construcción de los proyectos (trabajos de movimientos de tierras y excavaciones).

IMPACTO: **NULO**

6.4.10 Valoración de la incidencia sobre el medio socioeconómico

6.4.10.1 *Valoración de la incidencia sobre la población.*

Fase de ejecución

El área afectada por la construcción e instalación de la infraestructura necesaria para la modernización se encuentra dominada por explotaciones agrícolas de carácter extensivo y explotaciones ganaderas, identificándose escasas edificaciones unifamiliares. Los núcleos de población que pueden verse afectados por el paso de maquinaria (polvo, ruido, etc) son, al oeste de la zona de actuación, Pinsoro y, al sur, Valareña, ambas poblaciones pertenecen al municipio de Ejea de los Caballeros.

Se considera que las afecciones generadas por el desarrollo de las obras serán muy escasas y tendrán un marcado carácter temporal, por lo que se determina que el impacto sobre la población local es **COMPATIBLE.**

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, simple, reversible, recuperable y COMPATIBLE.

Respecto al sector de la población activa, cabe esperar que el desarrollo de las obras conlleve un impacto positivo ante la demanda de recurso humano para la ejecución del proyecto. Por lo

que se determina que la incidencia será **POSITIVA,** aunque de magnitud **BAJA** por la temporalidad.

Fase de explotación

La tecnificación del sector agrícola mediante la modernización de la aplicación de riego conlleva una mejora de calidad de trabajo asociada a la eliminación de tareas de carácter manual. Además, la implantación de sistemas asociados a nuevas tecnologías supone una oportunidad para incorporar en el sector primario nuevos perfiles profesionales. Por ello, se considera un impacto **POSITIVO.**

6.4.10.2 *Valoración de la incidencia sobre los sectores económicos.*

Fase de ejecución

Durante el desarrollo de las obras, se contempla un incremento en el número de contratos en la rama de la construcción (sector secundario) por los requerimientos asociados a ciertos servicios técnicos o actuaciones (materiales de construcción, suministro, subcontrataciones, etc). Estas demandas tendrán un impacto **POSITIVO** sobre el tejido económico, pero su magnitud será BAJA, ya que, la incidencia tendrá una durabilidad limitada por la temporalidad de la fase de ejecución.

Respecto al sector terciario, no se identifican factores relevantes que puedan tener un impacto significativo sobre las actividades asociadas a la provisión de servicios locales.

Fase de explotación

La modernización del regadío, durante la fase de explotación, comprende una mejora de la calidad del trabajo, una reducción en los costes de producción y un incremento de la rentabilidad productiva por unidad de superficie. Esto se traduce en un incremento de la renta agraria, por lo que el impacto sobre el sector primario se considera **POSITIVO.**

6.4.10.3 *Valoración de la incidencia sobre las infraestructuras.*

Fase de ejecución

Respecto a la a afección sobre las infraestructuras existentes, caminos y acequias mayoritariamente, se ha previsto la reposición de todos los servicios de éstas tras la ejecución de las obras, aplicándose las medidas oportunas durante la fase de ejecución para garantizar la accesibilidad y el correcto funcionamiento del sistema hidráulico existente.

Por lo expuesto y por el carácter temporal de las afecciones, se considera un impacto de magnitud **MODERADO.**

IMPACTO: Negativo, directo, temporal, simple, reversible, recuperable y MODERADO.

Fase de explotación

Dado que se contempla el mantenimiento de la red de acequias existente, previa ejecución del proyecto, y se repondrá el estado original de aquellos tramos afectados por las obras, se concluye que el impacto durante la fase de explotación del proyecto será **NO SIGNIFICATIVO.**

6.4.11 Valoración de la incidencia sobre el cambio climático

Fase de ejecución:

No aplica la valoración del impacto sobre el Cambio Climático dado que las actuaciones contempladas en la construcción de la balsa, los elementos como cabezales o la caseta filtrado y la instalación de la red de tuberías no generará emisiones importantes de gases de efecto invernadero. En este sentido, los únicos elementos de emisión contemplados son de carácter temporal, dado que cesarán con el fin de la obra. Las fuentes corresponderán a la maquinaria y los transportes asociados a la ejecución de las obras.

Por lo que, en el Plan de Vigilancia se establecerán las medidas pertinentes para controlar los factores de emisión de los vehículos y las revisiones de la maquinaria acorde normativa.

IMPACTO: **NO SIGNIFICATIVO.**

Fase de explotación:

Según los resultados sobre los escenarios de cambio climático presentados en el visor de ADAPTECCA, el cambio climático generará una serie de alteraciones sobre los elementos que determinan el factor clima de la zona de estudio. Los efectos asociados incidirán directamente sobre factores decisivos para la producción primaria.

En términos generales, se prevé un incremento progresivo de la duración de las olas de calor, de las temperaturas máximas y extremas, de las tasas de evapotranspiración, del factor torrencialidad y una reducción de las precipitaciones, todo ello limitará la disponibilidad de recursos hídricos superficiales y subterráneos. Por este motivo, la modernización de la superficie regable y la consecuente reducción de la demanda asociada por incremento de la eficiencia hídrica, supone una medida de adaptación frente al Cambio Climático.

Respecto a la emisión de gases de efecto invernadero, la adhesión de las 268,79 Ha ya modernizada mediante grupos electrógeno a la superficie de actuación del proyecto, permite reducir el déficit de presión de 40 m.c.a a 20 m.c.a. Como se ha desarrollado en el apartado 6.4.1.1, esta situación mantiene la necesidad de un bombeo complementario para salvar los 20 m.c.a de altura nominal que precisa la red. A continuación, se desarrollan los cálculos realizados para conocer la reducción de emisiones de CO2 a la atmósfera:

- En la situación inicial, se identifican 268,50 ha de 19 propietarios, localizadas al norte de la zona a modernizar y modernizadas mediante grupos electrógenos o diésel. En el estudio de alternativas se analizó la posibilidad de incluir dicha superficie en la red de presión natural, pero la optimización de la red solo alcanzó reducir la superficie deficitaria a 268,79 ha y el déficit de presión de 40 m.c.a a 20 m.c.a.

  Para abastecer la red de riego, se emplean 19 bombas horizontales de cámara seca con un caudal unitario de 144 m^3/h y una potencia necesaria unitaria de 25 Kw. Por lo que,

asumiendo que las necesidades brutas de la superficie afectada, según el anejo agronómico son de 1987492 m^3, el tiempo teórico de funcionamiento de las 19 bombas y la energía consumida serán:

(1987492 m^3/ 144 m^3/h) /19 bombas = **726 h/año**

726 h * 25 kw * 19 bombas = **345,05 MWh**

En este caso, según los datos facilitados por los propietarios, actualmente se consume entre 150 y 250 litros de gasóleo/Ha por campaña. Este consumo depende del tipo de cultivo, necesitando para el cereal de invierno 150 litros/Ha (cebada, trigo, colza…), y 250 l/Ha para cereales y cultivos de verano (maíz, alfalfa, hortalizas…). Por lo que, actualmente, asumiendo un consumo medio de 200 litros/Ha, para el riego de las 268,58 ha modernizadas se consumen **53.176 litros de gasóleo al año.**

- En la situación final, la presión de entrada al bombeo será de 42 m.c.a, que se ajustará según el hidrante más deficitario de la red. Así pues, la nueva estación de bombeo contará con 3 bombas con un caudal de 540 m^3/h, una de ellas de reserva. Estas bombas precisan de una potencia de motor de 45 KW para salvar los 20 m.c.a de altura nominal que precisa la red. Para conseguir dicha potencia se instalará un grupo electrógeno de 110 KVA.

  Por lo que, teniendo en cuenta que las necesidades totales de las 268,79 ha son de 1915046 m^3, se ha seguido el mismo procedimiento que en la situación inicial:

  (1915046 m^3/ 540 m^3/h) / 2 bombas = **1.773 h/año**

  1840 h * 45 kw * 2 bombas = **159,57 MWh**

  Según los datos del anejo nº 9, el grupo electrógeno tiene un consumo de 18 litros a la hora. Dado que se calcula que se empleará 1.773 horas al año de trabajo, el consumo estimado será de **31.914 litros al año**.

- Para valorar el impacto sobre la calidad atmosférica de ambos escenarios, se ha consultado la última edición de los **factores de emisión**[5] para el año 2021. Este informe fue publicado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el reto Demográfico en Julio de 2022 y los datos están basados en fuentes oficiales. En dicho documento se desglosan, para actividad y por año (2007-2021), los factores de emisión de CO_2, CH_4 y N_2O de los combustibles considerados.

  En el caso abordado, se ha tomado el valor de kg de CO_2/ud, indicado en la primera tabla sobre instalaciones fijas, para el combustible Gasóleo B y en el año 2021 (**2,721 kg de CO_2/ud**).

- Finalmente, las emisiones totales de CO_2 por campaña de riego se estiman en:
  - Situación actual, 53176 l de gasóleo * 2,721 kg de CO_2/l = **144,7 tn de CO_2/año**
  - Situación final, 31914 l de gasóleo * 2,721 kg de CO_2/l = **86,8 tn de CO_2/año**

  Por lo que **se espera una reducción de las emisiones de CO_2 a la atmósfera en un 40% respecto a la situación actual.**

[5] https://www.miteco.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/factoresemision_tcm30-479095.pdf

En cuanto a las bombas que quedarán en desuso tras la completa modernización y que son propiedad de los agricultores, se recomienda que sean trasladadas al gestor de residuos autorizado más cercano.

IMPACTO: **POSITIVO**, directo, permanente, sinérgico, reversible y recuperable.

6.5 VALORACIÓN GLOBAL DE LOS EFECTOS

Como se recoge en el presente apartado, no se identifican impactos ambientales severos, se han contemplado la existencia de algunos moderados y la mayoría son compatibles o no significativos. Además, en base a los análisis aportados, se deben destacar los impactos ambientales positivos ligados al incremento de la eficiencia del sistema de riego con el consecuente ahorro de los recursos hídricos, la reducción en las cargas exportadas de sales y nitrógeno y la reducción de las emisiones de CO_2 a la atmósfera.

Tras la valoración de la incidencia del "Proyecto de Modernización integral de la Comunidad de Regantes nº V de los riegos de Bardenas (Zona1) (Zaragoza)", durante la fase de ejecución y la fase de explotación, sobre el medio natural del entorno, se considera en términos generales COMPATIBLE.

Para que el proyecto se desarrolle con la seguridad ambiental necesaria, será preciso aplicar todas las medidas que minimizan las alteraciones graves sobre el medio físico. El apartado 8, del presente documento, recoge las medidas preventivas, correctoras y compensatorias necesarias para reducir la incidencia de los impactos para que sean compatibles con el entorno.

Tabla nº 30. **Tabla resumen valoración global de impactos.**

		MEDIO ABIÓTICO						MEDIO BIÓTICO		MEDIO SOCIO ECONÓMICO				PAISAJE	CC
		Suelo		*Atmósfera*		*Hidrología*									
ACCIONES DEL PROYECTO		Geomorf.	Edafología	Calidad Aire	Ruido	Masas Superficiales	Masas Subterráneas	*Flora*	*Fauna*	*Población*	*Sector económico*	*Infraestruc.*	*Patrimonio*	*Paisaje*	*Cambio Climático*
FASE EJECUCIÓN	*Ocupación del suelo*	C	MOD	NS	NS	NS	NS	C	C	C			C	C	NS
	Preparación del terreno	C	C	MOD	C	C	C	C	C	C		MOD	MOD	C	NS
	Circulación maquinaria y transporte materiales	C	MOD	MOD	MOD	C	C	C	C	C		MOD	C	C	NS
	Acopio de materiales	C	C	MOD	C	C	C	C	C	C			C	C	NS
	Movimiento de tierras	MOD	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	MOD	C		MOD	MOD	MOD	NS
	Construcción red tuberías y cabezales	MOD	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	MOD	C		MOD	MOD	MOD	NS
	Construcción balsa	MOD	MOD	MOD	MOD	C	C	MOD	MOD	C		MOD	MOD	MOD	NS
	Necesidad de mano de obra									POS	POS				
FASE EXPLOTA-CIÓN	*Explotación infraestructura modernización*	NS	NS	POS	NS	POS	POS	NS	C	POS	POS	NS	NS	C	POS

TIPOS DE IMPACTO : NULO | POS POSITIVO | NS NO SIGNIFICATIVO | C COMPATIBLE | MOD MODERADO

7 VULNERABILIDAD DEL PROYECTO ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES O CATÁSTROFES

7.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

El presente apartado se desarrolla de acuerdo a la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece lo siguiente:

> *Artículo 35. Estudio de impacto ambiental.*
>
> *d) Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra c), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.*
>
> *Para realizar los estudios mencionados en este apartado, el promotor incluirá la información relevante obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con las normas que sean de aplicación al proyecto.*
>
> *Artículo 45. Solicitud de inicio de la evaluación de impacto ambiental simplificada*
>
> *f) Se incluirá un apartado específico que incluya la identificación, descripción, análisis y si procede, cuantificación de los efectos esperados sobre los factores enumerados en la letra e), derivados de la vulnerabilidad del proyecto ante riesgos de accidentes graves o de catástrofes, sobre el riesgo de que se produzcan dichos accidentes o catástrofes, y sobre los probables efectos adversos significativos sobre el medio ambiente, en caso de ocurrencia de los mismos, o bien informe justificativo sobre la no aplicación de este apartado al proyecto.*
>
> *El promotor podrá utilizar la información relevante obtenida a través de las evaluaciones de riesgo realizadas de conformidad con otras normas, como la normativa relativa al control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas, así como la normativa que regula la seguridad nuclear de las instalaciones nucleares.*

Asimismo, en la mencionada ley se establecen las siguientes definiciones:

> *Artículo 5. Definiciones*
>
> *f) "Vulnerabilidad del proyecto": características físicas de un proyecto que pueden incidir en los posibles efectos adversos significativos que sobre el medio ambiente se puedan producir como consecuencia de un accidente grave o una catástrofe.*
>
> *g) "Accidente grave": suceso, como una emisión, un incendio o una explosión de gran magnitud, que resulte de un proceso no controlado durante la ejecución, explotación, desmantelamiento o demolición de un proyecto, que suponga un peligro grave, ya sea inmediato o diferido, para las personas o el medio ambiente.*

h) "Catástrofe": suceso de origen natural, como inundaciones, subida del nivel del mar o terremotos, ajeno al proyecto que produce gran destrucción o daño sobre las personas o el medio ambiente.»

Por otro lado, el Reglamento de taxonomía (*Reglamento (UE) 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las Inversiones Sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088*), se completa mediante el Reglamento Delegado Clima de 4/6/2021: *Criterios técnicos de selección para determinar las condiciones en las que se considera que una actividad económica contribuye de forma sustancial a la adaptación al cambio climático y para determinar si esa actividad económica no causa un perjuicio significativo a ninguno de los demás objetivos ambientales*.

En el Apéndice A del Anexo 1 y del Anexo 2 del mencionado Reglamento Delegado se incluye una tabla de peligros relacionados con el clima, que debe utilizarse como base para justificar el cumplimiento del DNSH. Estos peligros se recogen en la siguiente tabla:

Tabla nº 31. **Clasificación de los peligros relacionados con el clima. Apéndice A de los Anexos 1 y 2 del Reglamento Delegado Clima (Fuente: Apéndice A, Anexos I y II del Reglamento Delegado Clima 4/6/2021).**

	Relacionados con la temperatura	Relacionados con el viento	Relacionados con el agua	Relacionados con la masa sólida
Crónicos	Variaciones de temperatura (aire, agua dulce, agua marina)	Variaciones en los patrones del viento	Variaciones en los tipos y patrones de las precipitaciones (lluvia, granizo, nieve o hielo)	Erosión costera
	Estrés térmico		Precipitaciones o variabilidad hidrológica	Degradación del suelo
	Variabilidad de la temperatura		Acidificación de los océanos	Erosión del suelo
	Deshielo del permafrost		Intrusión salina	Soliflucción
			Aumento del nivel del mar	
			Estrés hídrico	
Agudos	Ola de calor	Ciclón, huracán, tifón	Sequía	Avalancha
	Ola de frío/helada	Tormenta (incluidas las tormentas de nieve, polvo o arena)	Precipitaciones fuertes (lluvia, granizo, nieve o hielo)	Corrimiento de tierras
	Incendio forestal	Tornado	Inundaciones (costeras, fluviales, pluviales, subterráneas)	Hundimiento de tierras
			Rebosamiento de los lagos glaciares	

De todos estos peligros se analizarán los que son de aplicación a la tipología de este proyecto de modernización de regadío:

- **Crónicos**: variabilidad de la temperatura, precipitaciones o variabilidad hidrológica y estrés hídrico.
- **Agudos**: ola de calor, incendio forestal, sequía y precipitaciones fuertes.

7.1.1 Definición de riesgo

Según el artículo 2 de la Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil, a los efectos de esta ley se entenderá por:

1. *Peligro. Potencial de ocasionar daño en determinadas situaciones a colectivos de personas o bienes que deben ser preservados por la protección civil.*
2. *Vulnerabilidad. La característica de una colectividad de personas o bienes que los hacen susceptibles de ser afectados en mayor o menor grado por un peligro en determinadas circunstancias.*
3. *Amenaza. Situación en la que personas y bienes preservados por la protección civil están expuestos en mayor o menor medida a un peligro inminente o latente.*
4. *Riesgo. Es la posibilidad de que una amenaza llegue a afectar a colectivos de personas o a bienes.*
5. *Emergencia de protección civil. Situación de riesgo colectivo sobrevenida por un evento que pone en peligro inminente a personas o bienes y exige una gestión rápida por parte de los poderes públicos para atenderlas y mitigar los daños y tratar de evitar que se convierta en una catástrofe. Se corresponde con otras denominaciones como emergencia extraordinaria, por contraposición a emergencia ordinaria que no tiene afectación colectiva.*
6. *Catástrofe. Una situación o acontecimiento que altera o interrumpe sustancialmente el funcionamiento de una comunidad o sociedad por ocasionar gran cantidad de víctimas, daños e impactos materiales, cuya atención supera los medios disponibles de la propia comunidad.*
7. *Servicios esenciales. Servicios necesarios para el mantenimiento de las funciones sociales básicas, la salud, la seguridad, el bienestar social y económico de los ciudadanos, o el eficaz funcionamiento de las instituciones del Estado y las Administraciones Públicas.*

En resumen, según la Dirección General de Protección Civil y Emergencias, se entiende por *riesgo la combinación de la probabilidad de que se desencadene un determinado fenómeno o suceso que, como consecuencia de su propia naturaleza o intensidad y la vulnerabilidad de los elementos expuestos, pueda producir efectos perjudiciales en las personas o pérdidas de bienes*.

Según la terminología de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (ISDR), *"Riesgo es la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas."*

También define el riesgo de desastres como "*Las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro."*

Por lo tanto, **el riesgo es función de la probabilidad de ocurrencia de esa amenaza (peligrosidad), de la exposición de la zona o elementos objeto de estudio y de la vulnerabilidad de los mismos**.

Los riesgos se dividen en naturales y tecnológicos. Al primer grupo corresponden los procesos o fenómenos naturales potencialmente peligrosos, que son los incluidos en el Reglamento Delegado Clima. Al segundo grupo pertenecen los originados por accidentes tecnológicos o industriales, fallos en infraestructuras o determinadas actividades humanas.

En todo caso, además del fenómeno peligroso, es preciso considerar la vulnerabilidad como determinante del tipo y cantidad de los daños acaecidos. La vulnerabilidad de una comunidad vendrá determinada por factores físicos y sociales, incluidos los económicos, que condicionan su susceptibilidad a experimentar daños como consecuencia del fenómeno peligroso.

Los factores sobre los que analizar el riesgo serán aquellos susceptibles de verse afectados por las actividades del proyecto. En este caso, se seleccionan los peligros recogidos en el Apéndice A del Reglamento Delegado Clima, por estar el proyecto incluido en el PRTR y tener la necesidad de justificar el principio de no causar un perjuicio significativo al objetivo de adaptación al cambio climático.

7.1.2 Desastres causados por riesgos naturales (catástrofes). Peligros relacionados con el clima.

La EEA (European Environment Agency), en el informe *El Medio Ambiente en Europa: segunda evaluación. Riesgos naturales y tecnológicos (Capítulo 13)*, enumera los riesgos naturales que pueden amenazar el medio ambiente y la salud humana. Estos incluyen: tormentas, huracanes, vendavales, inundaciones, tornados, ciclones, olas de frío, olas de calor, grandes incendios, ventiscas, tifones, granizadas, terremotos y actividad volcánica. En resumen, todos los peligros relacionados con el clima incluidos en la tabla 34.

7.1.3 Desastres ocasionados por accidentes graves

Existe un amplio abanico de acontecimientos que pueden ser denominados accidentes, por lo que, para presentar datos sobre accidentes, su naturaleza y sus consecuencias se precisa el establecimiento de definiciones claras. Las definiciones se basan habitualmente en diferentes consecuencias adversas (número de víctimas mortales, heridos, número de evacuados, impacto medioambiental, costes, etc.) y en un umbral de daño para cada tipo de consecuencia. En la Unión Europea, los accidentes graves se definen como "acontecimientos repentinos, inesperados y no intencionados, resultantes de sucesos incontrolados, y que causen o puedan causar graves efectos adversos inmediatos o retardados". (Consejo Europeo, 1982; CCE, 1988).

7.1.4 Accidentes y catástrofes relevantes. Identificación de riesgos.

Se trata de responder a tres cuestiones básicas:

1. Cuáles pueden ser los accidentes y catástrofes relevantes para la actuación proyectada y cuál es la probabilidad de que éstos sucedan.
2. Cuán vulnerable es la actuación proyectada frente a los accidentes o desastres identificados como relevantes y cuál es la vulnerabilidad de los factores ambientales.
3. Si se ve afectada la actuación proyectada por alguno de los accidentes o desastres frente a los que es vulnerable, qué repercusiones tendrá sobre los factores ambientales del

entorno. O bien, si aun no siendo vulnerable la propia actuación, ésta puede agravar el riesgo de algún modo.

a) Como se ha indicado anteriormente, en este caso se analizarán los riesgos derivados de los peligros relacionados con el clima, por ser el requerimiento exigido en el PRTR para la justificación del DNSH.

7.1.5 Relación de las fuentes de información para el análisis de vulnerabilidad.

Se aporta la relación de las fuentes de información claves para la evaluación de las vulnerabilidades del proyecto ante catástrofes naturales y accidentes tecnológicos:

- **Riesgo de catástrofe natural**
  - Relacionados con el clima:
    - AR5 y AR6 del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC)
    - Plataforma sobre Adaptación al Cambio Climático de España. MITERD
    - Observatorio de Salud y Cambio Climático. MSSSI y MAGRAMA
    - Visor de Escenarios de Cambio Climático *AdpateCCa.es*. MITERD
  - Inundaciones de origen fluvial:
    - Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). MITECO y CHE
  - Fenómenos sísmicos:
    - Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE-C). Código Técnico de la Edificación (CTE)
    - Mapa de peligrosidad Sísmica de España. Instituto Geográfico Nacional (IGN)
    - Plan Territorial de Protección Civil de Aragón (PLATEAR)
  - Incendios:
    - Decreto 274/1999, de 28 de octubre, por el que se establece el *Plan de Protección Civil ante emergencias por incendios forestales* (INFOCAL)
    - Orden DRS/1521/2017, de 17 de julio, por la que se clasifica el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón en función de riesgo de incendio forestal y se declaran zonas de alto y de medio riesgo de incendio forestal.
- **Riesgo de accidentes tecnológicos**
  - Rotura de balsas:
    - *Guía Técnica para la clasificación de presas* (noviembre 2021) en función del riesgo potencial publicada por la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de Aguas del MITECO

7.2 RIESGO DE CATÁSTROFES. PELIGROS RELACIONADOS CON EL CLIMA

Durante años se han estado perfeccionando las técnicas para obtener datos de variables climáticas, y su evolución desde modelos climáticos globales o regionales a modelos locales calibrados y fiables.

Para poder evaluar la magnitud del efecto del cambio climático en las amenazas o los receptores de los diferentes sectores analizados, es necesario incorporar las proyecciones de variables climáticas a modelos que están calibrados y funcionan bajo condiciones actuales, para generar escenarios futuros de la amenaza o los receptores afectados.

Desde el año 2016, en España está disponible ADAPTECCA un portal de proyecciones climáticas regionalizadas para toda España que permite obtener datos, sin ajuste de sesgo, a diferentes escalas regionales, desde comunidades autónomas hasta municipios. Este documento utiliza como fuente de datos las proyecciones con dato diario generadas mediante técnicas de regionalización estadística a partir de las proyecciones globales de los informes de evaluación del IPPC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático).

Este grupo de expertos se creó a nivel internacional en 1988 como una organización intergubernamental de las Naciones Unidas para facilitar evaluaciones integrales del estado de los conocimientos científicos, técnicos y socioeconómicos sobre el cambio climático, sus causas, posibles repercusiones y estrategias de respuesta.

Desde su formación ha preparado seis informes de evaluación, finalizando a principios del presente año 2022 el Sexto Informe de Evaluación o AR6 por sus siglas en inglés *Sixth Assessment Report*.

En el Quinto Informe de Evaluación (AR5) se hacía hincapié en la evaluación de los aspectos socioeconómicos del cambio climático y sus consecuencias para el desarrollo sostenible, los aspectos regionales, la gestión del riesgo y la elaboración de una respuesta mediante la adaptación y la mitigación. Por su parte, en el Sexto Informe de Evaluación (AR6) se enfoca en el riesgo y soluciones marco, incluyendo riesgos de las respuestas al cambio climático, considerando consecuencias dinámicas y describiendo con más detalle los riesgos para las personas y los ecosistemas, evaluando dichos riesgos en una variedad de escenarios. Asimismo, este último informe presta mayor atención a la inequidad en vulnerabilidad climática y sus respuestas, con un enfoque más amplio sobre el papel de la transformación en cumplimiento de las metas sociales.

También, este último informe enfatiza en la evaluación de los cambios observados relacionados con la adaptación: respuestas al cambio climático, gobernanza y toma de decisiones en la adaptación y el papel de la adaptación en la reducción de riesgos clave y motivos de preocupación a escala mundial, así como los límites de dicha adaptación.

Para realizar esta evaluación, se adopta un conjunto común de años de referencia y periodos de tiempo: la referencia es el período 1850-1900 dónde se aproxima a la temperatura de la superficie global preindustrial, y tres períodos de referencia futuros cubren el corto plazo (2021–2040), medio plazo (2041–2060) y largo plazo (2081–2100).

En ellos se establece un marco integrador SSP (Shared Socioeconomic Pathways) y RCP (Representative Concentration Pathways), dónde las proyecciones climáticas obtenidas bajo los cuatro escenarios RCP del AR5, diferenciados según su forzamiento radiativo total o FR, se analizan en el contexto de cinco escenarios SSP ilustrativos.

El término forzamiento se utiliza para indicar que el equilibrio radiativo de la Tierra está siendo desviado de su estado normal y se cuantifica como la tasa de cambio de energía por área de unidad del planeta medida en la parte superior de la atmósfera en W/m^2. Un forzamiento raditaivo positivo representa que la energía del sistema atmósfera-Tierra se verá incrementado posteriormente, conduciendo al calentamiento del sistema.

Con esto, el IPPC establece en el AR5 cuatro escenarios diferentes de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y las consecuencias que se derivan sobre el clima mundial y la intervención de las políticas socioeconómicas aplicadas. Los cuatro RCP diferenciados por su FR son:

- RCP 2,6 W/m^2: con un nivel de FR muy bajo, representa un escenario con bajas emisiones de GEI.
- RCP 4,5 y 6,0 W/m^2: con un nivel de FR de estabilización en la progresión hasta el año 2100.
- RCP 8,5 W/m^2: representa un nivel de FR muy alto, contemplando un nivel muy alto de emisiones GEI.

Las emisiones continuadas de GEI causan un calentamiento adicional al que existe actualmente. Los resultados obtenidos para estos escenarios indican que la concentración de CO_2 en la atmósfera será mayor en 2100 que en la actualidad como consecuencia de las emisiones acumuladas durante el siglo XXI. Unas emisiones iguales o superiores a las actuales inducirán cambios en todos los componentes del sistema climático.

Por su parte, en el AR6 se identifican impactos y riesgos futuros en diferentes grados del cambio climático. Como resultado, se establecen 127 riesgos clave por regiones y sectores integrados en ocho riesgos globales, llamados Riesgos clave representativos, RKR.

El aumento evaluado en la temperatura global de la superficie es de 1,09 °C en 2011-2020 por encima de 1850-1900. Este aumento estimado desde AR5 se debe principalmente a un mayor calentamiento desde 2003–2012 (+0,19 °C). Considerando los cinco escenarios ilustrativos evaluados, existe al menos una probabilidad mayor al 50% de que el calentamiento global alcance o supere 1,5 °C a corto plazo, incluso en el escenario de muy bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

En el Quinto Informe de Evaluación (AR5), en la Región Mediterránea se han proyectado efectos específicos si no se reducen las emisiones, como son:

- Un incremento de temperatura por encima de la media global, más pronunciado en los meses estivales que en los invernales. Para el escenario RCP8,5 y para finales del siglo XXI, esta Región experimentará incrementos medios de temperatura de 3,8 y 6,0 ºC en los meses invernales y estivales respectivamente.
- En la Península Ibérica se reducirá la precipitación anual, de manera más acusada cuanto más al sur. Las precipitaciones se reducirán fuertemente en los meses estivales. Para el escenario RCP8,5 y para finales del siglo XXI, la Región Mediterránea experimentará reducciones medias de precipitación de 12 y 24% en los meses invernales y estivales respectivamente.
- Un aumento de los extremos relacionados con las precipitaciones de origen tormentoso.

Por su parte, en el Sexto Informe de Evaluación (AR6), se establecen las siguientes conclusiones generales:

- La magnitud de los impactos observados y los riesgos climáticos proyectados indica la escala de la toma de decisiones, la financiación y la inversión necesaria durante la próxima década si se quiere lograr un desarrollo resiliente al clima.
- Desde AR5, los riesgos climáticos están apareciendo más rápido y serán más graves antes. Las soluciones de adaptación y mitigación integradas se pueden adecuar a

ubicaciones específicas y monitoreados por su efectividad mientras se evita el conflicto con los objetivos de desarrollo sostenible y de gestión de riesgos y compensaciones.

- La evidencia disponible sobre los riesgos climáticos proyectados indica que es probable que las oportunidades de adaptación a muchos riesgos climáticos se vuelvan limitadas y tengan una eficacia reducida, se supere los 1,5 °C de calentamiento global y que, en muchos lugares de la Tierra, la capacidad de adaptación ya es significativamente limitada. El mantenimiento y la recuperación de los sistemas naturales y humanos requieren el logro de los objetivos de mitigación.

Finalmente, en base a todo lo anterior, para evaluar la magnitud del efecto climático a nivel nacional y en área de actuación del proyecto de modernización de regadíos en estudio, se utilizará ADAPTECCA. La aplicación Escenarios, desarrollada en el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y gracias a la cofinanciación de un proyecto de la Fundación Biodiversidad, del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, está orientada a facilitar la consulta de las proyecciones regionalizadas de cambio climático para España a lo largo del siglo XXI, realizadas por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) siguiendo técnicas de regionalización estadística.

En el visor se muestran datos de los escenarios RCP4.5 y RCP8.5, que se corresponden con emisiones intermedias y altas para el siglo XXI, respectivamente. Para estos escenarios se consideran tres períodos de análisis futuros: cercano (2011-2040), medio (2041-2070) y lejano (2071-2100) y recogen los datos a lo largo del periodo 2015-2100 de temperatura máxima y mínima para 360 estaciones termométricas y de precipitación para 2092 estaciones pluviométricas. El conjunto de los datos que la aplicación Escenarios procesa suma más de 6.000 millones.

Tomando como base de referencia el visor de escenarios de cambio climático indicado anteriormente (http://escenarios.ADAPTECCA.es/), se han consultado las proyecciones de cambio climático previstas según dos de los escenarios de emisiones de uso habitual (RCP4.5 y RCP8.5) para diferentes variables climáticas en la zona del proyecto, situado en su mayor parte en el municipio de Ejea de los Caballeros (99,9% del total), provincia de Zaragoza (Aragón).

7.2.1 Riesgos por variaciones extremas de temperatura

Para analizar las proyecciones de las variaciones extremas de temperatura en la ubicación del proyecto, se utiliza, tal y como se ha comentado en el apartado anterior, el visor de escenarios de la aplicación ADAPTECCA regionalizando los datos del portal por municipios, siendo el caso que nos ocupa el municipio de Ejea de los Caballeros en la provincia de Zaragoza (Aragón), y utilizando como referencia los datos históricos y dos escenarios de emisión, RCP4,5 y RCP8,5 (Figura 47). En el primer escenario se proyecta una tendencia estable en las emisiones de GEI, mientras que el segundo se sitúa en la posición extrema, ya que se proyecta una tendencia de emisiones de GEI muy altas con un valor de FR en igual medida.

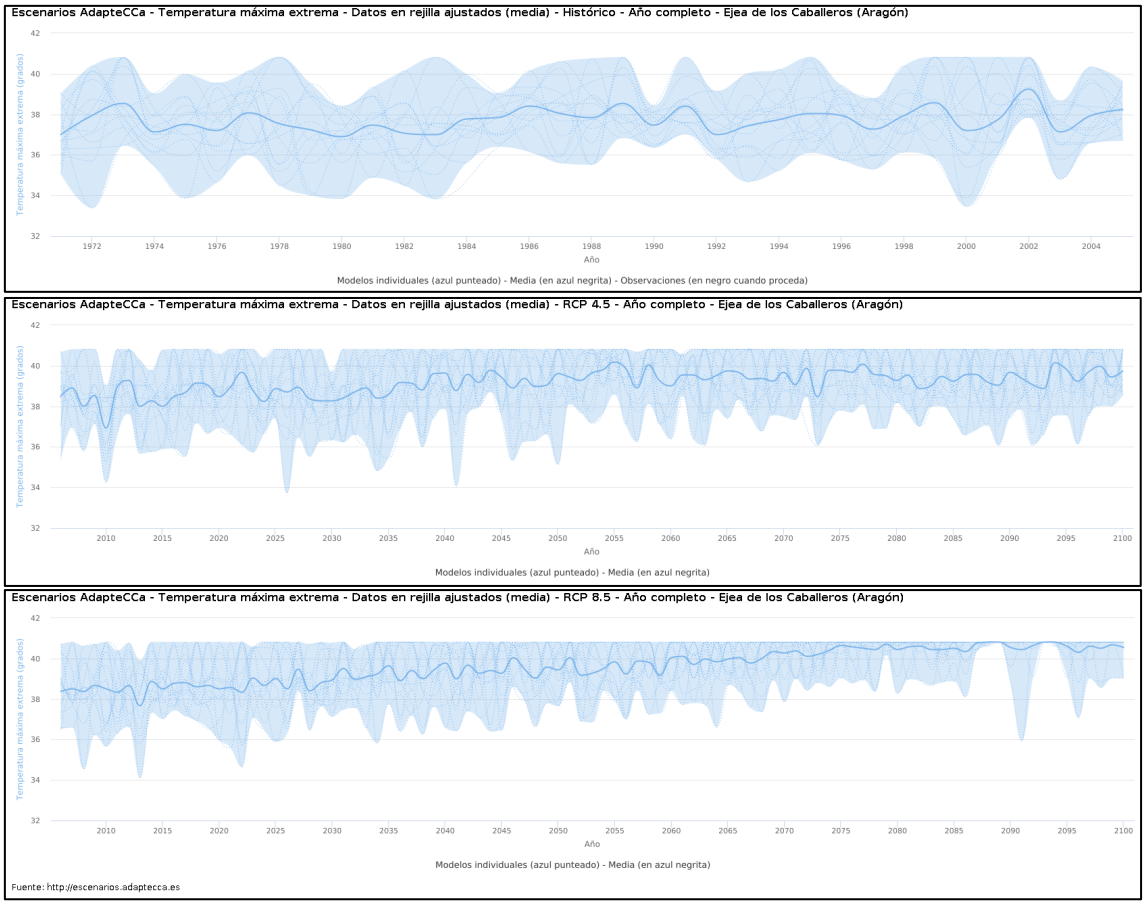


Figura 50. **Serie temporal de temperaturas máximas extremas. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Si se analizan los datos históricos de la temperatura máxima extrema en el municipio dónde se sitúa el proyecto, se obtiene que, entre los años 1971 y 2005, la temperatura máxima extrema media se sitúa en torno a los 37 ºC. En el escenario RCP4,5, esta temperatura media se sitúa en torno a los 39 ºC, aumentando ligera y progresivamente en el periodo analizado. Por su parte, en el escenario RCP8,5 el aumento de temperatura en el periodo de proyección es más significativo, situándose la temperatura máxima extrema media alrededor de los 39 ºC a corto y medio plazo y situándose algo por debajo de los 41 ºC a largo plazo.

Por tanto, ambos escenarios de cambio climático consultados prevén un aumento de las temperaturas máximas extremas (Tabla 35). Comparando los valores promedio de la serie histórica con los del escenario de emisiones intermedias, se prevé un aumento de 1,44 ºC. Si se comparan estos valores con los del escenario de emisiones altas, el aumento de temperaturas máximas extremas previsto es de 1,91 ºC.

Tabla nº 32. **Temperaturas máximas extremas medias. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Tª máxima extrema. Datos históricos (ºC)	38,1	36,9	37,0	38,4	38,5	37,0	38,0	37,9	37,7	37,9	**37,72**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
Tª máxima extrema RCP4,5 (ºC)	36,9	38,5	38,3	39,6	39,6	39,0	39,8	39,3	39,7	39,7	**39,16**
Tª máxima extrema RCP8,5 (ºC)	38,5	38,5	38,9	39,8	39,4	40,0	40,3	40,4	40,5	40,5	**39,63**

Asimismo, se han analizado las series temporales de las temperaturas mínimas extremas (Figura 48 y Tabla 36). Según los datos promedio de las series, en el escenario RCP4,5 se prevé una subida de las temperaturas mínimas extremas de 1,16ºC y para el escenario RCP8,5 la subida prevista es de 1,85ºC con respecto a los datos históricos.

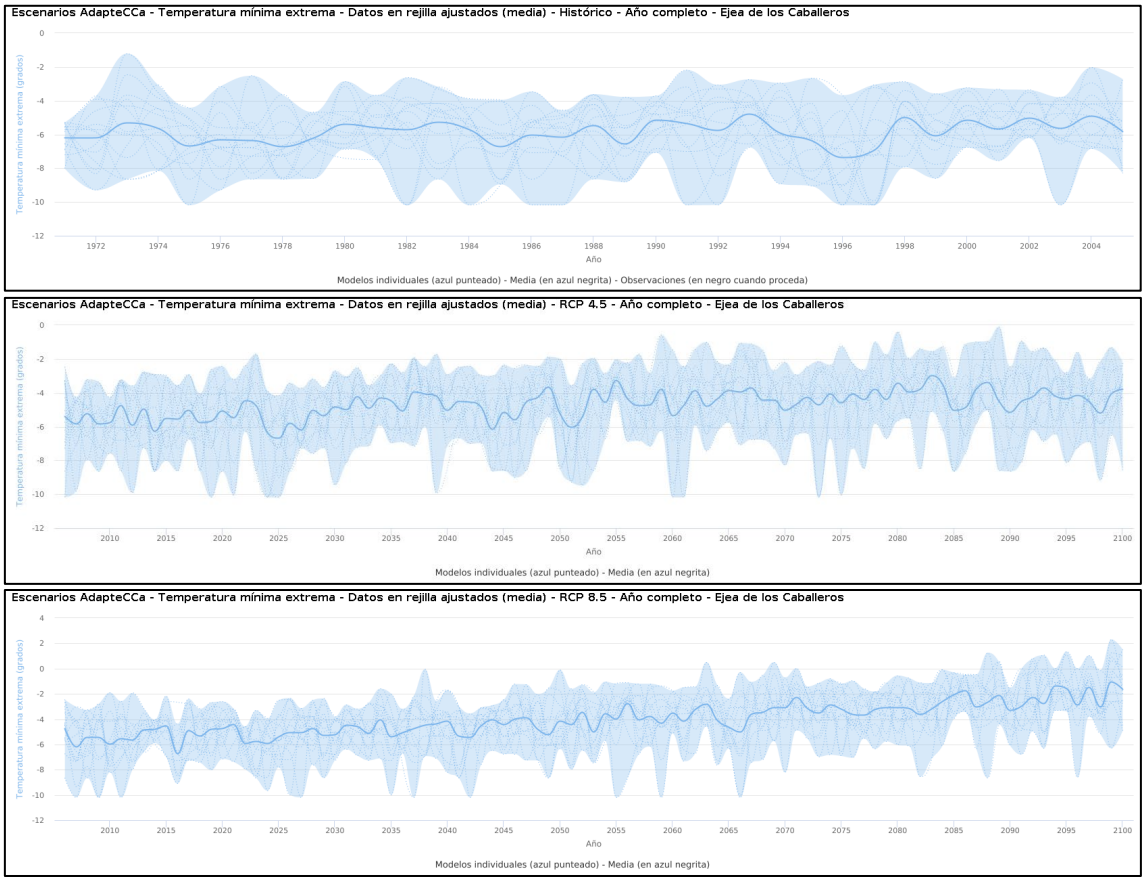


Figura 51. **Serie temporal de temperaturas mínimas extremas. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Tabla nº 33. **Temperaturas mínimas extremas medias. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Tª mínima extrema. Datos históricos (ºC)	-6,35	-5,40	-5,27	-6,05	-6,56	-5,78	-6,35	-5,00	-5,69	-4,91	**-5,87**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
Tª mínima extrema RCP4,5 (ºC)	-5,75	-5,08	-4,82	-5,04	-5,24	-5,37	-5,02	-3,44	-5,15	-3,80	**-4,70**
Tª mínima extrema RCP8,5 (ºC)	-5,98	-4,74	-5,22	-4,14	-4,16	-3,51	-3,11	-3,09	-3,31	-1,66	**-4,02**

7.2.1.1 *Riesgos por el incremento de las temperaturas máximas*

En este apartado, procediendo de igual modo al punto anterior, se analizan las temperaturas máximas en la zona de estudio, mostrando en primer lugar las temperaturas máximas previstas en un futuro medio (2040-2070) para el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP8,5) para las zonas agrícolas a nivel nacional (Figura 49).

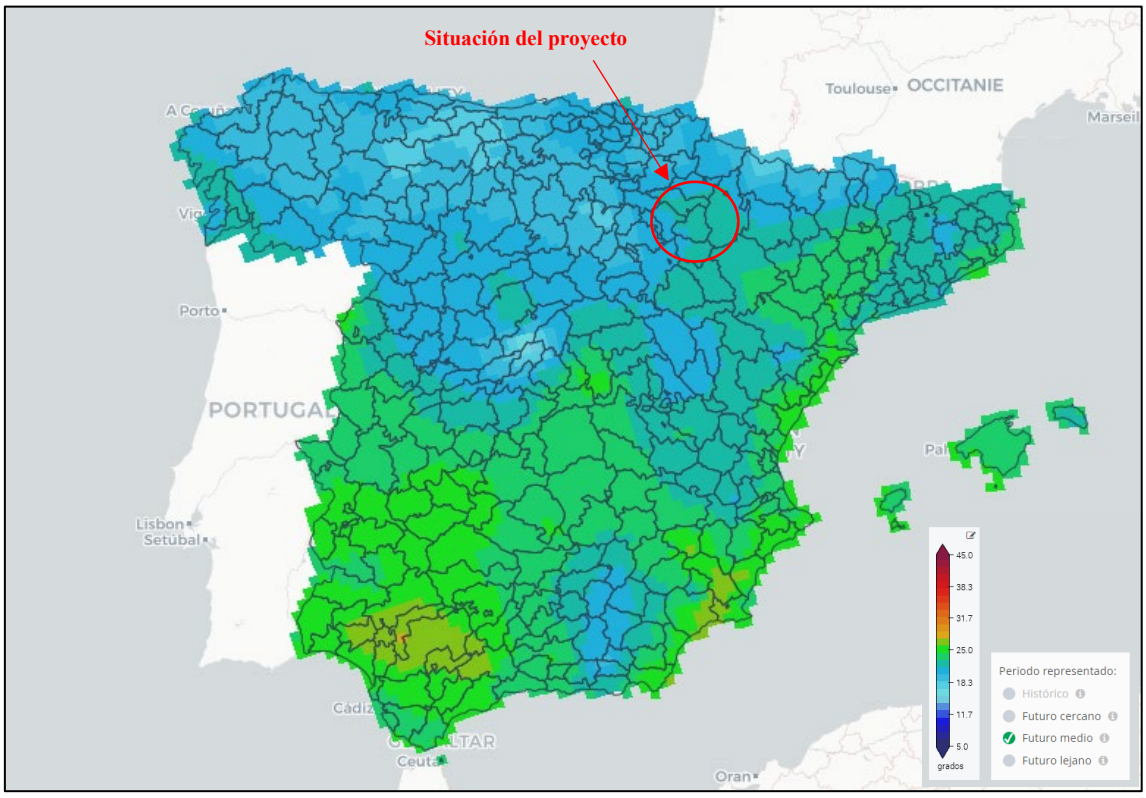


Figura 52. **Mapa de temperaturas máximas en las zonas agrícolas. Predicción a futuro medio y escenario RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

Al igual que en apartado anterior, se obtienen los gráficos de la temperatura máxima en la zona de estudio que corresponden a los datos históricos y los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 (Figura 50).

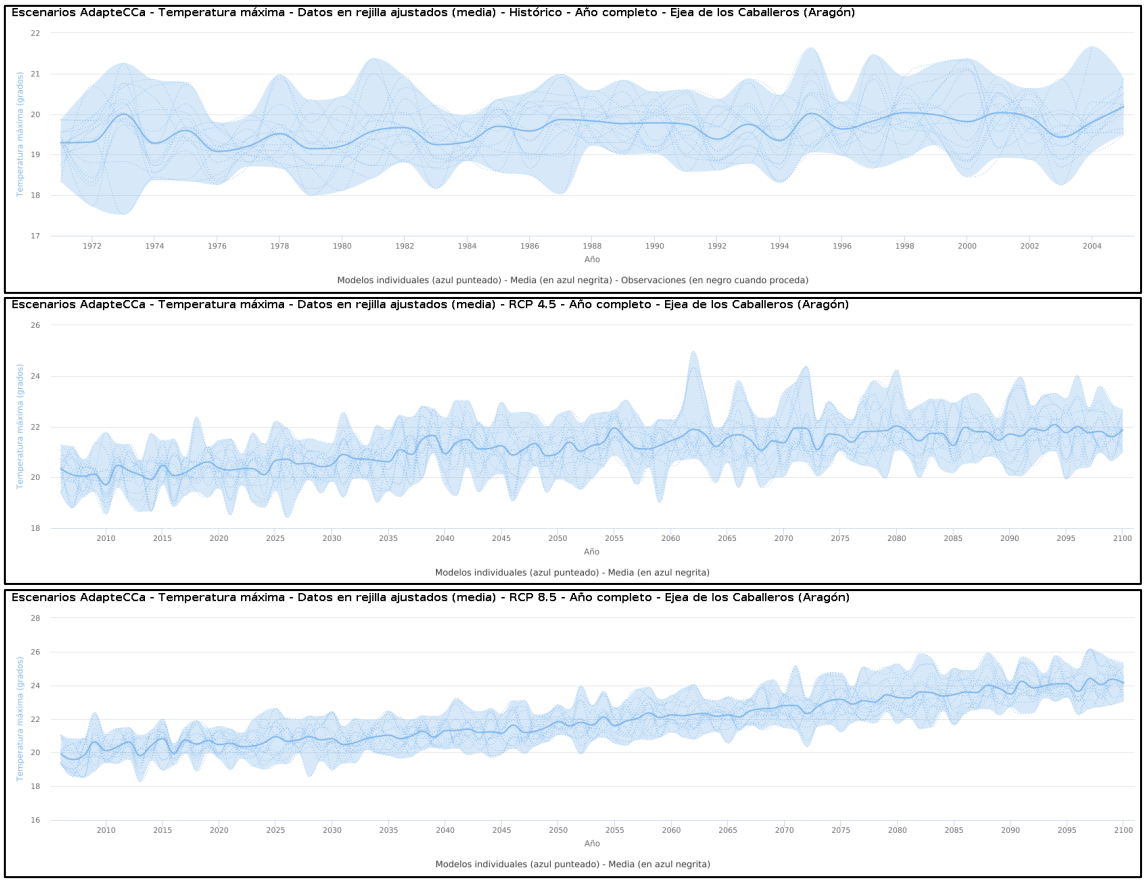


Figura 53. **Serie temporal de temperaturas máximas. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Si se analizan los datos históricos de la temperatura máxima en el municipio dónde se sitúa el proyecto, se obtiene que, entre los años 1971 y 2005, la temperatura máxima media se sitúa entre los 19 y 20 ºC. En el escenario RCP4,5, esta temperatura media se sitúa en torno a los 20 ºC a corto plazo, aumentando hasta los 21 ºC en el medio plazo y situándose cerca de los 22 ºC a largo plazo. Por su parte, en el escenario RCP8,5 el aumento de temperatura en el periodo de proyección es más significativo, situándose la temperatura máxima extrema media alrededor de los 20 ºC al inicio del periodo analizado y en torno a los 24 ºC al final del mismo.

Por tanto, ambos escenarios de cambio climático consultados prevén un aumento de las temperaturas máximas (Tabla 37), que se traducirán en un aumento de la evapotranspiración de los cultivos y, por tanto, en un incremento de las necesidades de riego en la zona de estudio. Comparando los valores promedio de la serie histórica con los del escenario de emisiones intermedias, se prevé un aumento de 1,52 ºC. Si se comparan estos valores con los del escenario de emisiones altas, el aumento de temperaturas máximas extremas previsto es de 2,31 ºC.

Tabla nº 34. **Temperaturas máximas medias. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Tª máxima. Datos históricos (ºC)	19,2	19,2	19,3	19,6	19,8	19,4	20,0	20,0	20,0	19,8	**19,63**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
Tª máxima RCP4,5 (ºC)	19,7	20,4	20,5	20,9	21,0	21,4	21,4	22,0	21,7	21,9	**21,15**
Tª máxima RCP8,5 (ºC)	20,1	20,5	20,8	21,3	21,9	22,2	22,8	23,3	23,5	24,1	**21,94**

Dada la naturaleza del proyecto, en este apartado se puede analizar la tendencia que siguen la temperatura máxima en verano, ya que es el momento del año en el que es necesario aportar agua a los cultivos para suplir las necesidades hídricas que no cubren las escasas precipitaciones estivales. Si se toma como referencia las proyecciones del periodo 1971-2000 y lo comparamos con el escenario RCP4,5 y RCP8,5, que comprenden el periodo 2006-2100, se puede obtener la variable temperatura como una anomalía absoluta que refleja el incremento de la temperatura máxima media (Figura 51). Como puede observarse, en los meses de verano, las proyecciones muestran una tendencia al alza, llegando a alcanzar un incremento de temperatura entre 3 y 6 ºC aproximadamente, según el escenario analizado.

Figura 54. **Serie temporal de la anomalía de temperaturas máximas. Predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

7.2.1.2 *Riesgos por olas de calor*

Otra de las variables relacionada con los peligros relacionados con el clima es la duración máxima de olas de calor. En este caso, al igual que en apartados anteriores, se analizan las variaciones entre los datos históricos y las proyecciones realizadas para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 (Figura 52 y Tabla 38).

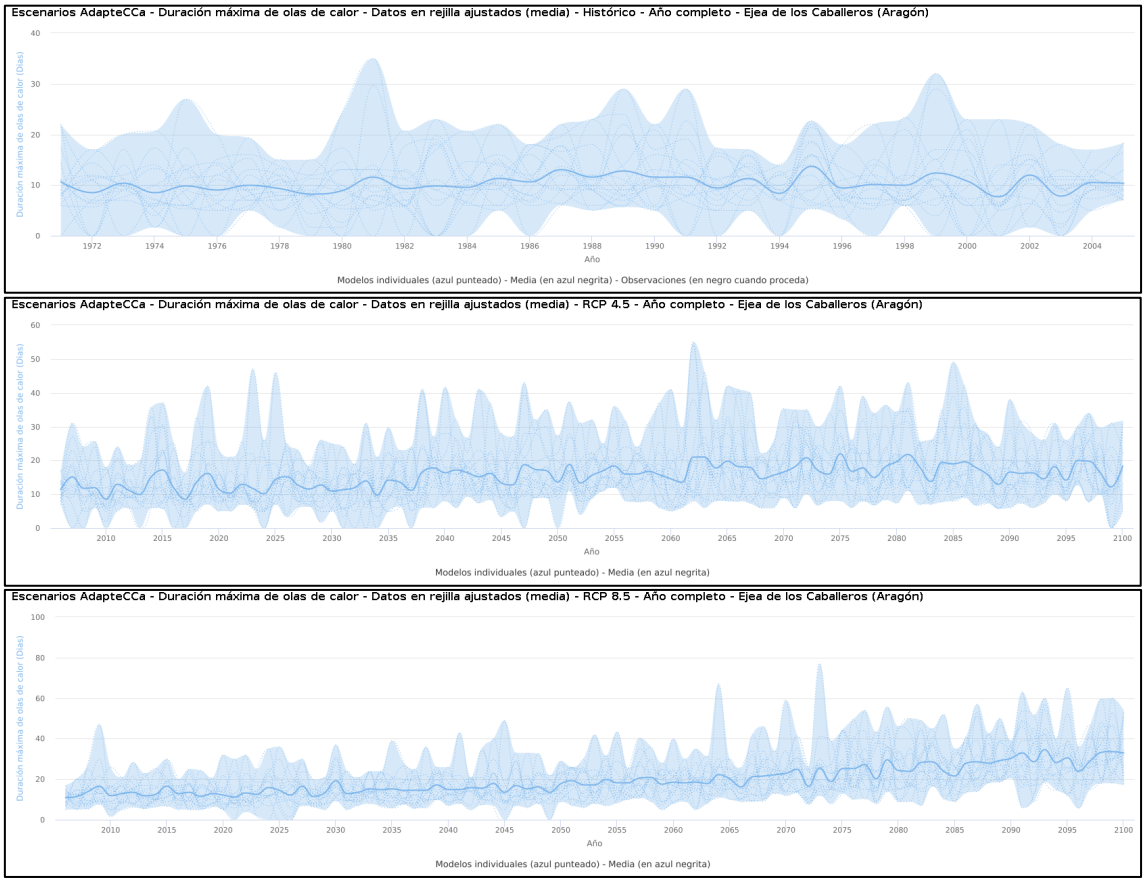


Figura 55. **Serie temporal de duración de las olas de calor. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Las gráficas muestran que las olas de calor según los datos históricos tienen una duración media de entre 9 y 10 días, mientras que en los escenarios analizados la duración media aumenta, situándose entre 15 y 22 días en el escenario correspondiente a emisiones intermedias (RCP 4,5) y llegando a alcanzar los 30 días al final del periodo para el escenario correspondiente a altas emisiones (RCP 8,5).

Por tanto, ambos escenarios de cambio climático consultados prevén un aumento de la duración de las olas de calor (Tabla 38), que se traducirán, al igual que sucedía con la temperatura máxima, en un aumento de la evapotranspiración de los cultivos y, por tanto, en un incremento de las necesidades de riego en la zona de estudio. Comparando los valores promedio de la serie histórica con los del escenario de emisiones intermedias, se prevé un aumento de 5,13 días. Si se comparan estos valores con los del escenario de emisiones altas, el aumento de la duración media de las olas de calor previsto es de 9,13 días.

Tabla nº 35. **Duración media de olas de calor. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Duración olas de calor. Datos históricos (días)	9,9	8,9	9,8	10,7	12,7	9,4	13,7	10,0	7,7	10,5	**10,28**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
Duración olas de calor RCP4,5 (días)	8,5	11,6	11,0	16,4	13,6	14,5	16,5	19,6	16,6	18,3	**15,41**
Duración olas de calor RCP8,5 (días)	11,8	12,2	19,1	15,0	17,9	18,5	22,7	24,1	30,2	33,0	**19,41**

En este apartado, también, se analiza la tendencia que sigue la duración de la ola de calor en verano, ya que es el periodo en el que es necesario aportar agua a los cultivos para suplir las necesidades hídricas que no cubren las escasas precipitaciones. Si se toma como referencia las proyecciones del periodo 1971-2000 y lo comparamos con el escenario RCP4,5 y RCP8,5, que comprenden el periodo 2006-2100, se puede obtener la variable duración de ola de calor como una anomalía absoluta que refleja el incremento de la duración media (Figura 53). Como puede observarse, en los meses de verano, las proyecciones muestran una tendencia al alza, llegando a alcanzar un incremento de la duración de las olas de calor entre 7 y 15 días aproximadamente, según el escenario analizado.

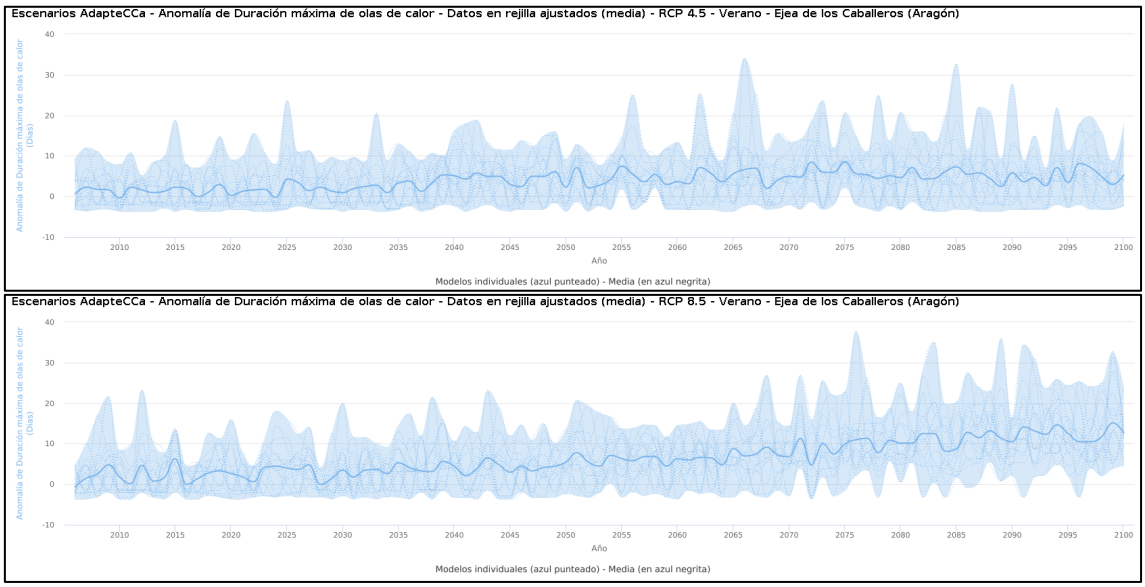


Figura 56. **Serie temporal de la anomalía de duración de ola de calor. Predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

7.2.2 Riesgo por variación en el régimen de precipitaciones

En este apartado, se toman como referencia los escenarios RCP4,5 y RCP8,5 para evaluar las consecuencias de una variación en el régimen de precipitaciones sobre el proyecto y la actividad económica asociada.

En el AR5, datos que utiliza la aplicación utilizada para la consulta de proyecciones climáticas, se prevé para la región mediterránea una reducción de la escorrentía (agua disponible) y la humedad del suelo.

En primer lugar, se muestra la predicción de precipitaciones diaria media por año en las zonas agrícolas a nivel nacional en un futuro medio (2040-2070) y para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP8,5) (Figura 54) y, a continuación, se analizan los datos en el municipio de Ejea de Caballeros dónde se sitúa la práctica totalidad del proyecto.

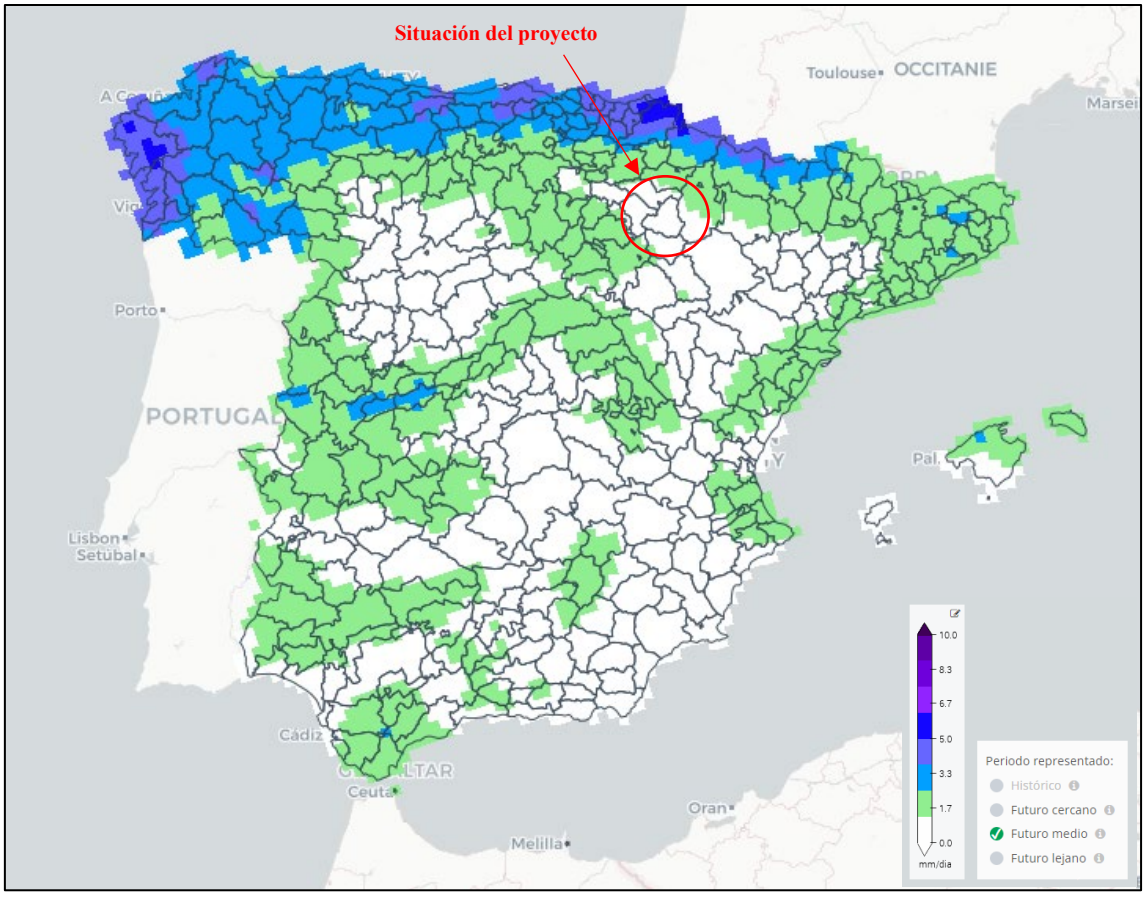


Figura 57. **Mapa de precipitaciones diarias por año en las zonas agrícolas. Predicción a futuro medio y para el escenario RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

La variación y tendencia del régimen de precipitaciones en el futuro se analiza a partir de la precipitación diaria por año en ambos escenarios en comparación con los datos históricos disponibles (Figura 55 y Tabla 39). Los datos muestran que tanto la precipitación diaria media como las precipitaciones diarias máximas prácticamente no varían, situándose en torno a 1 mm/día la precipitación diaria media y alrededor de 1,3 la precipitación diaria máxima.

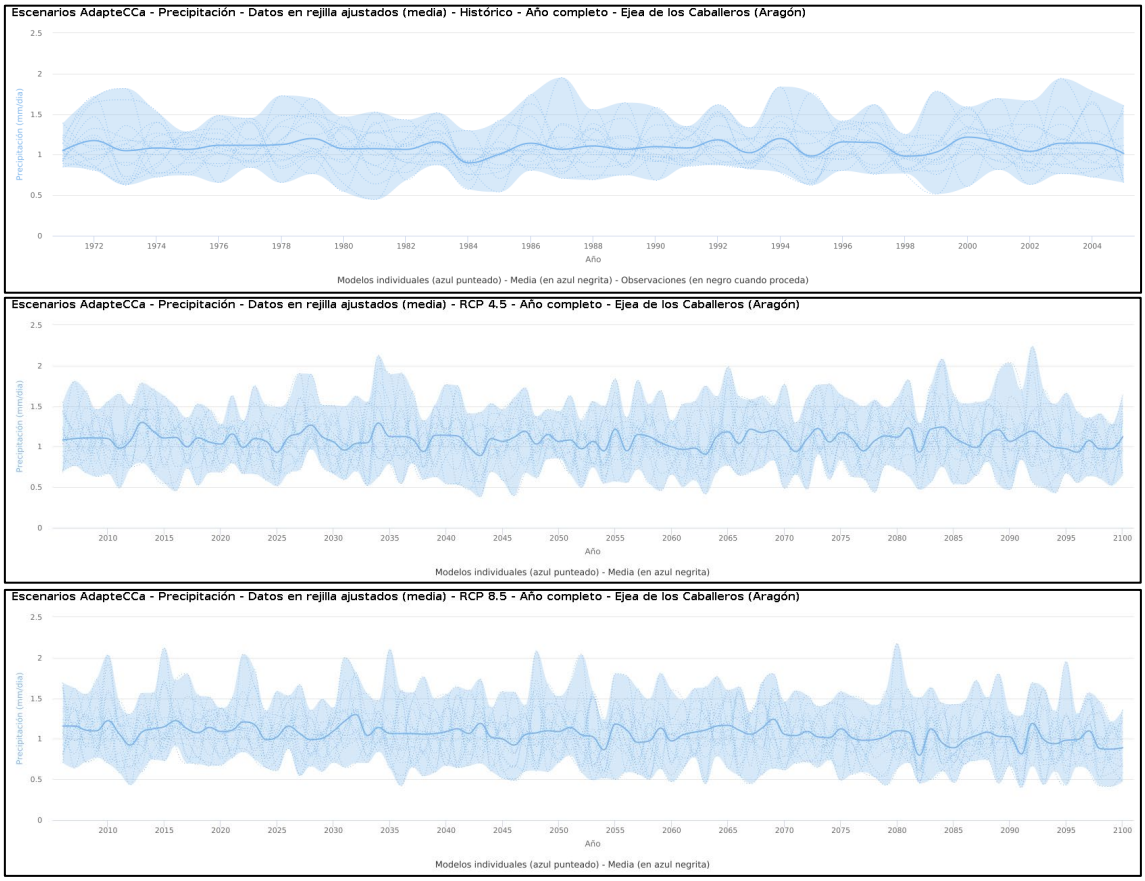


Figura 58. **Serie temporal de la precipitación diaria por año. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Tabla nº 36. **Precipitación diaria media por año. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Precipitación. Datos históricos (mm/día)	1,11	1,08	1,16	1,14	1,06	1,18	0,98	0,98	1,15	1,14	**1,09**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
Precipitación RCP4,5 (mm/día)	1,10	1,03	1,06	1,14	1,07	1,00	1,09	1,11	1,06	1,13	**1,08**
Precipitación RCP8,5 (mm/día)	1,23	1,09	1,10	1,09	1,09	0,98	1,06	1,10	1,02	0,89	**1,06**

Para realizar una mejor valoración de la variación del régimen de precipitaciones se analizan estos datos para el verano (Figura 56), cuando las precipitaciones suelen ser menos abundantes. Inicialmente, también se observa que los datos históricos reflejan una precipitación entre 0,6 y

1 mm/día y las proyecciones para ambos escenarios muestran una cierta estabilización, aunque los valores mínimos se sitúan en unos 0,4 mm/día.

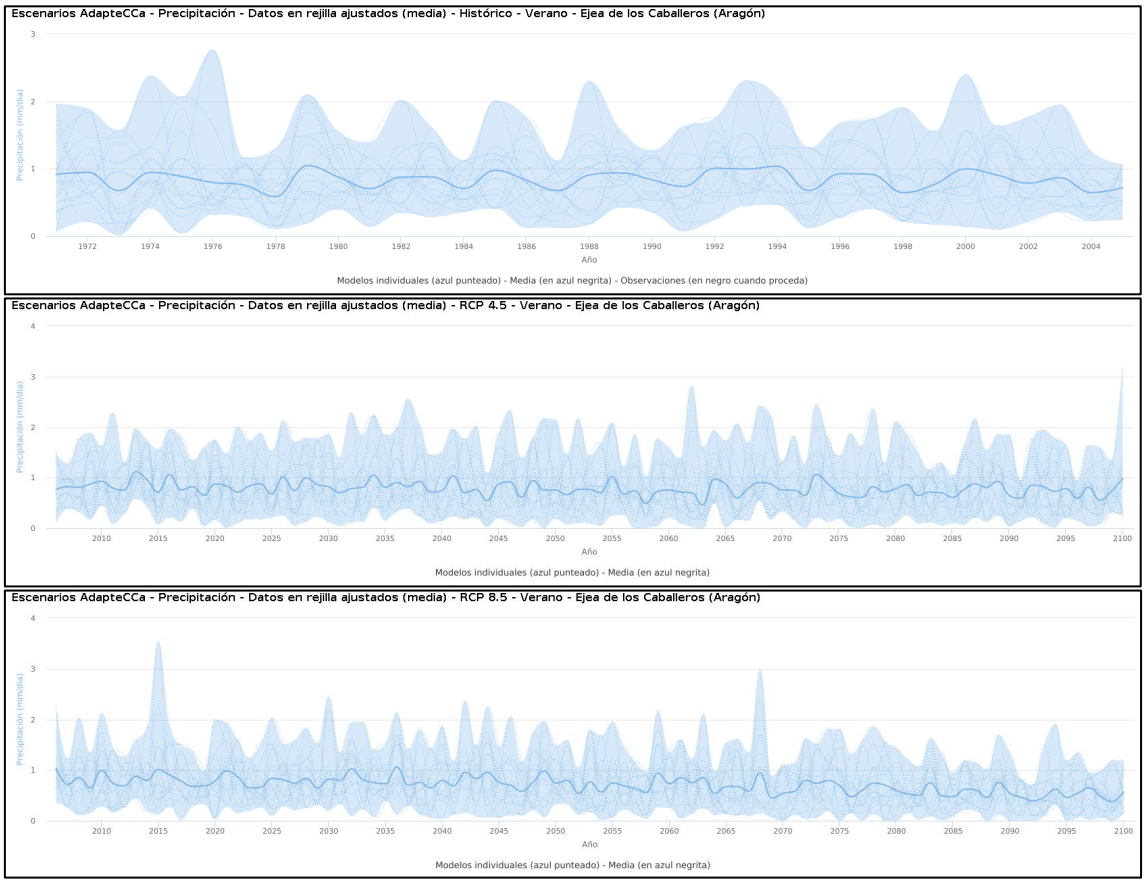


Figura 59. **Serie temporal de la precipitación diaria por año en verano. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Sin embargo, aunque en las gráficas pueda parecer que no existe cierta tendencia negativa, la precipitación diaria media por año en verano muestra que desciende (Tabla 40), principalmente en los valores mínimos. En concreto, el valor de precipitación diaria media mínima en verano para los datos históricos se sitúa en 0,6 mm/año, descendiendo hasta 0,46 mm/año para el escenario correspondiente a emisiones intermedias (RCP4,5) y hasta 0,38 mm/año para el escenario correspondiente a emisiones altas.

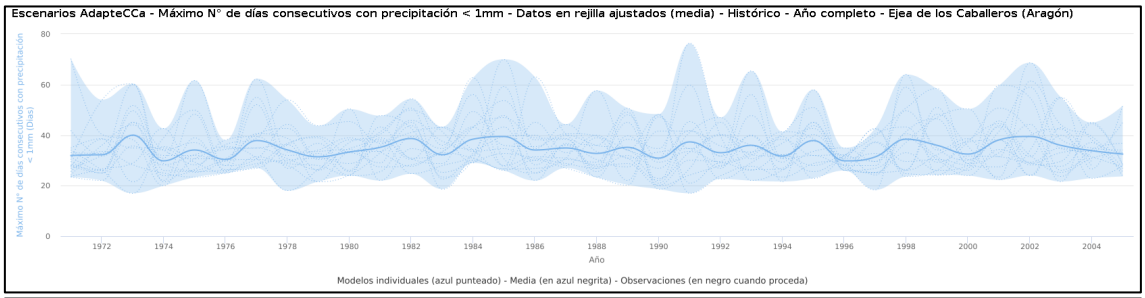
Tabla nº 37. **Precipitación diaria media por año en verano. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

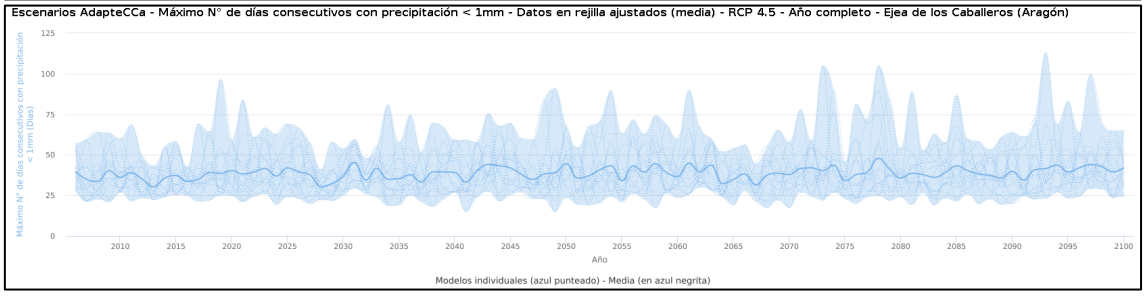
	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Precipitación. Datos históricos (mm/día)	0,76	0,88	0,87	0,82	0,94	1,01	0,68	0,64	0,91	0,65	**0,84**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
Precipitación RCP4,5 (mm/día)	0,93	0,88	0,83	0,74	0,76	0,75	0,75	0,78	0,65	0,98	**0,79**
Precipitación RCP8,5 (mm/día)	1,00	0,79	0,83	0,80	0,74	0,72	0,55	0,60	0,55	0,56	**0,71**

7.2.2.1 *Riesgo por sequías*

El riesgo por sequías se analiza a partir del parámetro del máximo número de días consecutivos con una precipitación inferior a 1 mm/día, ya que es indicativo de la concurrencia de sequías prolongadas.

Como se puede observar a continuación (Figura 57 y Tabla 41), en los escenarios futuros las sequías son más prolongadas, con valores medios de duración que se sitúan en 34,59 días según los datos históricos y aumentando hasta los 38,71 días en el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP4,5) y hasta los 41,24 días en el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP8,5). Asimismo, los valores máximos ascienden desde los 40 días según los datos históricos y hasta superar los 50 días en escenarios futuros.





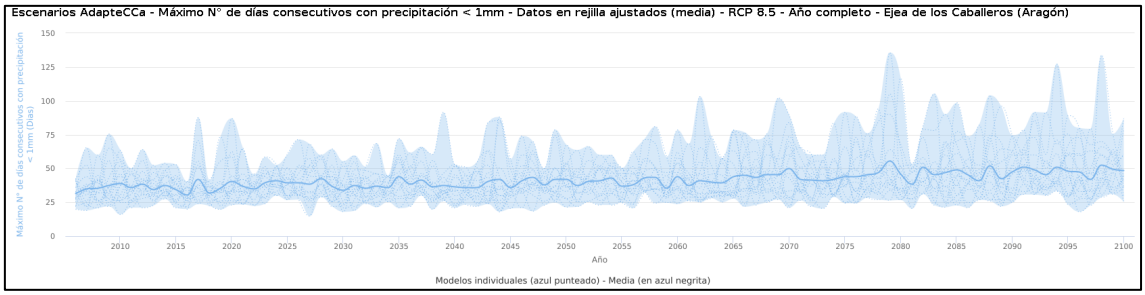


Figura 60. **Serie temporal del máximo número de días consecutivos con una precipitación inferior a 1 mm/día. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Tabla nº 38. **Máximo número de días consecutivos medio con una precipitación inferior a 1 mm/día. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Máximo número de días consecutivos con una precipitación inferior a 1 mm/año. Datos históricos (día)	37,8	33,2	32,2	34,0	35,3	33,0	37,8	38,3	38,0	34,0	**34,59**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
Máximo número de días consecutivos con una precipitación inferior a 1 mm/año RCP4,5 (día)	36,3	40,3	36,8	39,2	44,5	36,8	37,9	35,9	39,8	42,1	**38,71**
Máximo número de días consecutivos con una precipitación inferior a 1 mm/año RCP8,5 (día)	38,8	40,3	33,8	36,5	41,9	43,6	50,1	46,0	47,3	48,4	**41,24**

7.2.2.2 *Riesgo por precipitaciones extremas*

El riesgo por precipitaciones en la zona de estudio se analiza a partir de la variable asociada a las precipitaciones extremas acumuladas en 5 días, cuya valoración por zonas agrícolas a nivel nacional en un futuro medio (2040-2070) y para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP8,5) se presenta en la siguiente figura (Figura 58).

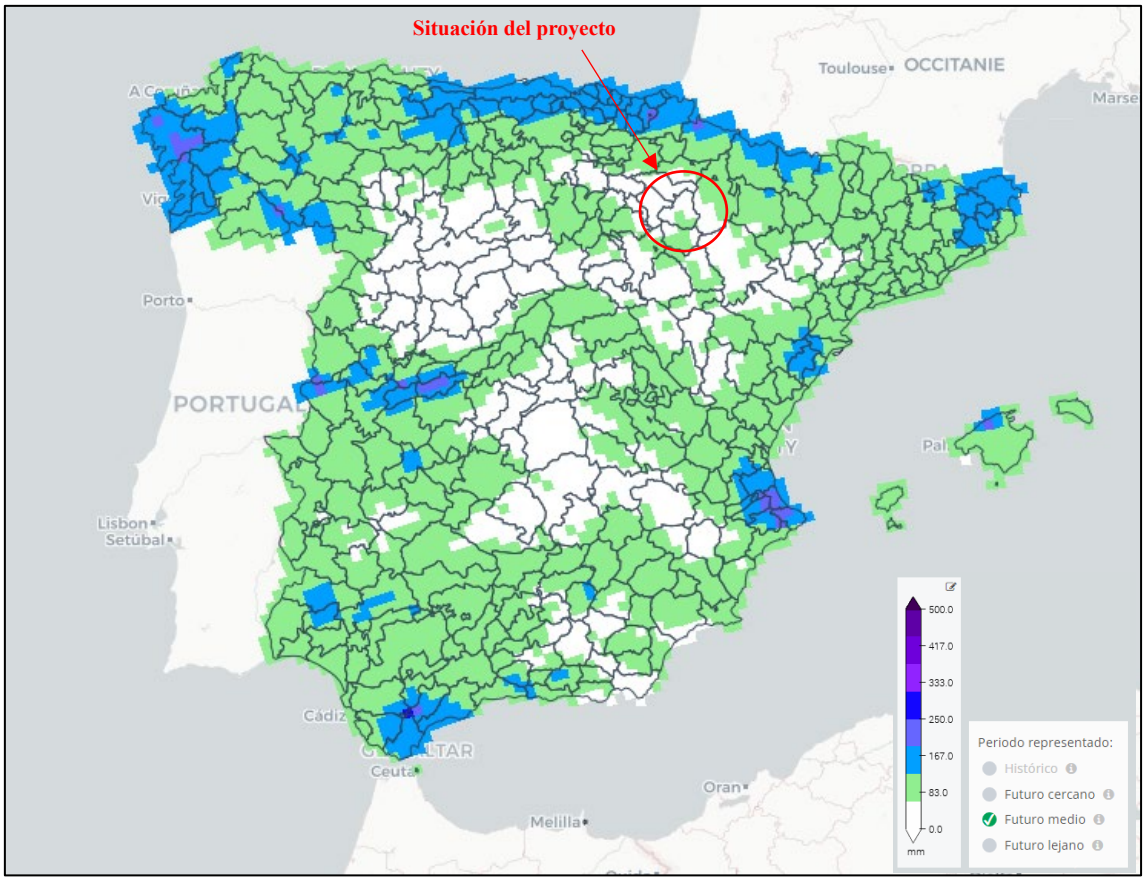
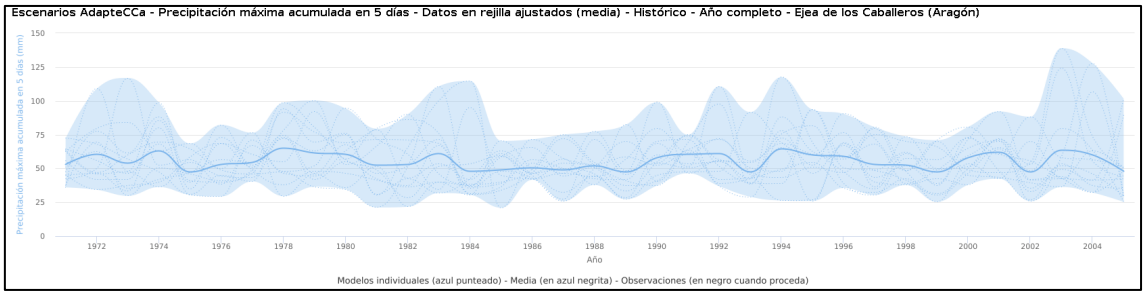


Figura 61. **Mapa de precipitaciones máximas acumuladas en 5 días en las zonas agrícolas. Predicción a futuro medio y para el escenario RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

La variación y tendencia del régimen de precipitaciones en el futuro se analiza a partir de la precipitación diaria por año en ambos escenarios en comparación con los datos históricos disponibles (Figura 59). Los datos históricos por su parte se sitúan, en general, entre 50 y 65 mm/día. Si estos datos se comparan con los escenarios, se observa que los valores máximos ascienden hasta situarse entre 70 y 80 mm/día.



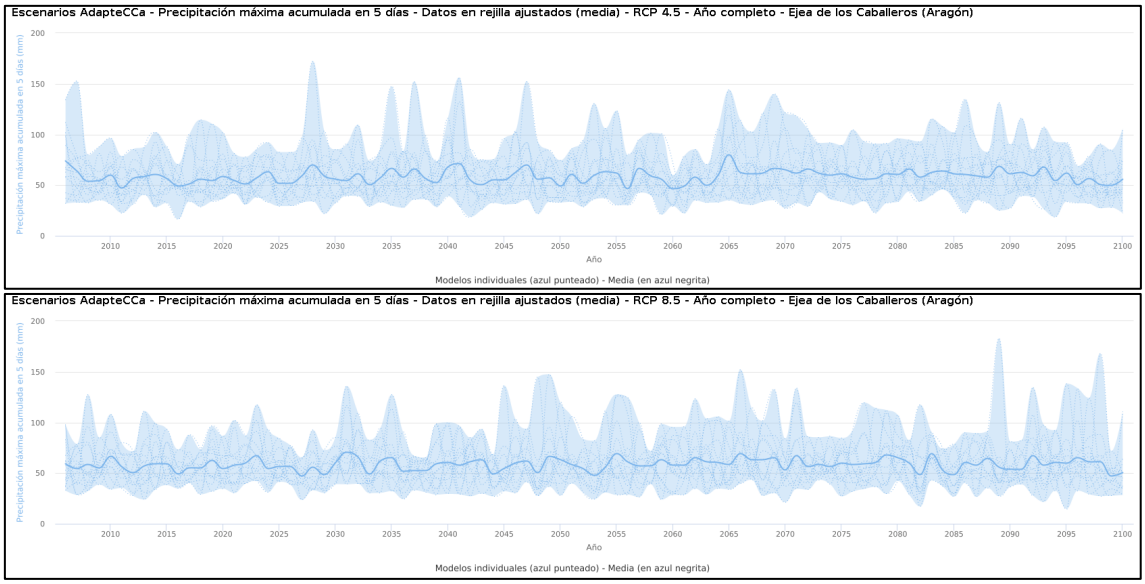


Figura 62. **Serie temporal de la precipitación máxima acumulada en 5 días. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Por otro lado, si se comparan los valores medios de la precipitación máxima acumulable en 5 días (Tabla 42), se observa que se sitúa en 55,3 mm/día según los datos históricos, aumentando en 3,4 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP4,5) y en 3,2 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP8,5).

Tabla nº 39. **Precipitación máxima media acumulada en 5 días. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Precipitación máxima acumulada en 5 días. Datos históricos (mm/día)	54,3	60,2	60,8	50,6	47,6	60,8	59,8	52,4	62,2	59,8	**55,29**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
Precipitación máxima acumulada en 5 días RCP4,5 (mm/día)	60,1	58,2	55,9	68,1	49,0	46,6	64,9	60,6	61,1	56,1	**58,70**
Precipitación máxima acumulada en 5 días RCP8,5 (mm/día)	66,4	54,6	60,2	60,6	63,0	58,0	53,0	65,1	53,7	50,6	**58,53**

Otra de las variables a analizar en este apartado es la precipitación máxima en 24 horas (Figura 60). En este caso, se observa cómo según los datos históricos, esta variable se sitúa entre 30 y 35 mm en su mayor parte, mientras que para ambos escenarios asciende el valor medio de la precipitación máxima hasta alcanzar los 40 mm.

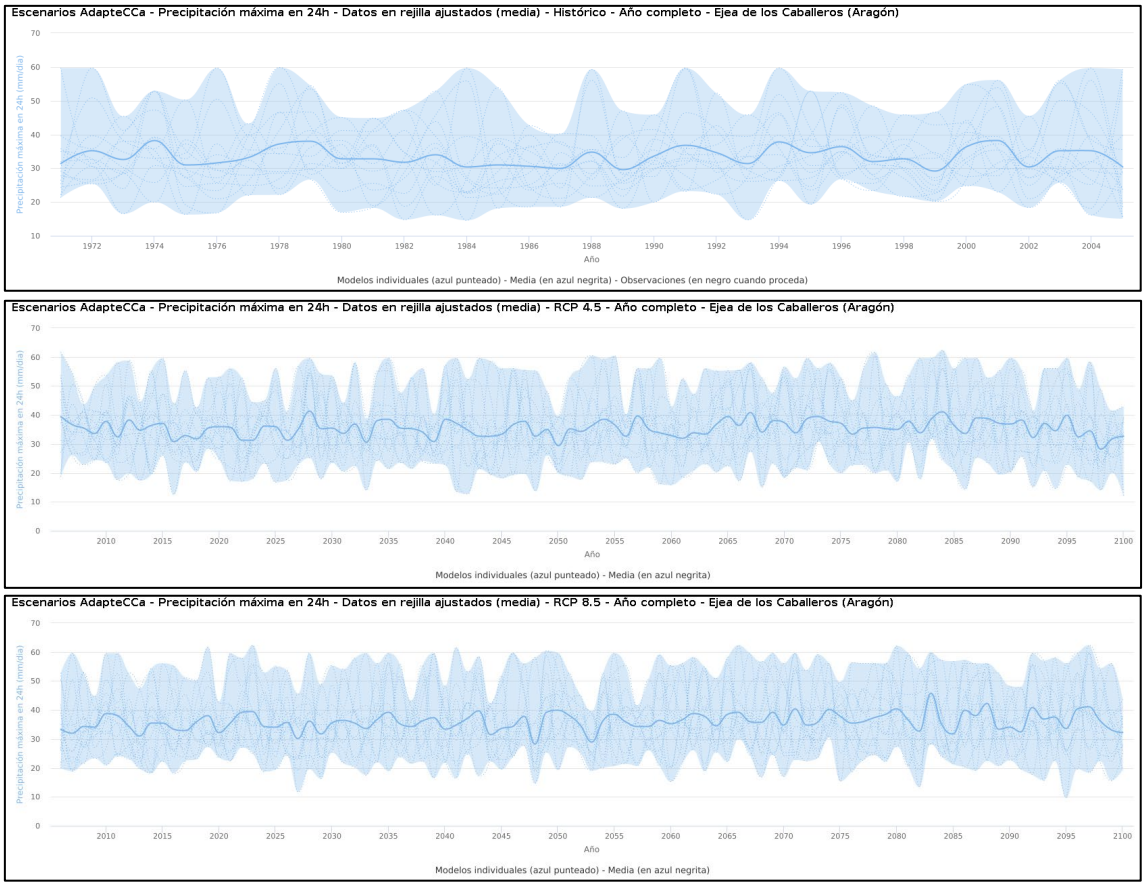


Figura 63. **Serie temporal de la precipitación máxima en 24 horas. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Asimismo, si se comparan los valores medios de la precipitación máxima en 24 horas (Tabla 43), se observa que se sitúa en 33,44 mm/día según los datos históricos, aumentando en 1,97 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP4,5) y en 2,54 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP8,5).

Tabla nº 40. **Precipitación máxima en 24 horas. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

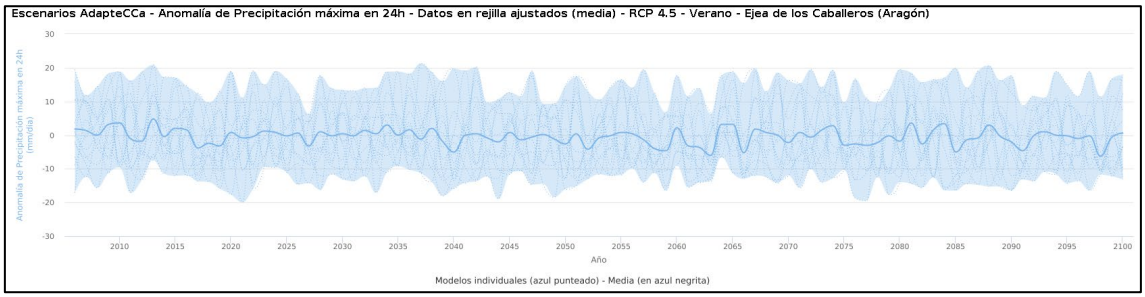
	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
Precipitación máxima en 24 horas. Datos históricos (mm/día)	33,1	32,7	34,0	30,5	29,5	34,5	34,6	32,7	38,2	35,1	**33,44**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
Precipitación máxima en 24 horas RCP4,5 (mm/día)	37,9	36,0	35,6	38,5	29,3	32,9	37,3	35,0	36,8	32,6	**35,41**
Precipitación máxima en 24 horas RCP8,5 (mm/día)	38,7	32,2	35,4	33,3	39,9	35,2	34,8	40,3	34,1	32,1	**35,98**

Por último, se analizan las dos variables anteriores, precipitación máxima acumulada en 5 días y la precipitación máxima en 24 horas como una anomalía absoluta de la variable en el periodo de verano, que ofrece la diferencia de ambas variables con los datos del escenario de referencia en el periodo 1971 a 2000, para comprobar que existe un descenso de los valores máximos.

En concreto, en la precipitación máxima acumulada en 5 días se observa como los valores son negativos en gran parte de la serie temporal de ambos escenarios analizados (Figura 61), obteniéndose, a lo largo del periodo analizado, una reducción de 0,8 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP4,5) y de 5,6 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP8,5).

Figura 64. **Serie temporal de la anomalía de precipitación máxima acumulada en 5 días en verano. Predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

Por otro lado, en la precipitación máxima en 24 h (Figura 62) se observa como el valor medio de la diferencia entre los datos de referencia y los correspondientes al escenario de emisiones intermedias se sitúa en -0,5 mm/día y en -1,5 mm/día para el escenario de emisiones altas. Asimismo, a lo largo del periodo analizado, se obtiene una reducción de 1,6 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP4,5) y de 2,96 mm/día para el escenario correspondiente a las emisiones altas (RCP8,5).



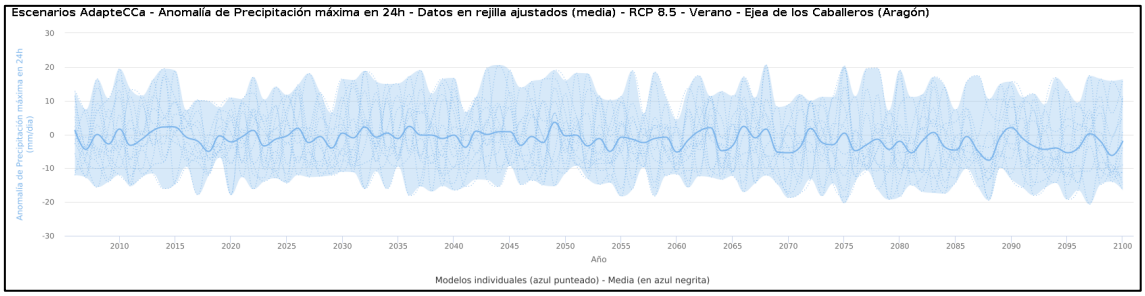


Figura 65. **Serie temporal de la anomalía de precipitación máxima en 24 horas en verano. Predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

7.2.3 Variación de la evapotranspiración potencial

A través de la evapotranspiración potencial (ETP), que por definición es la evapotranspiración que se produciría si la humedad del suelo y la cobertura vegetal estuviera en condiciones óptimas y sin tener limitaciones en la disponibilidad de agua, podemos valorar el grado de aridez de una zona para cada una de las proyecciones en los diferentes escenarios.

En primer lugar, se muestra la evapotranspiración potencial prevista en un futuro medio (2040 a 2070) y para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP8,5) para las zonas agrícolas a nivel nacional (Figura 63).

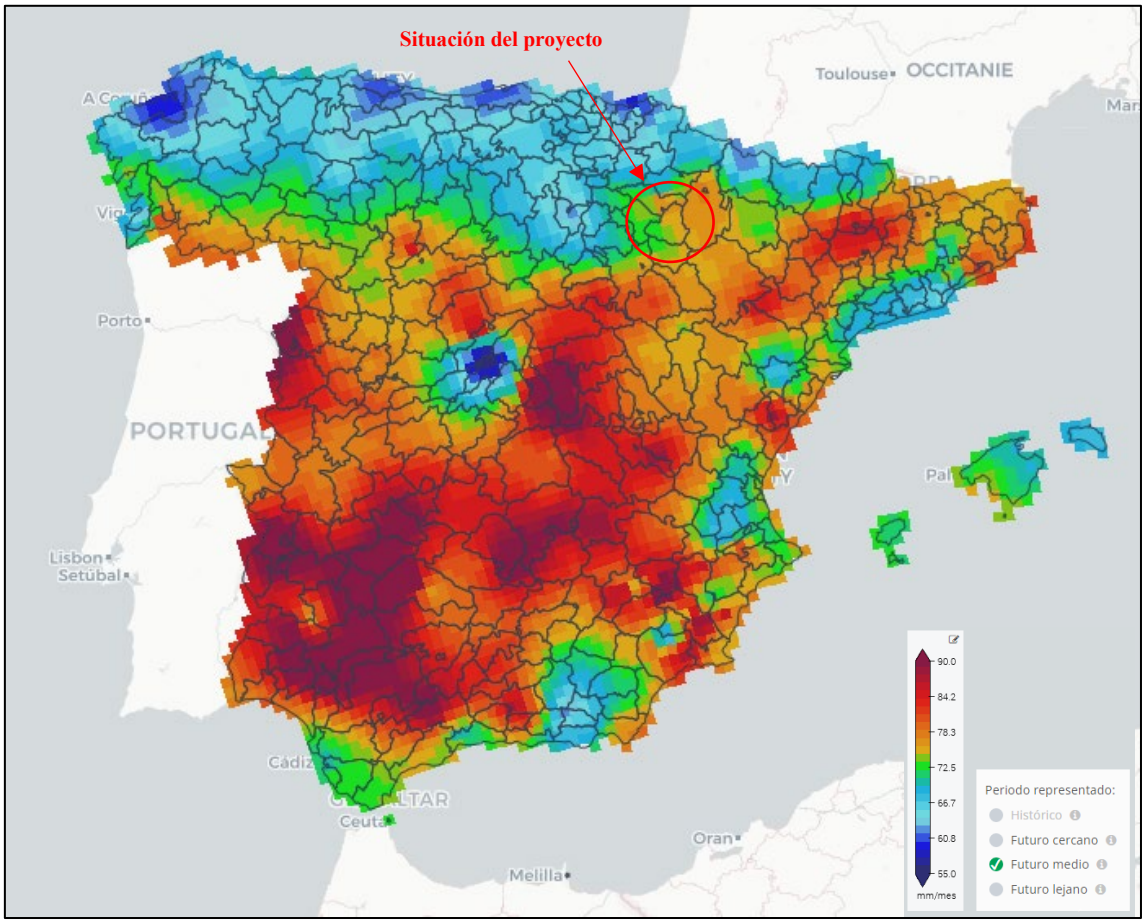


Figura 66. **Mapa de evapotranspiración potencial en las zonas agrícolas. Predicción a futuro medio y para el escenario RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

Respecto a los datos históricos de evapotranspiración potencial anual, se observa una evapotranspiración al alza en ambos escenarios analizados, siendo especialmente relevante el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP8,5). En concreto, los datos históricos reflejan una evapotranspiración que se sitúa por debajo de 70 mm/mes, ascendiendo hasta situarse por encima de los 80 mm/mes en el escenario RCP8,5 (Figura 64).

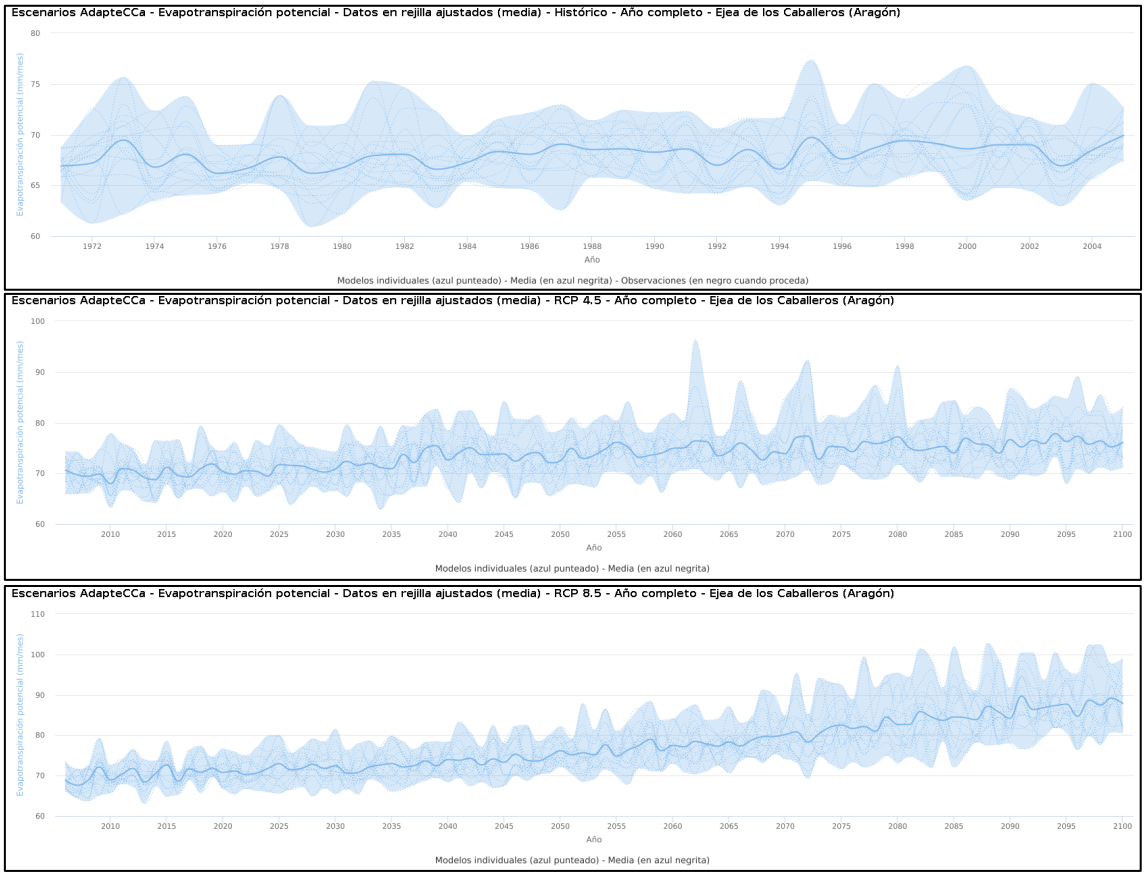


Figura 67. **Serie temporal de la evapotranspiración potencial. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Asimismo, los valores medios anuales (Tabla 44), muestran como la evapotranspiración potencial si la comparamos con la correspondiente a los datos históricos, asciende en 5,5 mm/mes para el escenario correspondiente a las emisiones intermedias (RCP4,5) y en 9 mm/mes para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP8,5).

Tabla nº 41. **Evapotranspiración potencial. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
ETP. Datos históricos (mm/mes)	66,7	66,7	66,6	68,1	68,6	67,0	69,8	69,4	69,0	68,4	**68,00**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
ETP RCP4,5 (mm/mes)	67,9	70,3	70,9	72,7	72,5	74,9	73,9	77,2	76,7	76,1	**73,49**
ETP RCP8,5 (mm/mes)	68,9	70,8	72,4	73,9	76,2	77,5	80,2	82,6	84,1	87,9	**77,09**

Dada la naturaleza del proyecto, se analizan, también, los datos y proyecciones de la evapotranspiración potencial en verano (Figura 65), meses en los que se condicionará en mayor medida la disponibilidad de agua y el incremento de las necesidades de riego. Igual que sucedía con la ETP anual, se produce un aumento en la ETP en ambos escenarios con respecto a la situación actual, llegando a superar los 160 mm/mes en el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP8,5).

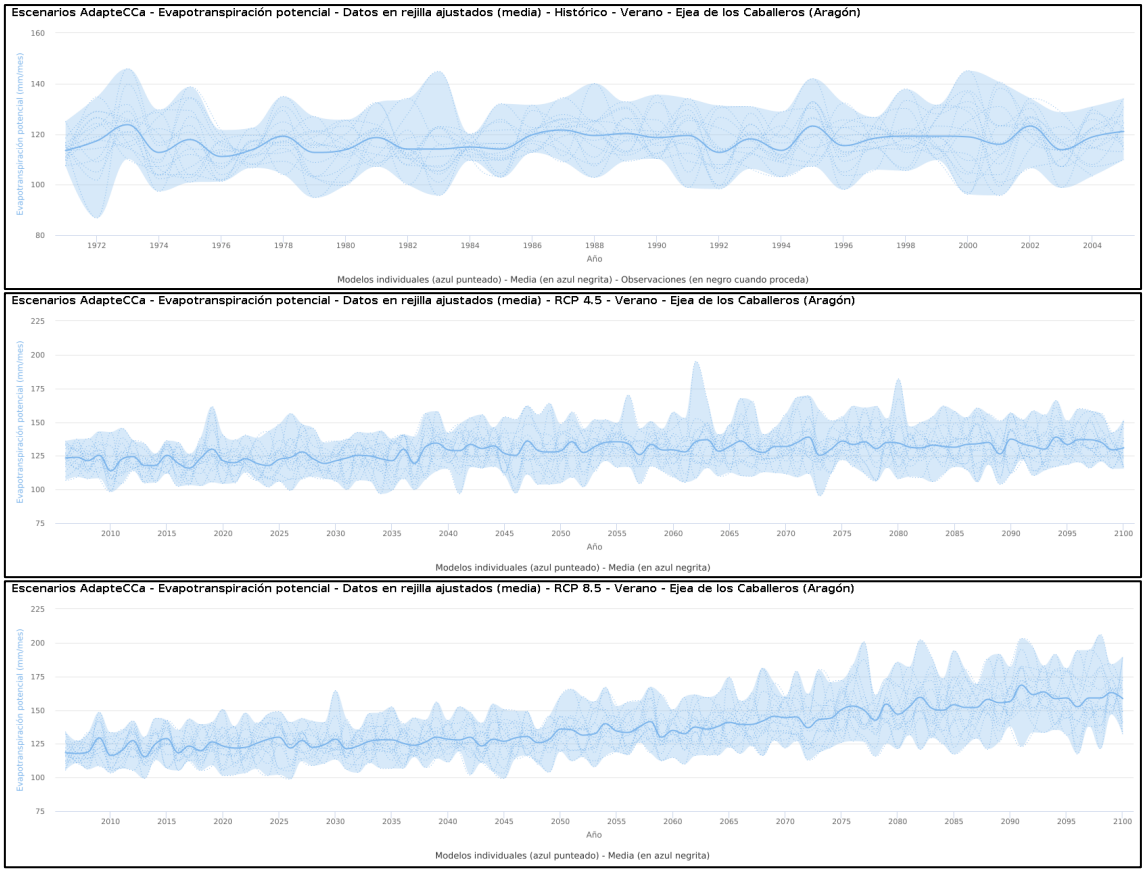


Figura 68. **Serie temporal de la evapotranspiración potencial en verano. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA**

Si analizamos la evapotranspiración potencial media en verano (Tabla 45), también se observa que, con respecto a los datos históricos, asciende en 11,6 mm/mes para el escenario

correspondiente a las emisiones intermedias (RCP4,5) y en 19,5 mm/mes para el escenario correspondiente a emisiones altas (RCP8,5).

Tabla nº 42. **Evapotranspiración potencial en verano. Datos históricos y predicción para los escenarios RCP4,5 y RCP8,5. Fuente: Escenarios ADAPTECCA.**

	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	Media 1971-2005
ETP. Datos históricos (mm/mes)	113,8	113,9	114,0	119,9	120,3	112,7	123,1	119,3	116,0	118,8	**117,24**
	2010	**2020**	**2030**	**2040**	**2050**	**2060**	**2070**	**2080**	**2090**	**2100**	**Media 2006-2100**
ETP RCP4,5 (mm/mes)	114,1	121,3	121,4	129,6	129,1	129,2	132,1	134,3	137,5	131,0	**128,86**
ETP RCP8,5 (mm/mes)	116,2	123,3	128,3	128,5	136,0	135,0	144,3	146,7	156,3	158,7	**136,73**

Por tanto, las previsiones auguran un aumento del grado de aridez en la zona de estudio en los próximos años, condicionando la disponibilidad del agua y pudiendo verse reflejado en un incremento de las necesidades de riego.

7.2.4 Riesgo de inundación de origen fluvial

Respecto al riesgo de inundación de origen fluvial, las diferentes confederaciones hidrográficas estudian las Áreas de Riesgo Potencial Significativo (ARPS). Estos estudios generan el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas inundables (SNCZI) para cada ARPS que incluye los Mapas de peligrosidad y riesgo para periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.

A través del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de *evaluación y gestión de riesgos de inundación*, que transpone el ordenamiento jurídico español la Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la *evaluación y gestión de los riesgos de inundación*, se coordinan las zonas inundables que se definen en la legislación de aguas, suelo y ordenación territorial y de Protección Civil.

Para definir estas zonas de inundación, se puso en marcha mencionado Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) a través del MITECO, estableciéndose como un instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial y la prevención de riesgos.

Desde la Infraestructura de datos espaciales (IDE) del MITECO y el Sistema de Información Geográfica de la Confederación Hidrográfica del Ebro (SITEbro), se da acceso al usuario público a una amplia recopilación de recursos GIS que facilitan la evaluación de las zonas de inundación.

Para evaluar los efectos que tendría una eventual inundación de origen fluvial sobre las infraestructuras del proyecto en la Fase 1, a partir de la cartografía disponible, se han consultado las ARPSIs, las zonas inundables, los mapas de *Peligrosidad de inundación fluvial* y de *Riesgo de inundación fluvial* para un periodo de retorno de 10 años, escenario de alta probabilidad de ocurrencia, y de 500 años, escenario de probabilidad baja o excepcional pero que representa la peor situación posible en caso de inundación, ya que es la situación en la que la avenida generada tiene mayor alcance y calado dentro de los tres escenarios de simulación.

Aplicando la ecuación de riesgo $1-[1-(1/T)]^N$ para ambos escenarios, teniendo en cuenta que la vida útil del proyecto se puede estimar en 50 años, por lo que T= 10 y 500 años y N=50 años, se obtiene una probabilidad del 99,5% para el periodo de retorno de 10 años de alta probabilidad, pero menores consecuencias y del 9,5% para el periodo de retorno de 500 años de baja probabilidad, pero peores consecuencias de que la zona evaluada se vea inundada en este periodo de tiempo.

Por tanto, a partir de lo mencionado anteriormente, en primer lugar, se analizan las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSI) establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027) que puedan afectar al proyecto en Fase 1 (Figura 66). Tal y como puede observarse, en el área del proyecto no se sitúa ninguna ARPSI, aunque próxima a ella se sitúa uno de los siete tramos que forman el ARPS número 19 del Arba.

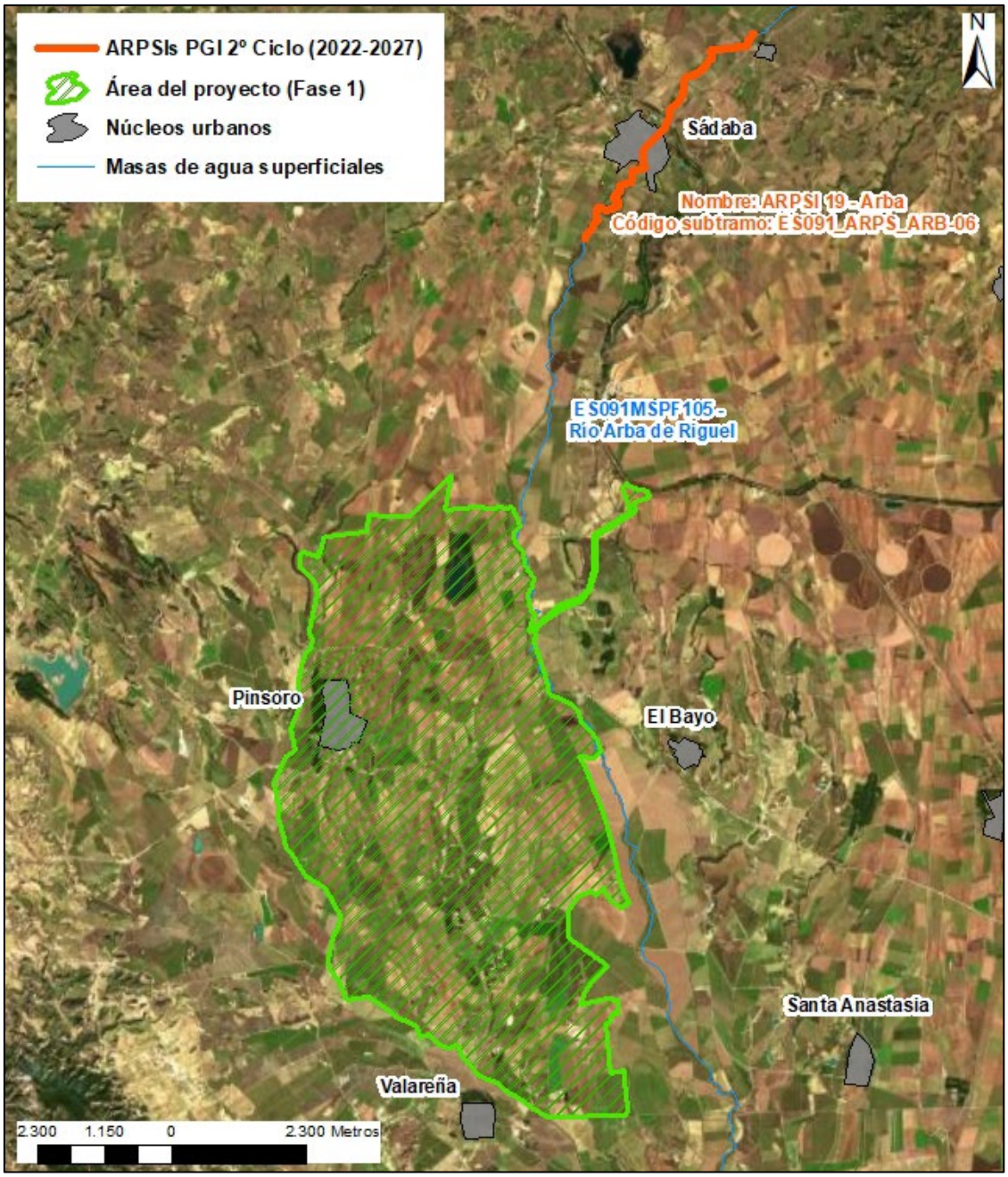


Figura 69. **ARPSIs establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del SITEbro.**

Asimismo, también se analiza la zona con riesgo de inundación para un periodo de retorno de 10 años, alta probabilidad de suceso, y de 500 años, baja probabilidad de suceso, pero mayores consecuencias (Figuras 67 y 68). Para ambos periodos de retorno, las zonas con riesgo de inundación no se sitúan en el área del proyecto analizado.

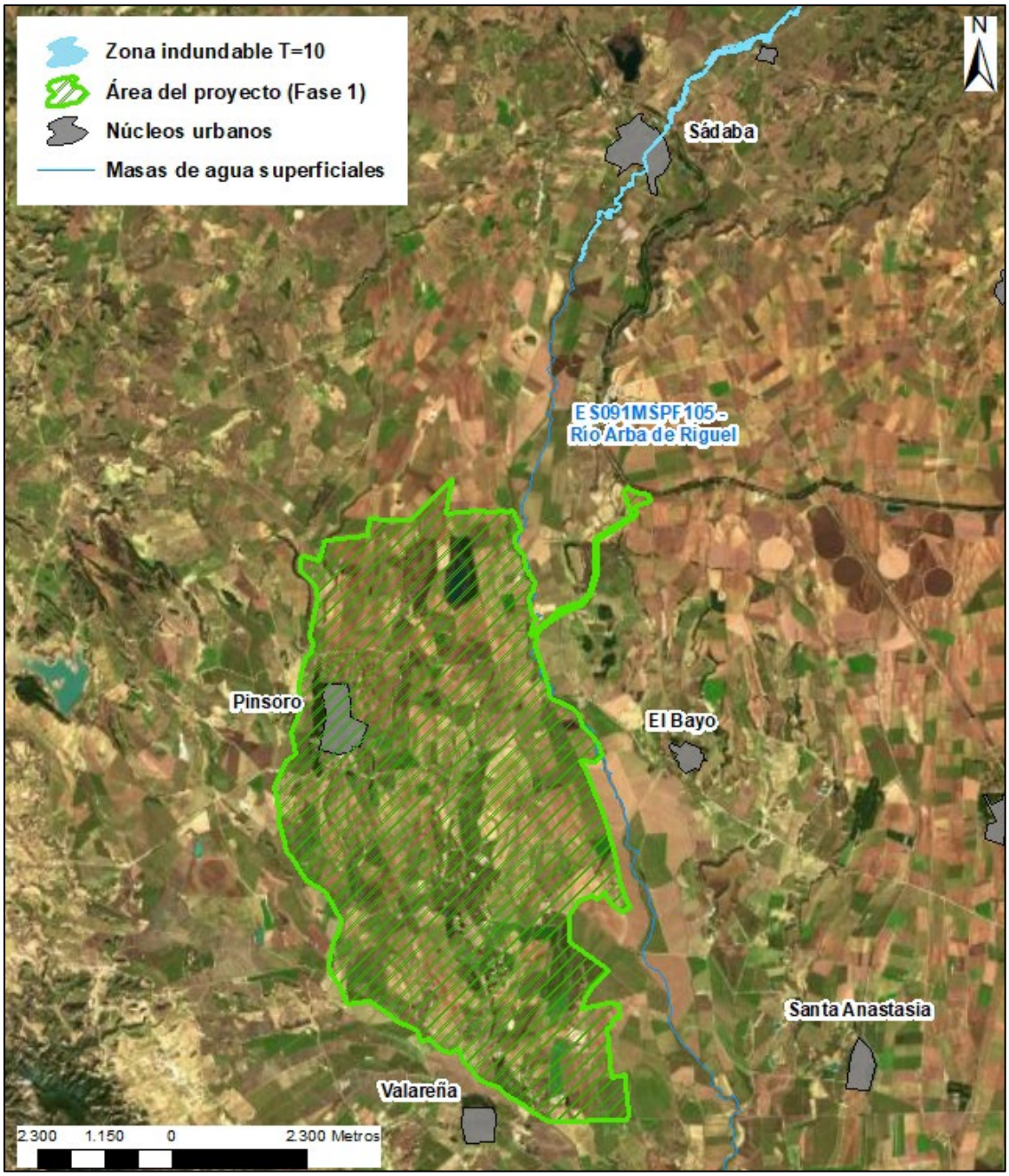


Figura 70. **Zonas con riesgo de inundación para un periodo de retorno de 10 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del SITEbro.**

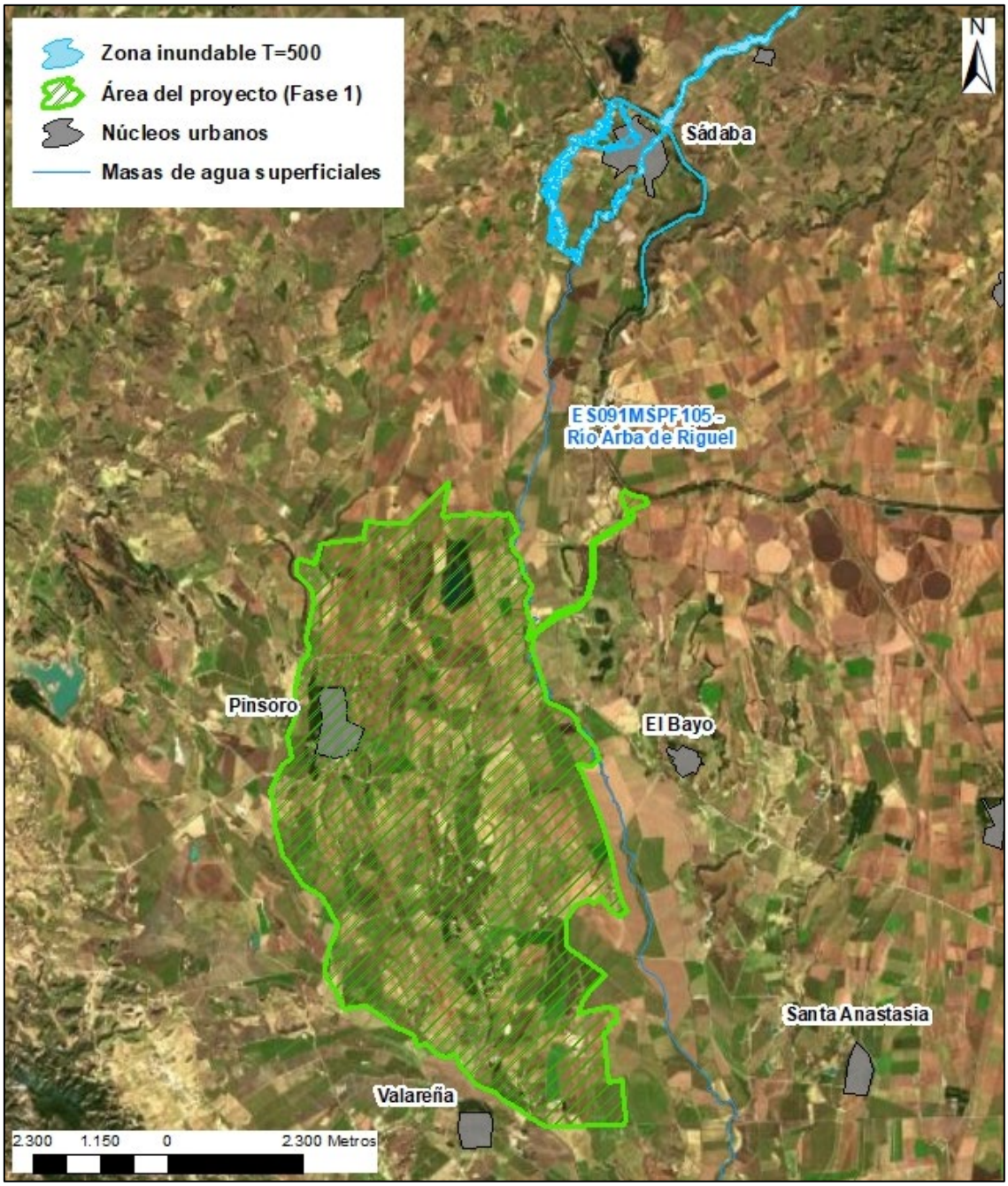


Figura 71. **Zonas con riesgo de inundación para un periodo de retorno de 500 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del SITEbro.**

También, se analiza los mapas de riesgo y peligrosidad para los periodos de retorno de 10 y 500 años que pudieran afectar a la zona del proyecto a partir de la cartografía mencionada, observándose que en la zona en la que se va a realizar el proyecto se encuentra fuera de riesgo y peligro (Figuras 69 a 72).

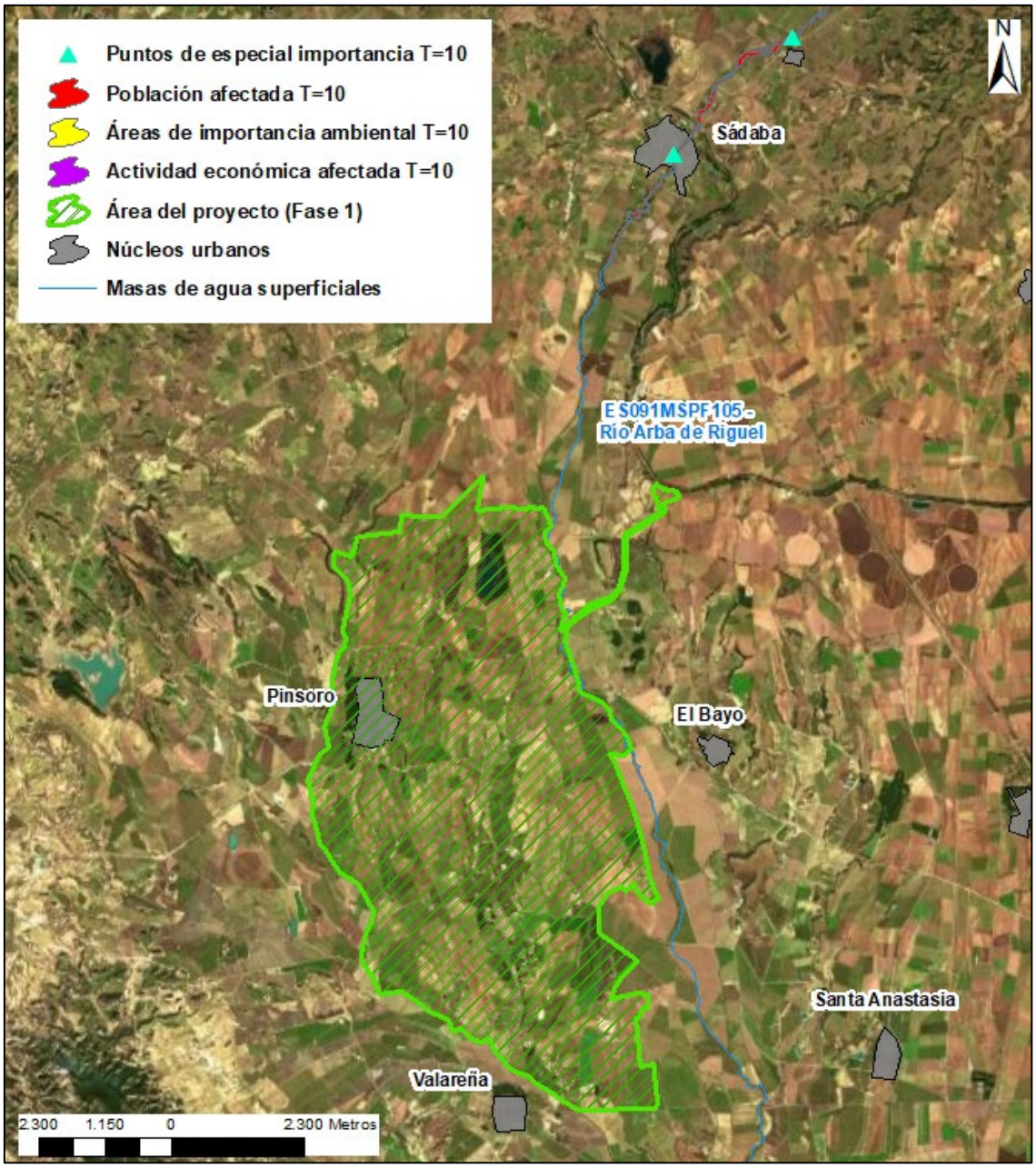


Figura 72. **Mapa de riesgo de inundación para un periodo de retorno de 10 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del SITEbro.**

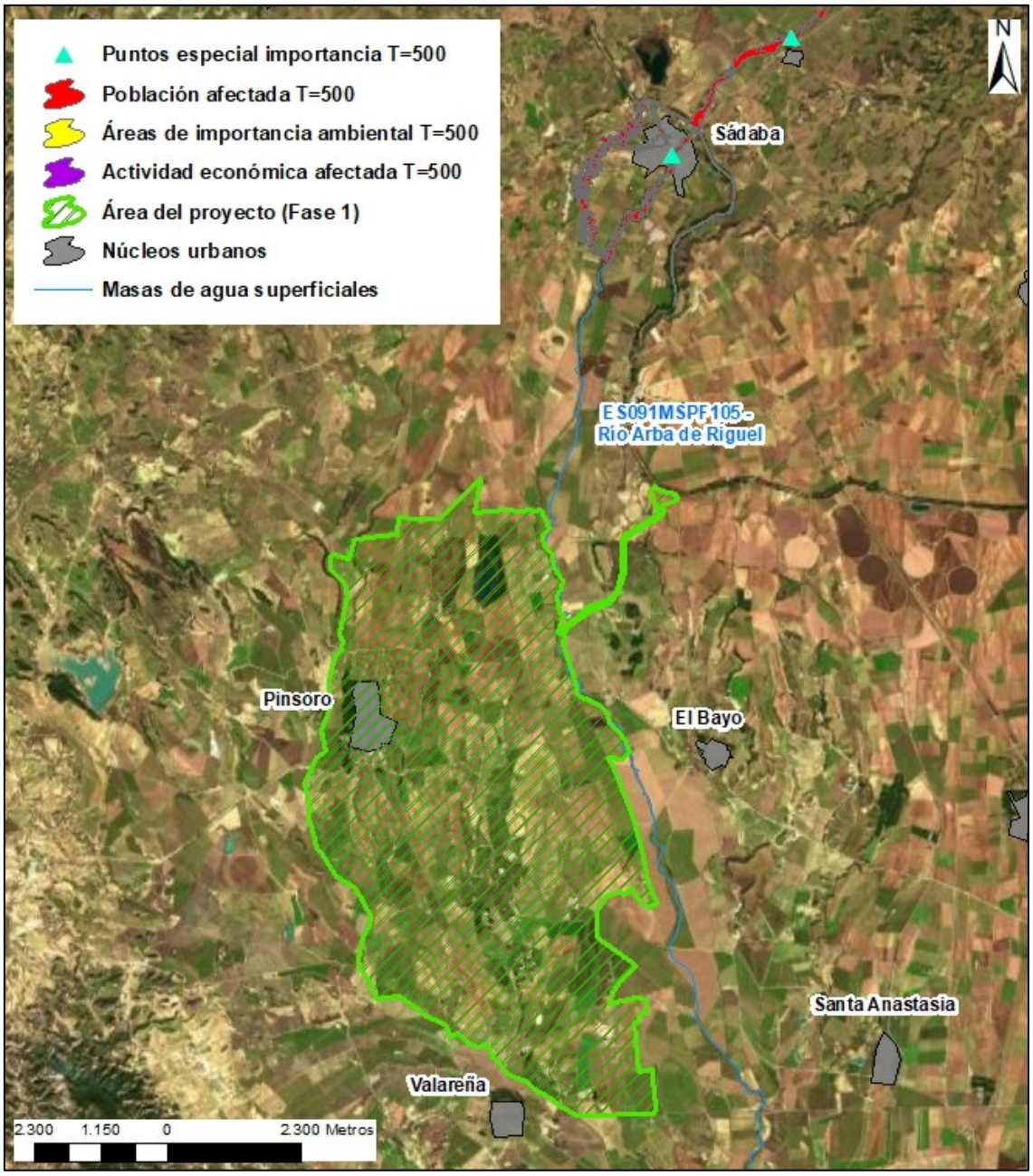


Figura 73. **Mapa de riesgo de inundación para un periodo de retorno de 500 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del SITEbro.**

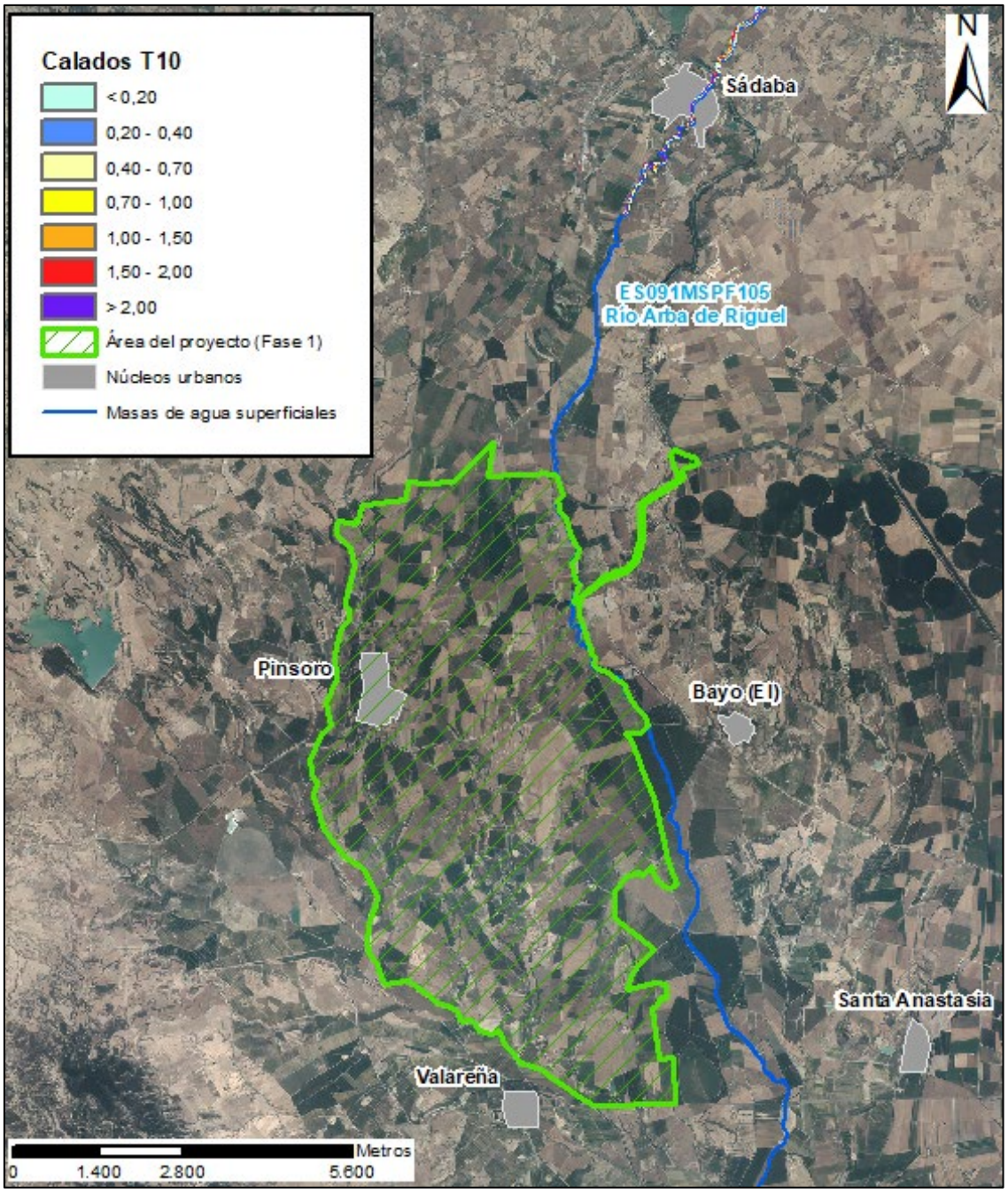


Figura 74. **Mapa de peligrosidad de inundación para un periodo de retorno de 10 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del SITEbro.**

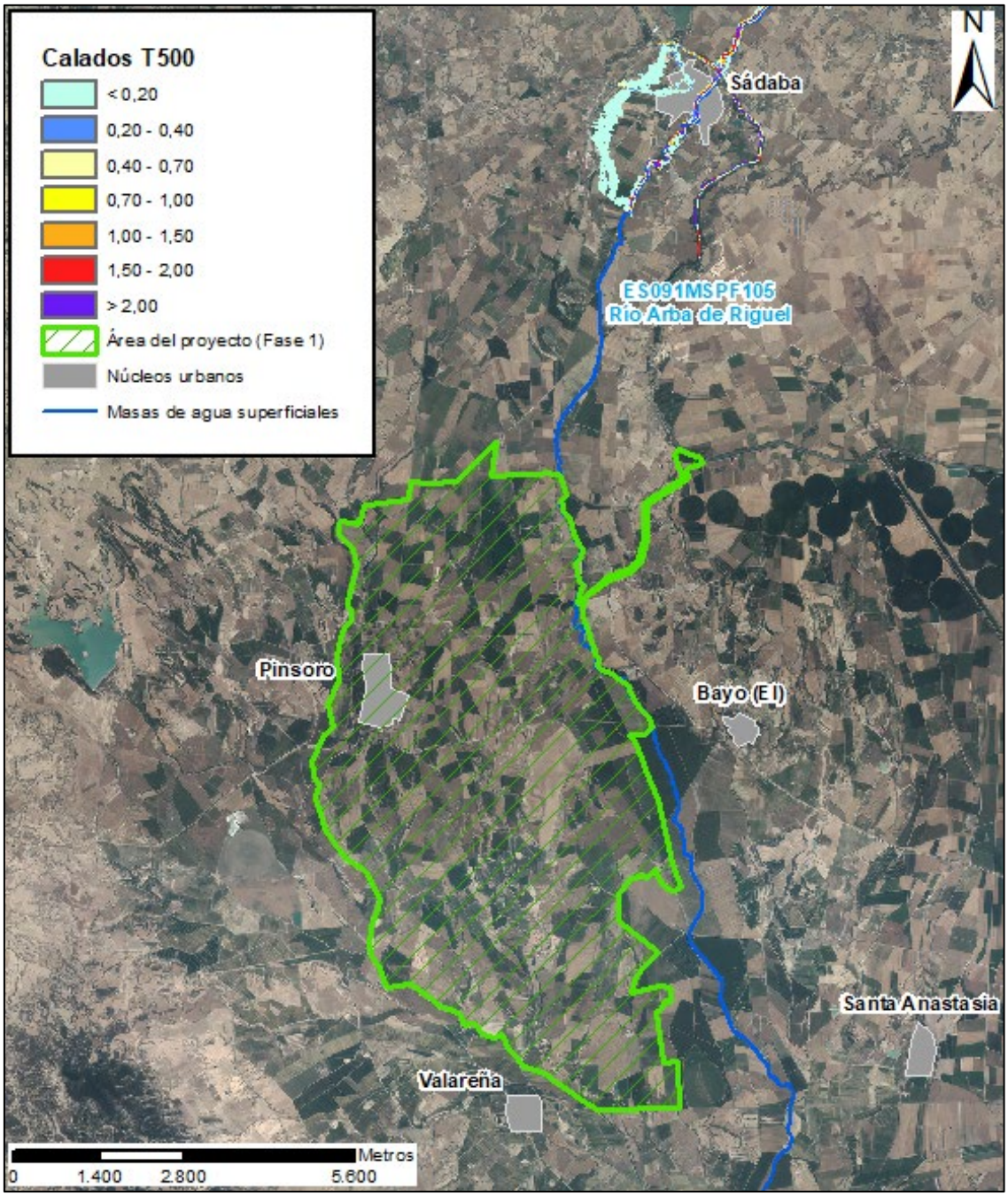


Figura 75. **Mapa de peligrosidad de inundación para un periodo de retorno de 500 años establecidas en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la demarcación hidrográfica del Ebro del segundo ciclo (2022-2027). Fuente: Elaboración propia a partir de la cartografía GIS del SITEbro.**

En conclusión, según se ha podido comprobar en las figuras ilustrativas, el área afectada por el proyecto no se encuentra incluida dentro de ninguna de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación definidas y caracterizadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Además, no se encuentra dentro de riesgos para la población y para las actividades económicas analizadas para las ARPSI del entorno. En base a esta información la zona del proyecto no se encuentra en riesgo de ser susceptible del riesgo de inundación.

7.2.5 Riesgo por fenómenos sísmicos

Para realizar a valoración que supone el riesgo de sismicidad en la zona de actuación se acude, en primer lugar, al Código Técnico de la Edificación (CTE), concretamente al Documento Básico de Seguridad Estructural (DB SE-CE), en su apartado 4 *Acciones accidentales*; donde se especifica que "*Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación*".

Dicha NCSE, es desarrollada a partir de la entrada en vigor del Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la *Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02)*.

Aquí se define la peligrosidad sísmica en el territorio nacional por medio del mapa de peligrosidad sísmica, adjunto a continuación (Figura 73), en el que se presenta la relación del valor de la aceleración sísmica básica (*a0*) con el valor de la gravedad (*g)* y con el coeficiente de contribución (*k*); conjunto que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica en cada punto del territorio nacional.

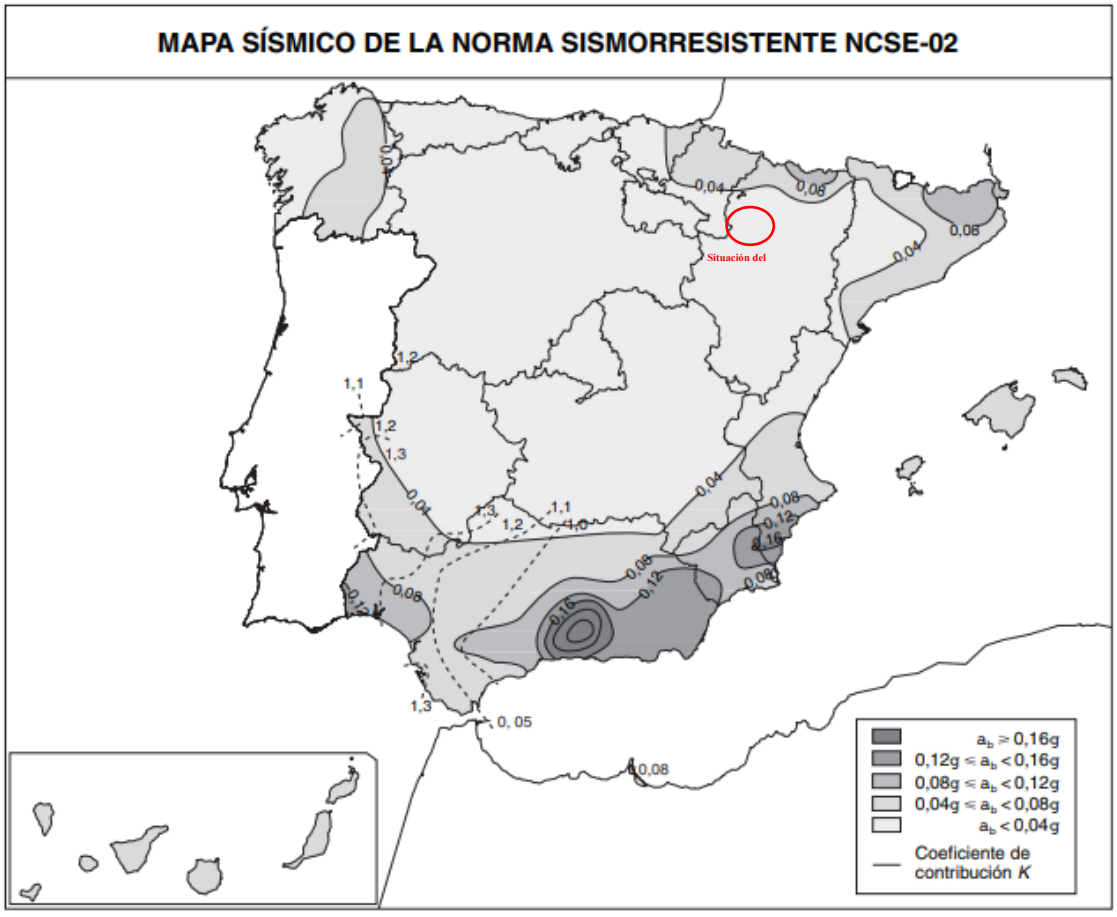


Figura 76. **Mapa sísmico de España (NCSE-02). Fuente: Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02). Ministerio de Fomento.**

Según los coeficientes de sismicidad considerados por la NCSE-02, toda la zona de actuación se encuentra por debajo del coeficiente 0,04g, lo que a nivel geotécnico se define como zona de baja sismicidad, por lo que desde el punto de vista del nivel constructivo se considera despreciable.

En segundo lugar, el riesgo de sismicidad también se evalúa a partir de la cartografía disponible en el Instituto Geográfico Nacional. En concreto, se consulta el Mapa de peligrosidad sísmica de España para un periodo de retorno de 475 años como una actualización revisada en el año 2015 del Mapa de Peligrosidad Sísmica de España 2012 (CNIG2012) (Figura 74).

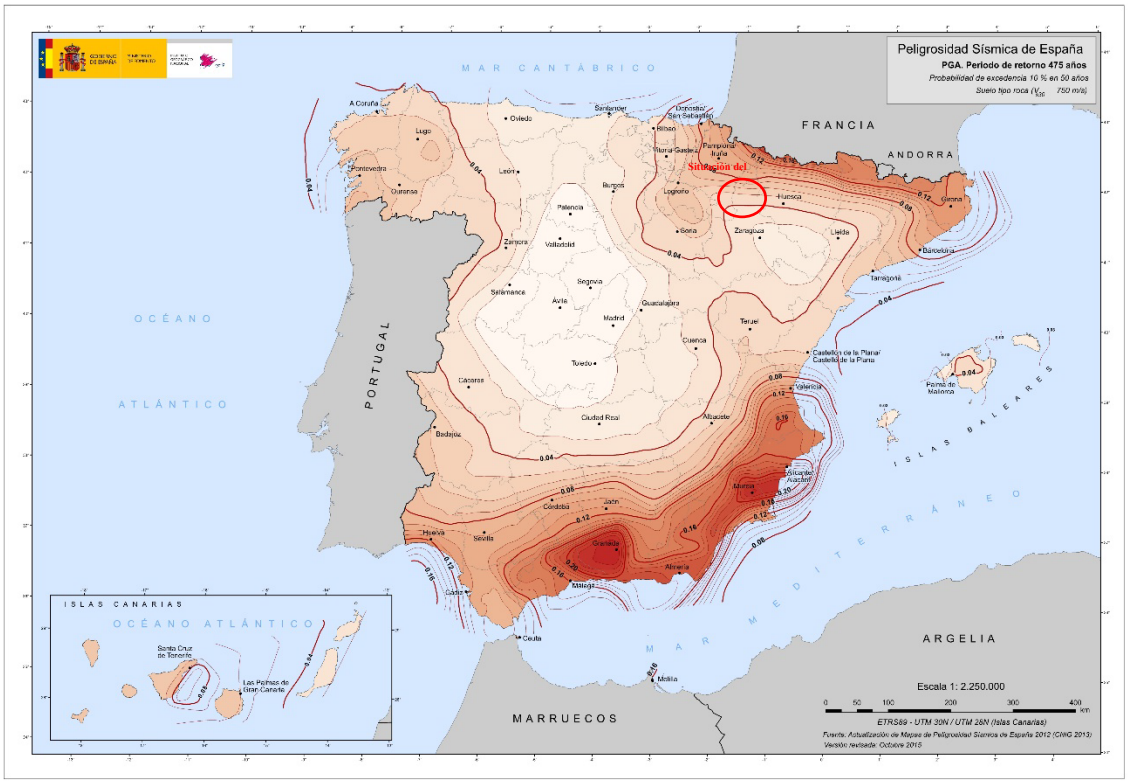


Figura 77. **Mapa de peligrosidad sísmica de España 2015 (en valores de aceleración). Fuente: Mapas de sismicidad y peligrosidad IGN.**

A partir del detalle de peligrosidad sísmica en la ubicación del proyecto (Figura 75), el valor actualizado en 2015 de peligrosidad sísmica se sitúa entre 0,04g y 0,05g, por lo que el riesgo derivado por fenómenos sísmicos para la zona de estudio se puede decir que es de tipo muy bajo.

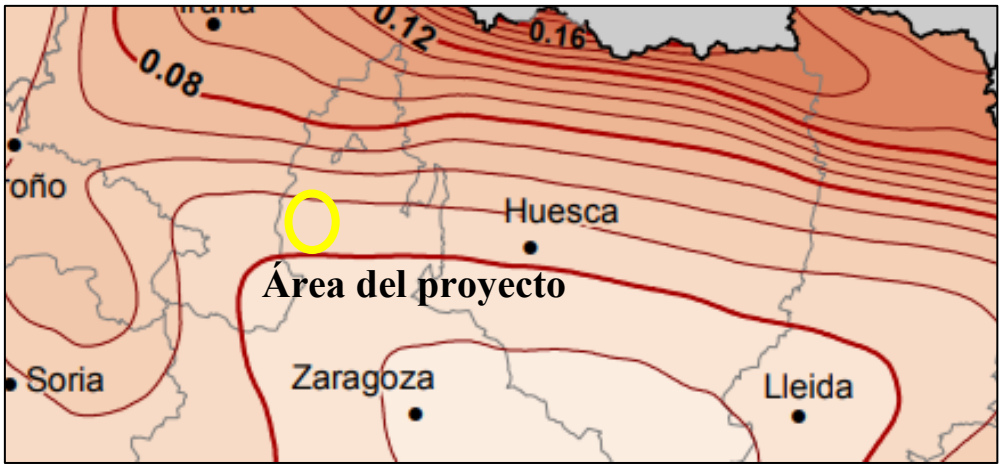


Figura 78. **Detalle de peligrosidad sísmica en la ubicación del área del proyecto. Fuente: Mapas de sismicidad y peligrosidad IGN.**

Finalmente, según el Plan Territorial de Protección Civil de Aragón, en el que se hace un análisis más detallado de la Comunidad Autónoma, se muestra que la susceptibilidad por peligrosidad referida a la escala macrosísmica europea (EMS) es muy baja para la zona de estudio, tal como se recoge a continuación (Figura 76).

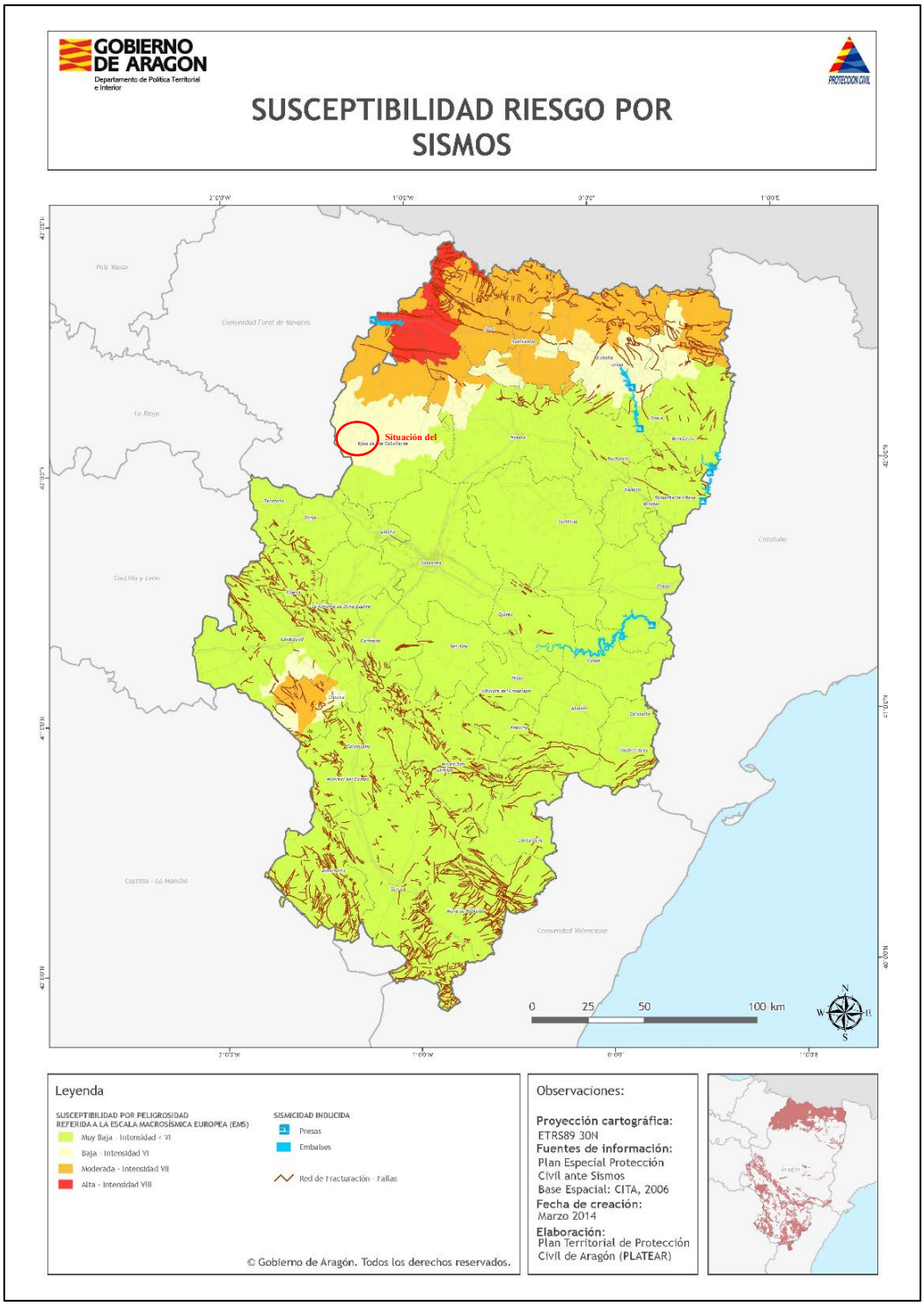


Figura 79. **Mapa de susceptibilidad de riesgo por sismos en Aragón. Fuente: Plan Territorial de Protección Civil del Gobierno de Aragón (Anexo VI. Cartografía. Mapas de Riesgos).**

Por tanto, el riesgo derivado por fenómenos sísmicos para la zona de estudio es muy bajo, tal y como se ha comprobado en las fuentes consultadas, por lo que la integridad de las instalaciones proyectadas no se encuentra comprometida por este tipo de catástrofes naturales.

7.2.6 Riesgo de incendios forestales

Este apartado contempla el riesgo de incendio forestal que puede ser tanto los causados de forma natural sin intervención humana, como los incendios que se originan por los rayos durante las tormentas.

De acuerdo con el Decreto 274/1999, de 28 de octubre, por el que se establece el Plan de Protección Civil ante emergencias por incendios forestales (INFOCAL), se establecen las épocas de peligro a lo largo del año en función del riesgo meteorológico: época de peligro bajo, medio y alto. En estas épocas se valora la concurrencia de períodos prolongados en los que la vegetación y el terreno se encuentran secos junto con las altas temperaturas estivales y con la probabilidad de que se produzcan tormentas que desencadenen conatos de incendios. Estas situaciones se ven agravadas si, además, se detectan rachas de viento superiores a los 20 km/h.

Para desarrollar los plantes de prevención, la Orden DRS/1521/2017, de 17 de julio, por la que se clasifica el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón en función de riesgo de incendio forestal y se declaran zonas de alto y de medio riesgo de incendio forestal (Figura 77). Según el mapa de zonificación del riesgo de incendios forestales en Aragón, la zona donde se proyecta la modernización del riego está clasificada de tipo 7 y, por tanto, caracterizada por su bajo-medio peligro e importancia de protección baja.

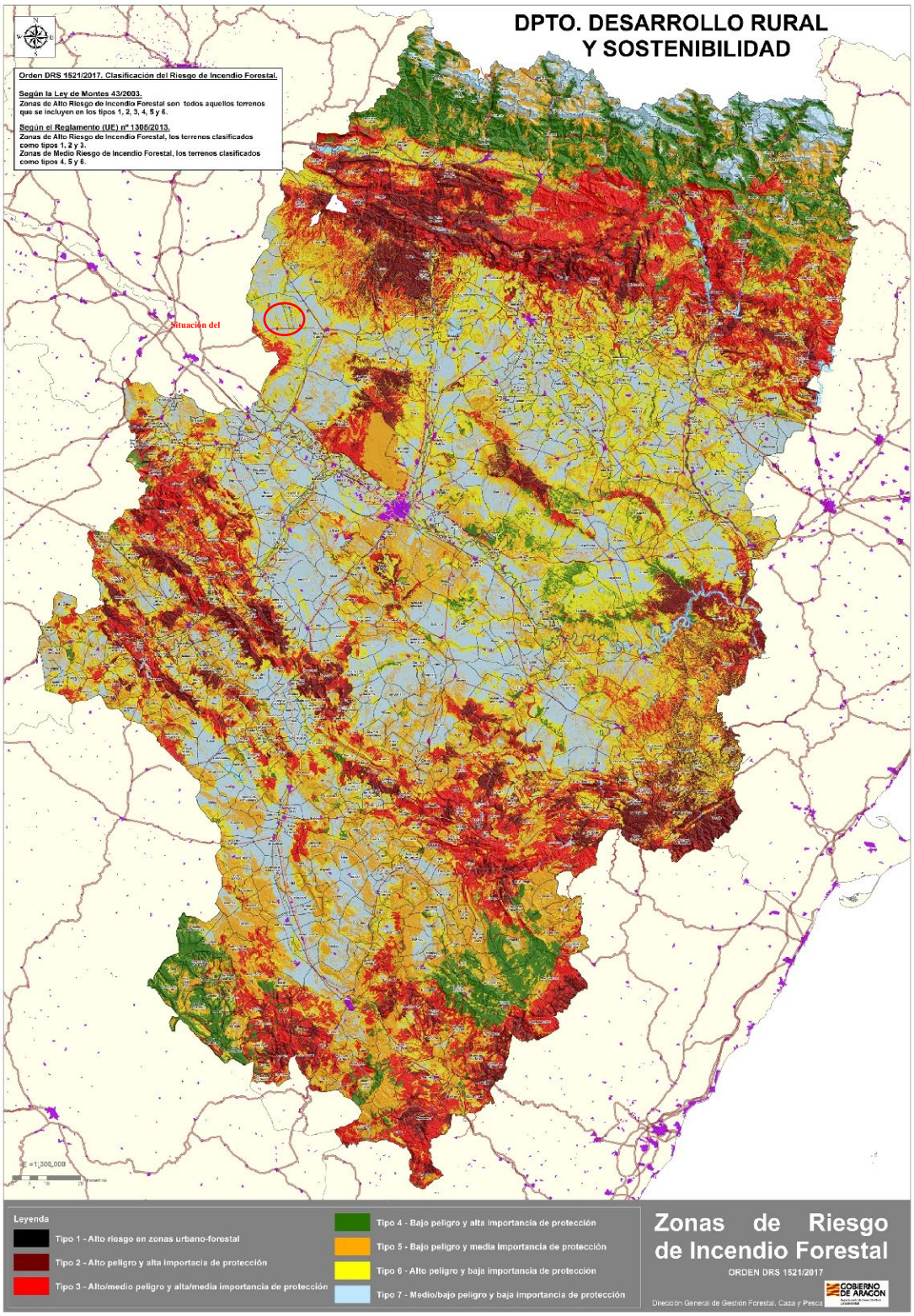


Figura 80. **Mapa de zonificación del riesgo de incendios forestales en Aragón. Fuente: Plan Territorial de Protección Civil del Gobierno de Aragón (Anexo VI. Cartografía. Mapas de Riesgos).**

7.3 RIESGO DE ACCIDENTES GRAVES

En este caso, los riesgos de accidentes graves son aquellos originados por accidentes tecnológicos o fallos en infraestructuras de tipo funcional o de estabilidad estructural que hayan sido ejecutadas en un proyecto.

Debido a la tipología del proyecto de modernización, se van a evaluar en este apartado los efectos de una posible rotura de la balsa de regulación prevista en la fase 1 del proyecto, el riesgo de incendio que existe al utilizarse maquinaria potencialmente causante de deflagraciones tanto en la fase de ejecución como en la de explotación del proyecto y el riesgo por vertidos químicos debido a los posibles residuos a generar, principalmente en la fase de ejecución.

7.3.1 Rotura de la balsa

En este apartado se plantea el estudio de las consecuencias derivadas de una posible rotura del dique de cierre de la balsa que se ha diseñado para regular y almacenar el agua de riego en la zona del proyecto en su primera fase.

En el documento del proyecto técnico de ejecución de la obra se incluye la Propuesta de Clasificación de la balsa en la que se ha estudiado en detalle las afecciones de la onda de avenida en caso de rotura. La clasificación propuesta para la basa es resultado de la valoración de los daños estimados sobre las vidas humanas, las infraestructuras, las propiedades y el medio ambiente de la zona.

A continuación, se expone el contenido de dicha propuesta para la balsa proyectada.

7.3.1.1 *Introducción*

La Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (Directriz Básica en adelante), aprobada por acuerdo del Consejo de Ministros el 9 de diciembre de 1994 y publicada en el Boletín Oficial del Estado con fecha 14 de febrero de 1995, establece en su artículo 3.5.1.3. la obligatoriedad de que las presas se clasifiquen en categorías en función del riesgo potencial que pueda derivarse de su rotura o funcionamiento incorrecto. Asimismo, se establecen en ella los criterios fundamentales de clasificación, el procedimiento a seguir y determinadas obligaciones que, para los titulares de presas, se derivan de la categoría asignada.

Con la aprobación de la Directriz Básica de Protección Civil se establece la necesidad de clasificar las presas en función del riesgo potencial derivado de su posible rotura. Esta clasificación consiste en evaluar los daños inducidos por una eventual rotura de la presa, según los cuales las presas se pueden clasificar en tres categorías:

- Categoría A: Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede afectar gravemente a núcleos urbanos o servicios esenciales, o producir daños materiales o medioambientales muy importantes.
- Categoría B: Corresponde a las presas cuya rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales o medioambientales importantes o afectar a un número reducido de viviendas.

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

En la Orden Ministerial de 12 de marzo de 1996, por la que se aprueba el "Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses", publicada en el Boletín Oficial del Estado de fecha 30 de marzo de 1996, se establece en su artículo quinto que los titulares o concesionarios de todas las presas en servicio, independientemente de su titularidad dentro del ámbito de competencias del Estado, deben presentar a la Dirección General de Obras Hidráulicas y calidad de Aguas, en el plazo de un año desde la entrada en vigor de la Orden, la propuesta razonada de clasificación frente al riesgo en los términos previstos por la Directriz Básica y el Reglamento Técnico, debiendo resolver la Dirección General en un plazo máximo de 1 año.

A través del REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, quedan incluidas en el ámbito de aplicación de la seguridad de presas, embalses y balsas, además de todas las consideradas como gran presa, aquellas presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m^3, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estando obligados a solicitar su clasificación y registro.

Para facilitar los criterios de clasificación, procedimientos y metodologías, el Área de Tecnología y Control de Estructuras de la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas del MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE redacta la "*Guía Técnica para la Clasificación de Presas en Función del Riesgo Potencial*". La cual ha servido de guía para la redacción de la presente propuesta.

Más recientemente, en el REAL DECRETO 264/2021, de 13 de abril, se aprueban las Normas Técnicas de Seguridad para las presas y sus embalses.

El objeto de este anejo es estudiar los riesgos, daños y perjuicios derivados de la rotura de la balsa de regulación proyectada, así como realizar una propuesta de clasificación de la balsa de riego para el proyecto de modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 1). Esta clasificación se basará en una evolución progresiva de los daños potenciales, desde la categoría C hasta la A.

Los aspectos a analizar son, por tanto:

- Riesgo potencial a vidas humanas. Población en riesgo.
- Afecciones a servicios esenciales.
- Daños materiales.
- Daños medioambientales.

De acuerdo con la Guía Técnica para la clasificación de presas en función de su riesgo potencial, apartado 2 "criterios para la definición de categorías", el elemento esencial para la clasificación es el relativo a la población y a las vidas humanas con riesgo potencial de afección por la hipotética rotura de la presa. Para ello, la Directriz define esta población con riesgo de una forma cualitativa según la afección potencial sea de tipo grave a núcleos urbanos (categoría A), afecte a un número reducido de viviendas (categoría B) o pudiera afectar solo incidentalmente a vidas humanas (categoría C). Como consecuencia debe partirse de que el elemento primordial en la

clasificación es la afección potencial a las vidas humanas, por lo que este es el primer aspecto que debe ser considerado en el proceso.

7.3.1.2 *Características de la presa*

La balsa riego para proyecto modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 1) se sitúa en el término municipal de Biota, junto al canal de Bardenas en la zona regable (Figura 31). El embalse tiene una función de regulación para ajustar el pedido continuo de agua de las CC. RR. a la demanda variable de los regantes. Se encuentra fuera de cauce natural, y por tanto no lamina avenidas. El embalse se llena comunicando desde el canal.

La altura de la presa desde el nivel de fondo hasta de coronación es de 6,5 m, con un volumen embalse al nivel máximo normal (cota 440,4 m.s.n.m.) de 408.246 m^3 y una longitud de coronación de 1.211 ml.

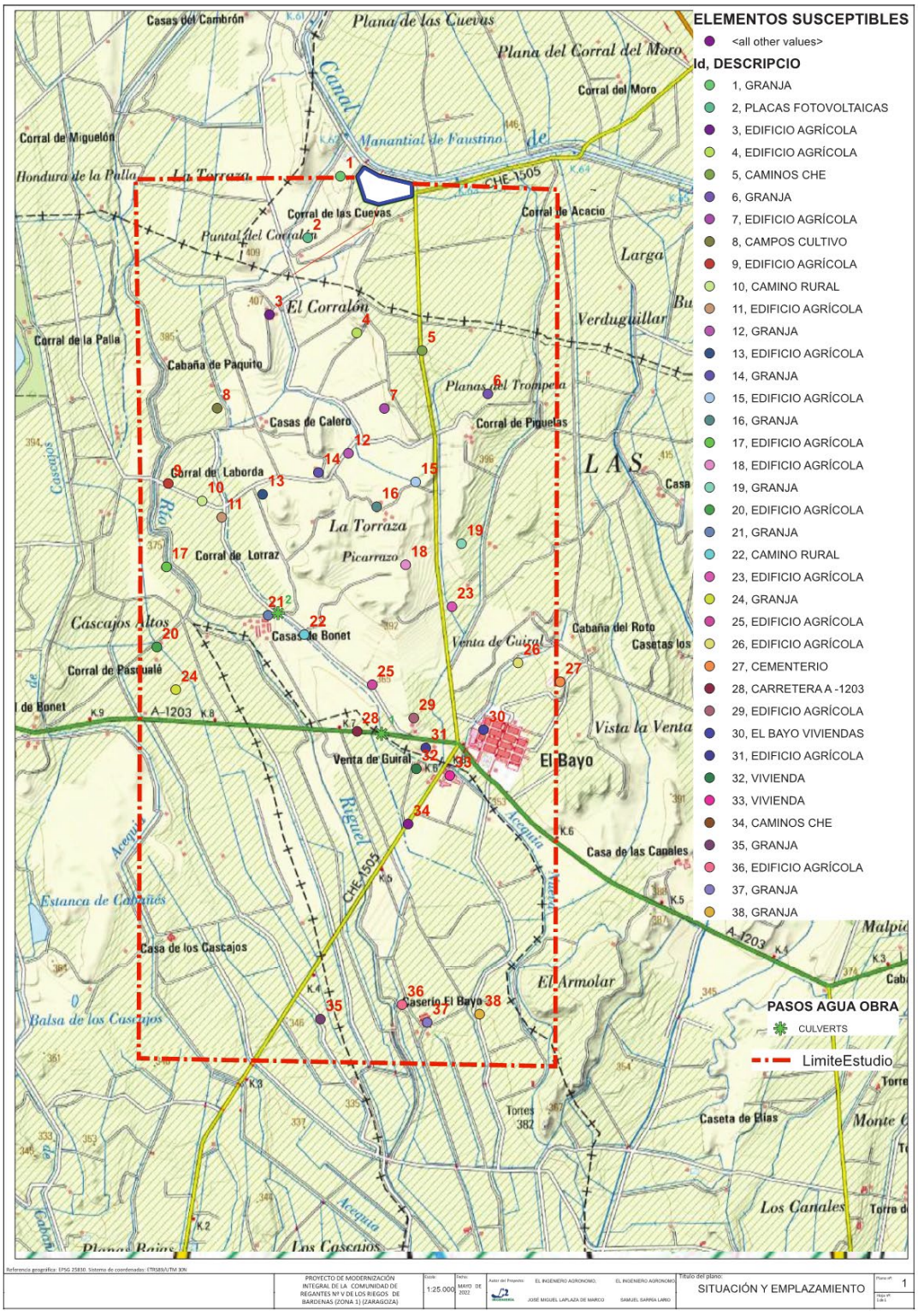


Figura 81. **Situación y emplazamiento de la balsa de regulación. Fuente: Propuesta de clasificación de la balsa (Proyecto de modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 1).**

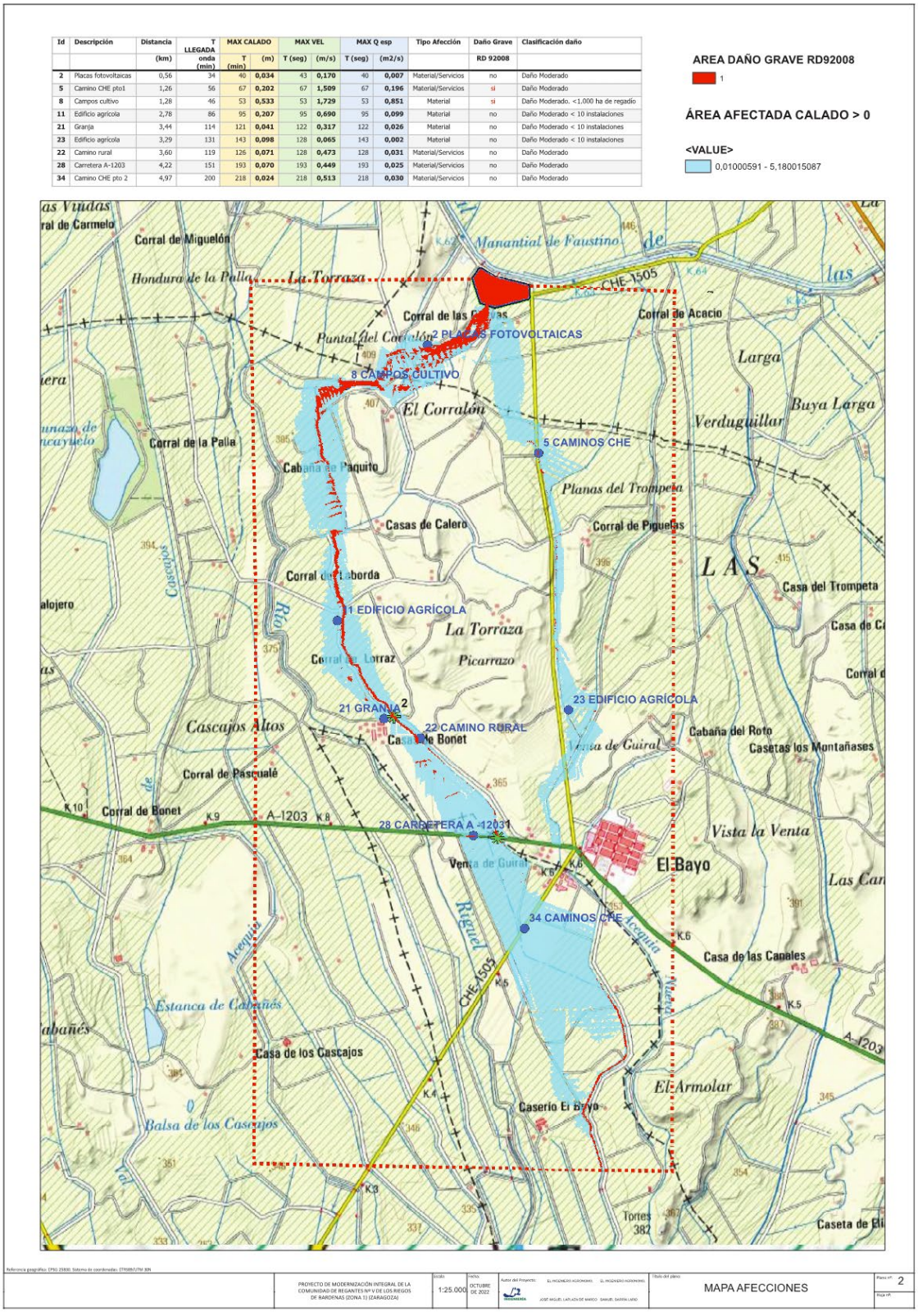
La situación de la zona y los elementos susceptibles de verse afectados pueden verse localizados en la figura 78 anterior.

Se simula rotura en la brecha sur, por tener la altura de dique mayor (mayor volumen movilizable), por la orografía hacia esa dirección y por encontrarse la localidad de El Bayo y otros elementos susceptibles importantes en esta dirección: una zona agrícola con campos de cultivo mayormente extensivo de herbáceos de regadío y secano, edificios agrícolas, granjas y caminos de servicio agrícola principalmente. También, se incluye en la zona de estudio la localidad de El Bayo así como la carretera Pinsoro-El Bayo A-1203.

Para este análisis de onda de avenida se simula una hipótesis de rotura de presa considerando la balsa llena hasta máximo nivel posible. Se simula una situación de máxima avenida como caudal de entrada en la balsa de 5,81 m^3/s, resultante del caudal originado por las precipitaciones máximas para un período de retorno de 500 años más el caudal de entrada por el sistema de llenado durante toda la simulación.

7.3.1.3 *Relación de afecciones*

Se obtienen los resultados del avance de la onda de avenida para los valores máximos de calado y de velocidad registrados a lo largo de la simulación. Se considera elemenos afectados a los que son alcanzados en mayor o menor medida por la onda de avenida (calado en algún momento es mayor que cero). Los resultados se muestran en la siguiente figura (Figura 79).



Id	Descripción	Distancia (km)	T LLEGADA onda (min)	MAX CALADO T (min)	MAX CALADO (m)	MAX VEL T (seg)	MAX VEL (m/s)	MAX Q esp T (seg)	MAX Q esp (m2/s)	Tipo Afección	Daño Grave RD 92008	Clasificación daño
2	Placas fotovoltaicas	0,56	34	40	**0,034**	43	**0,170**	40	**0,007**	Material/Servicios	no	Daño Moderado
5	Camino CHE pto1	1,26	56	67	**0,202**	67	**1,509**	67	**0,196**	Material/Servicios	si	Daño Moderado
8	Campos cultivo	1,28	46	53	**0,533**	53	**1,729**	53	**0,851**	Material	si	Daño Moderado. <1.000 ha de regadío
11	Edificio agrícola	2,78	86	95	**0,207**	95	**0,690**	95	**0,099**	Material	no	Daño Moderado < 10 instalaciones
21	Granja	3,44	114	121	**0,041**	122	**0,317**	122	**0,026**	Material	no	Daño Moderado < 10 instalaciones
23	Edificio agrícola	3,29	131	143	**0,098**	128	**0,065**	143	**0,002**	Material	no	Daño Moderado < 10 instalaciones
22	Camino rural	3,60	119	126	**0,071**	128	**0,473**	128	**0,031**	Material/Servicios	no	Daño Moderado
28	Carretera A-1203	4,22	151	193	**0,070**	193	**0,449**	193	**0,025**	Material/Servicios	no	Daño Moderado
34	Camino CHE pto 2	4,97	200	218	**0,024**	218	**0,513**	218	**0,030**	Material/Servicios	no	Daño Moderado

Figura 82. **Mapa de afecciones rotura balsa. Fuente: Propuesta de clasificación de la balsa (Proyecto de modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 1).**

7.3.1.4 *Estudio de afecciones*

Aplicando el artículo 9 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico que define la zona donde se puedan producir graves daños durante una avenida sobre personas y los bienes cuando se cumpla alguna de estas condiciones:

Que el calado sea superior a 1.0 m
Que la velocidad sea superior a 1.0 m/s
Que el producto de ambas variables sea superior a 0.5 m^2/s

La valoración de los efectos de la onda de avenida de manera cualitativa se realiza de acuerdo con la Guía Técnica Para la Clasificación de Presas en Función de su Riesgo Potencial.

Afecciones graves a núcleos urbanos

De acuerdo con la definición del Instituto Nacional de Estadística, se entiende como "Núcleo Urbano" el conjunto de al menos diez edificaciones, que estén formando calles, plazas y otras vías urbanas. Por excepción, el número de edificaciones podrá ser inferior a 10, siempre que la población de derecho que habita las mismas supere los 50 habitantes. Se incluyen en el núcleo aquellas edificaciones que, estando aisladas, distan menos de 200 metros de los límites exteriores del mencionado conjunto, si bien en la determinación de dicha distancia han de excluirse los terrenos ocupados por instalaciones industriales o comerciales, parques, jardines, zonas deportivas, cementerios, aparcamientos y otros, así como los canales o ríos que puedan ser cruzados por puentes.

Se entenderá como afección grave a un núcleo urbano aquella que afecte a más de cinco viviendas habitadas y represente riesgo para las vidas de los habitantes, en función del calado y la velocidad de la onda.

- **El Bayo**

De los resultados del análisis que se muestran en el Capítulo 2.5 “Resultados del Modelo Hidráulico de la propuesta de clasificación de la balsa” se observa que **no se produce afección a ninguna vivienda habitada**. La onda de avenida no alcanza el casco urbano

- **Presencia de personas**

Los terrenos por los que discurriría la avenida son terrenos agrícolas con una presencia muy reducida en el tiempo por parte del personal que realiza las labores por lo que se considera que puedan producirse pérdidas de vidas humanas serían incidentales.

Servicios esenciales

Se entiende como servicios esenciales aquellos que son indispensables para el desarrollo de las actividades humanas y económicas normales del conjunto de la población.

Se considerará servicio esencial aquel del que dependan, al menos, del orden de 10.000 habitantes.

En cuanto a la tipología de los servicios esenciales, estos incluyen, al menos, las siguientes:

- Abastecimiento y saneamiento.
- Suministro de energía.
- Sistema sanitario.
- Sistema de comunicaciones.
- Sistema de transporte.

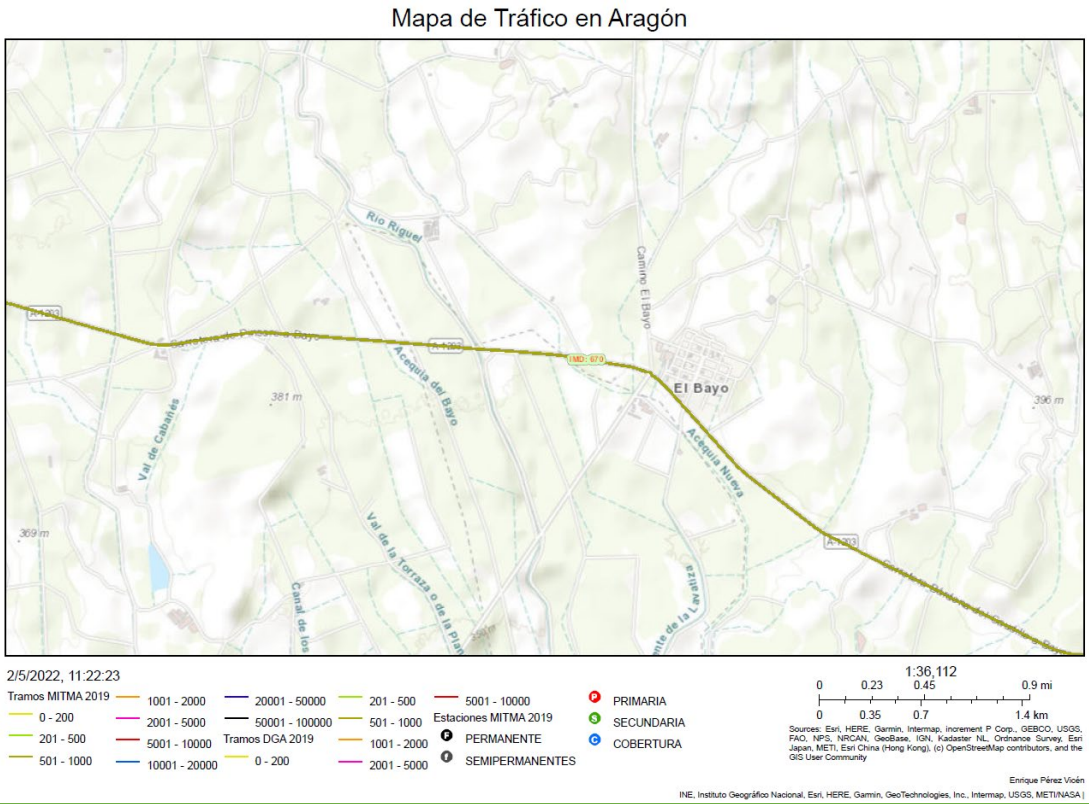
Se considerará como afección grave aquella que no puede ser reparada de forma inmediata, impidiendo permanentemente y sin alternativa el servicio, como consecuencia de los potenciales daños derivados del calado y la velocidad de la onda.

Servicios esenciales en la zona:

- **Carretera A-1203**

La onda de agua cruza la carretera A-1203, si bien, lo hace con calados y velocidades que no revierten daño grave.

En todo caso, esta vía de tráfico da servicio a una población inferior a los 10.000 habitantes y a los núcleos urbanos que une (Pinsoro y El Bayo), puede accederse por otras vías de tráfico. El IMD para esta vía es de 670 (Figura 80), considerándose un valor bajo.



CTRA	PKI	PKF	IMD	MOTOS	LIGEROS	PESADOS	% PESADOS	DESCRIPCION	PROVINCIA	TITUL.	ANUAL.
A-1203	0,001	12,687	670	5	623	42	6,269	crtra A-127 -Pinsoro	ZARAGOZA	DGA	2019

Figura 83. **FICHA IMC carretera A-1203. Fuente: MITMA (Propuesta de clasificación de la balsa (Proyecto de modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 1)).**

- **Caminos rurales, caminos CHE y acceso a fincas.**

Dan servicio a menos de 10.000 habitantes por lo que se considera daño **moderado**.

Daños materiales

Los únicos daños materiales que se producirían serían los asociados a los daños a cultivos, y a algún edificio agrícola y granja. También, los ocasionados a los caminos y carretera.

- **Carretera A-1213**

Esta vía de transporte no registra valores que reviertan daño material grave.

- **Caminos rurales, caminos CHE y acceso a fincas.**

Los daños materiales se clasifican como **moderados** ya que sólo en algún punto las condiciones hidráulicas pueden producir daños graves sobre los bienes.

- **Cultivos regadío**

La superficie en la que en algún momento el calado es mayor de 0, es decir, llega a mojarse, no supera las 1.000 ha.

La Guía Técnica califica los daños materiales como moderados si la superficie afectada es < 3.000 ha de secano y < 1.000 ha de regadío. Por lo tanto, estos daños son considerados **moderados**.

- **Cultivos secano**

La superficie en la que en algún momento el calado es mayor de 0, es decir, llega a mojarse no supera las 3.000 ha.

La Guía Técnica califica los daños materiales como moderados si la superficie afectada es < 3.000 ha de secano y < 1.000 ha de regadío. Por lo tanto, estos daños son considerados **moderados**.

- **Industrias y propiedades rústicas**

Los Daños a industrias y propiedades rústicas se consideran también **moderados** (< de 10 instalaciones).

Daños medioambientales

No se advierten daños medioambientales.

7.3.1.5 *Conclusiones clasificación en función del riesgo potencial*

Según evaluación de afecciones, mostradas en el apartado anterior, en caso de rotura:

- No se producen daños materiales importantes
- No se alcanzan viviendas habitadas
- Se puede producir la pérdida de vidas humanas sólo incidentalmente
- No afecta de manera grave a servicios esenciales
- No se advierten daños medioambientales.

Se propone la clasificación de la "Balsa riego para proyecto modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 1)" como **Categoría C**.

> **Categoría C**: La rotura o funcionamiento incorrecto puede producir daños materiales de moderada importancia y solo incidentalmente pérdida de vidas humanas. No afecta a vivienda alguna y tampoco afecta de manera grave a ningún servicio esencial.

7.3.2 Incendios

La presencia del personal de obra y de maquinaria en un espacio natural con vegetación conlleva la posibilidad de que se produzcan incendios forestales, sobre todo durante la fase de construcción del proyecto, durante la que se emplea un mayor número de máquinas en ubicaciones dispersas que, en conjunto, abarcan más superficie aumentando el riesgo entendido como una probabilidad.

Aunque podrían producirse conatos de incendio de forma accidental durante la ejecución de las obras o por actuaciones negligentes por parte del personal de la obra, la posibilidad de que esto desemboque en un incendio se valora como baja, dado que en toda obra son de aplicación las correspondientes medidas preventivas que minimizan el riesgo de incendio.

Asimismo, de acuerdo con lo establecido en la Orden DRS/1521/2017, de 17 de julio, por el clasifica el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón en función de riesgo de incendio forestal, la zona donde se proyecta la modernización del riego, tal y como se desarrolla en el apartado 7.2.6. del presente informe, está clasificada de tipo 7, y por tanto caracterizado por su bajo-medio peligro e importancia de protección baja, por lo que no será necesario tomar medidas adicionales para prevenir incendios.

En caso de que llegase a producirse un incendio, como la zona del proyecto se encuentra destinada a cultivos de regadío, con escasa presencia de terreno forestal, arbolado, matorrales y arbustos, las consecuencias no se prevén de gran relevancia. Además, los caminos agrícolas que comunican las parcelas de cultivo se encontrarán libres de vegetación, pudiendo actuar de cortafuegos limitando la propagación de cualquier conato de incendio.

Por todo lo anterior, no se prevé que la explotación de este proyecto suponga cambios en los usos del suelo, modificación de los cultivos o prácticas agrícolas que incrementen el riesgo sobre las personas, sus bienes o el medio ambiente como consecuencia de que se produzca un incendio.

Aun así, en caso de conato de incendio, es muy importante la prevención y extinción inmediata de estos, para evitar desastres naturales.

Como medida preventiva y de seguridad se recomienda la colocación de extintores polivalentes ABC de 6 kg en las estaciones de bombeo y filtración. Se dispondrá también extintores de CO_2 de 6 Kg junto a los cuadros generales de mando y protección de las instalaciones eléctrica de las naves.

Finalmente, igualmente, será recomendable contar con un plan de prevención y control en caso de incendio para la correcta actuación y coordinación con los equipos de protección civil de la Comarca de las Cinco Villas, así como un programa de prevención y actuación ante situaciones de emergencia identificando la repercusión ambiental y medidas de control para prevenir, minimizar o eliminar los riegos asociados.

7.3.3 Riesgo por vertidos químicos

La alteración de la calidad del suelo puede ser ocasionada por una mala gestión de los materiales y productos usados, y de los residuos generados durante las obras, así como por vertidos accidentales sobre el suelo.

Por ello, es recomendable realizar una adecuada conservación y mantenimiento de herramientas e instalaciones para evitar fugas, emisiones y pérdidas de energía, como también aplicar un plan de mantenimiento con inspecciones periódicas.

Asimismo, se garantizará el correcto mantenimiento de la maquinaria de obra con objeto de evitar derrames de combustibles o aceites y se evitará la realización de las operaciones de limpieza y mantenimiento de vehículos y maquinaria en obra. Estas operaciones deberán ser realizadas en talleres, gasolineras o locales autorizados, donde los vertidos generados sean convenientemente gestionados.

Se puede producir contaminación por vertidos, posibles fugas puntuales de la maquinaria empleada en la construcción del proyecto, así como una incorrecta gestión de los residuos generados en las obras.

Por otro lado, los trabajos de obra civil pueden suponer un riesgo de contaminación de los suelos por vertidos accidentales de hormigón, acontecidos porlas labores de hormigonado y limpieza de las cubas o canaletas de las hormigoneras en zonas no habilitadas para ello, con la consiguiente alteración de las características fisicoquímicas del suelo.

Los materiales empleados y los residuos generados en este tipo de proyectos, que por vertido accidental o incorrecto almacenamiento pueden provocar la contaminación de los suelos, son los típicos de la construcción urbana, esto es, hormigón, áridos, aceites, lubricantes, disolventes, combustibles de la maquinaria, etc.

En cuanto a residuos peligrosos, se generarán en muy pequeñas cantidades. Además, debe considerarse que la mayor parte de los mismos tienen su origen en el uso de maquinaria y que el mantenimiento de la misma no se realizará en el ámbito delas obras, sino que se llevará a cabo en talleres. No obstante, todos los residuos peligrosos que se generen en el ámbito de las obras serán debidamente almacenados yse entregarán a gestor autorizado.

Finalmente, se considera que se tomarán todas las medidas para minimizar el riesgo de vertidos por vertidos químicos, por lo que se considera este riesgo como muy bajo.

7.4 VULNERABILIDAD DEL PROYECTO

Tomando en consideración todos los datos obtenidos en cada uno de los apartados anteriores relativos a los riesgos relacionados con el clima (naturales) y los originados por las actividades y la tipología del proyecto (tecnológicos), se establece a continuación cuál es la vulnerabilidad del proyecto valorando cada punto analizado.

7.4.1 Vulnerabilidad frente al riesgo de catástrofes

7.4.1.1 *Peligros relacionados con el clima*

Frente al riesgo de que se produzcan fenómenos relacionados con el clima, se considera que la **vulnerabilidad es moderada**, puesto que en la zona de estudio se han identificado incrementos de la duración de las olas de calor, de las temperaturas máximas y extremas, de la evapotranspiración y la reducción de las precipitaciones. Sin embargo, estos incrementos analizados desde una proyección entre la actualidad hasta el año 2100, no tienen una magnitud tal que imposibiliten el desarrollo de medidas que permitan adaptarse a las condiciones climáticas previstas, tal como se expone en el apartado de adaptación frente a los riesgos identificados.

7.4.1.2 *Riesgo de inundación fluvial*

Tal y como se analiza en el apartado 7.2.4. del presente informe, el área afectada por el proyecto en su primera fase no se encuentra incluida dentro de ninguna de las Áreas de Riesgo Potencial Significativo de Inundación definidas y caracterizadas en la demarcación hidrográfica del Ebro. Además, no se encuentra dentro de riesgos para la población y para las actividades económicas analizadas para las ARPSI del entorno.

Por tanto, se deduce que la **vulnerabilidad** del proyecto frente a una eventual situación de catástrofe derivada de inundación fluvial es **inexistente o muy baja**.

7.4.1.3 *Riesgo por fenómenos sísmicos*

Respecto al riesgo de sismicidad, se considera con una **vulnerabilidad muy baja**, pues se encuentra en una zona de sismicidad muy reducida, según las fuentes consultadas en el apartado 7.2.5., que no prevé efectos sobre las construcciones que se ejecutarán en el proyecto.

7.4.1.4 *Riesgo de incendios*

El riesgo de incendio se considera con una **vulnerabilidad muy baja**, ya que no existen grandes masas de vegetación debido al predominio casi exclusivo de campos de cultivo delimitados por caminos con pavimento de tierra que segregan toda la zona de cultivo. Además, tal y como se desarrolla en el apartado 7.2.6. del presente informe, según el mapa de zonificación del riesgo de incendios forestales en Aragón, la zona donde se proyecta la modernización del riego está clasificada de tipo 7 y, por tanto, caracterizada por su bajo-medio peligro e importancia de protección baja.

7.4.2 Vulnerabilidad frente al riesgo de accidentes graves

7.4.2.1 *Rotura de la balsa*

En el caso de rotura de la balsa de riego prevista en el proyecto se considera que la **vulnerabilidad es baja**, ya que, según la evaluación de afecciones realizada en el apartado 7.3.1. del presente informe, no se esperan efectos graves sobre el entorno, las personas, las

infraestructuras o el medio ambiente. Por ello, se propone la clasificación de la "Balsa riego para proyecto modernización integral de la Comunidad de Regantes Nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 1)" como Categoría C.

7.4.2.2 *Riesgo de incendio*

Respecto al riesgo de que se produzca un incendio derivado del empleo de maquinaria o por negligencia de los operadores o del personal de obra, se valora la **vulnerabilidad como muy baja**, dado que representa una baja probabilidad de que se produzca al imponerse desde el principio de buenas prácticas en obra a llevar a cabo las directrices del plan de prevención de riesgos laborales recogidos en el documento de seguridad y salud del proyecto.

7.4.2.3 *Riesgo por vertidos químicos*

Se considera que, al igual que sucede con el riesgo de incendios, se impondrán en la fase de ejecución de las obras buenas prácticas en obra relacionadas con la gestión de materiales y productos usados, así como de los residuos generados, mantenimiento de maquinaria y vehículos, evitando los vertidos accidentales. Por ello, se considera que la **vulnerabilidad es muy baja**.

7.4.3 Medidas de adaptación frente a los riesgos identificados

7.4.3.1 *Peligros relacionados con el clima*

Una vez analizados los siete puntos que se han considerado más relevantes en relación con el clima, tomando como referencia la tabla de Clasificación de los peligros crónicos y agudos relacionados con el clima del Reglamento Delegado Clima 4/6/2021, se deduce de las proyecciones de los escenarios una tendencia en la ubicación del proyecto hacia un alza de las temperaturas extremas entre 1,4 y 1,9 ºC y un incremento de las temperaturas máximas que se pueden alcanzar en época estival con subidas entre 3 y 6 ºC, todo ello unido a la variación en el régimen de precipitaciones que augura un incremento acusado de las olas de calor, también en los meses estivales, entre 7 y los 15 días y un aumento importante del número de días con precipitaciones inferiores a 1 mm, con valores de incremento entre 4 y 7 días.

Con la vista puesta en los cultivos, todos estos datos se correlacionan con el aumento de la evapotranspiración identificada en el análisis, esperando incrementos entre 5,5 y 9 mm/mes si se analizan los datos anuales y entre 11,6 y 19,5 mm/mes si se analizan los valores en los meses de verano, lo que generará inevitablemente mayores pérdidas de agua de los cultivos aumentando la necesidad de aportar más agua de riego.

Es sobre este punto sobre el que el proyecto de modernización del regadío actúa directamente, constituyendo en sí mismo una medida de adaptación frente al riesgo identificado. Desarrollado como una medida para el ahorro y la mejora de la eficiencia de las aplicaciones de riego, el proyecto será la herramienta que contrarrestre el incremento de la evapotranspiración de los cultivos y haga frente a la reducción en la disponibilidad de agua de lluvia, permitiendo a través de su ejecución implantar sistema de riego en parcela con consumos optimizaos y con la capacidad de incorporar las nuevas tecnologías en la estrategia de la eficiencia de los regadíos.

De este modo, el proyecto garantiza la disponibilidad de agua ante los escenarios de reducción de la disponibilidad hídrica y aumento de la frecuencia de los episodios de sequía.

7.4.3.2 *Riesgo de incendios*

A pesar de haberse calificado como muy baja la vulnerabilidad del proyecto frente al riesgo de incendios, en caso de producirse un evento de estas características será de aplicación el Decreto 167/2018, de 9 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de Emergencias por Incendios Forestales (PROCINFO) de la Comunidad Autónoma de Aragón, que regula la actuación coordinada de los medios de las diferentes instituciones ante una emergencia por incendio forestal.

A ello se sumará las medidas, equipos y protocolos de actuación que quedan recogidos en el documento desarrollado como anejo del proyecto en el Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto y que será puesto en marcha a través del Plan de Seguridad y Salud en la fase de ejecución de obras supervisado por el Coordinador de Seguridad y Salud.

Algunas de las medidas recogidas en dicho Plan de Seguridad y Salud en materia de prevención de incendios en las obras son:

- Se dispondrá de los correspondientes equipos de extinción (extintores) de acuerdo con los tipos de fuego a extinguir según la maquinaria o la ubicación de las obras: extintores de polvo químico o dióxido de carbono.
- No se recurrirá al fuego para eliminar maleza.
- Prohibición de realizar hogueras y fogatas, la quema de residuos, madera y cartón.
- No se utilizará gasolina ni otros disolventes inflamables para la limpieza de herramientas.
- Se vigilará que no existan fuentes de calor o fuego a menos de 15 metros de la zona de extendido de los riegos asfálticos.
- Señales identificativas de peligro, fuego o elemento a altas temperaturas.
- Prohibición de fumar o acercar fuego a sustancias inflamables.
- Extremar las precauciones al emplear herramientas que puedan producir deflagraciones o chispazo eléctrico, tales como equipos de soldadura o maquinaria para desbroces.
- Prohibición de que la maquinaria porte depósitos de combustible que puedan ser fuente de riesgos por explosión, incendio.

Bajo estas premisas se consigue reducir en gran medida el riesgo de que se origine un incendio relacionado con las actuaciones del proyecto y sus obras.

8 MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS Y COMPENSATORIAS

8.1 BUENAS PRÁCTICAS DE OBRA

En la fase de construcción deberá aplicarse una serie de medidas y buenas prácticas organizativas, con el fin de prevenir y limitar posibles afecciones ambientales:

Responsabilidades

- Coordinación de la responsabilidad de los diferentes agentes de la obra en materias de medio ambiente.
- Observar un estricto cumplimiento de las indicaciones de los encargos y de las instrucciones de trabajo de la empresa.
- Potenciar entre los trabajadores una actitud que contribuya al cumplimiento del Sistema de Gestión Medio Ambiental de la empresa.

Responsabilidades

- Minimización de la generación de residuos.
- Fomentar la formación de los trabajadores para evitar el uso indebido de materiales y equipos. Reutilizar en la medida de lo posible.
- Planificar debidamente, y con suficiente antelación, la contratación del gestor autorizado para la recogida de residuos, de forma que los residuos se puedan segregar, almacenar y gestionar adecuadamente desde el primer momento.

Consumos

- Realizar seguimientos del consumo energético de la obra.
- Definir el programa de inspecciones y lecturas periódicas del consumo en obra, para detectar posibles excesos y plantear objetivos de ahorro energético.
- Tratar de evitar el consumo excesivo e inadecuado del agua.
- Definir políticas y procedimientos que obliguen a utilizar máquinas de consumo mínimo.
- Asegurar el adecuado mantenimiento técnico de las mismas (que asegure una buena combustión en el motor), y el empleo de vehículos y maquinaria nuevos o recientes.
- Practicar la conducción adecuada de vehículos y maquinaria para evitar excesos en el consumo de carburantes.
- Controlar y almacenar correctamente las piezas para el montaje de los encofrados. Guardar estos elementos en cajas, o similar, para evitar pérdidas, costes y afecciones innecesarias.

Vertidos accidentales y seguridad laboral

- Realizar una adecuada conservación y mantenimiento de herramientas e instalaciones para evitar fugas, emisiones y pérdidas de energía. Aplicar un plan de mantenimiento con inspecciones periódicas.
- Garantizar el correcto mantenimiento de la maquinaria de obra con objeto de evitar derrames de combustibles o aceites. Evitar la realización de las operaciones de limpieza, y mantenimiento de vehículos y maquinaria en obra. Estas operaciones deberán ser realizadas en talleres, gasolineras o locales autorizados, donde los vertidos generados sean convenientemente gestionados.

Emisiones y ruido

- Control del ruido de la maquinaria en obra. Medir el ruido de las distintas máquinas que participan en la obra para determinar su legalidad, según umbrales establecidos por la legislación vigente. En caso de incumplimiento, incorporar sistemas silenciadores o tratar de sustituir la máquina.
- Revisión periódica de los vehículos de obra y mantenimiento de los mismos al objeto de adecuar a la legislación vigente las emisiones contaminantes de CO, NOx, HC, SO2, etc.

Vegetación

- Planificar las zonas accesibles a vehículos y maquinaria de las obras para evitar destrucción de zonas vegetales, compactación de suelos, etc.

Polvo

- Limitar las operaciones de carga/descarga de materiales, ejecución de excavaciones y, en general, todas aquellas actividades que puedan dar lugar a la movilización de polvo o partículas a periodos en los que el rango de velocidad del viento (vector dispersante) sea inferior a 10 km/h.
- Riego o humectación de las zonas de obra susceptibles de generar polvos, como zonas con movimiento de tierras y caminos de rodadura, además de la zona de instalaciones auxiliares de obra.
- Limpieza de los lechos de polvo en las zonas colindantes al ámbito de la obra donde, como consecuencia del trasporte de materiales y tránsito de maquinaria, se hayan depositado.
- Reducción de la velocidad de los vehículos de obra con el objeto de disminuir la producción de polvos y la emisión de contaminantes gaseosos.
- Empleo de toldos en los camiones, o riegos del material trasportado susceptible de crear pulverulencias o pérdidas de material en sus recorridos.

Factor humano

- Aplicación de la totalidad de las medidas de Seguridad e Higiene en el trabajo, así como de Prevención de Riesgos Laborales, y cumplimiento de la legislación vigente.
- Control de acceso de personal no autorizado, sobre todo a la zona de operaciones.

8.2 DIVULGACIÓN Y FORMACIÓN EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

El proyecto incorpora acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas, dirigidas a los miembros de las Comunidades de usuarios del agua beneficiarias de la obra, que se desarrollarán antes de hacerse entrega de la misma. Se trata de una medida preventiva en la fase de ejecución del proyecto, cuyo contenido se desarrolla de forma detallada en el capítulo correspondiente a seguimiento ambiental del presente documento.

Entre otros contenidos, se incluyen los códigos de buenas prácticas agrarias en vigor, incidiendo especialmente en la aplicación de medidas de conservación del suelo y de prácticas agrícolas que mejoren la eficiencia en el uso del agua y en la dosificación de los fertilizantes.

Además, se ha previsto de jornadas formativas para el personal encargado de la explotación de las mismas enfocadas a ofrecer las recomendaciones generales en el uso de las instalaciones de riego previstas. Se hará especial hincapié en los sistemas de control previstos para que puedan llevar un adecuado control del consumo hídrico del sistema.

8.3 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA

8.3.1 Fase de ejecución

Los trabajos asociados a la construcción e instalación de la infraestructura necesaria para la modernización de la zona de estudio, incluyendo la construcción de la balsa de regulación, llevan asociados la generación de emisiones atmosféricas con el consecuente deterioro de la calidad del aire.

Las medidas aquí descritas están encaminadas a evitar las molestias que el polvo y las emisiones generadas durante la fase de ejecución pudieran ejercer sobre el entorno.

Prevención de emisión de partículas en suspensión

Con el fin de minimizar las afecciones sobre la calidad del aire en el entorno de las obras y medios circundantes debe tomarse una serie de medidas preventivas tendentes a evitar concentraciones de partículas y contaminantes en el aire por encima de los límites establecidos por la legislación vigente.

Estas **medidas preventivas** recaen sobre las principales acciones del proyecto, generadoras de polvo y partículas en suspensión, fundamentalmente, transporte de materiales pulverulentos y funcionamiento de maquinaria.

- Riego de superficies pulverulentas:

  Se realizarán riegos periódicos con agua de los caminos de tierra habilitados para la circulación de maquinaria, de los acopios de tierras y áridos y en general de todas aquellas superficies que sean fuentes potenciales de polvo (incluidos aquellos materiales que son transportados en camiones, los cuales además de la medida anterior, serán regados antes de su cubrición en momentos de fuertes vientos o de

sequía extrema), como medida preventiva durante la fase de ejecución de las obras, para evitar el exceso de emisión de partículas en suspensión a la atmósfera.

La periodicidad de los riegos se adaptará a las características de las superficies a regar y a las condiciones meteorológicas, siendo más intensos en las épocas de menores precipitaciones o con vientos fuertes como el cierzo (primavera y otoño), de modo que en todo caso se asegure que los niveles resultantes de concentración de partículas en el aire, no superen los límites establecidos por el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire.

Se realizará una media de dos riegos diarios en la época estival, si bien esta periodicidad se modificará tras las inspecciones visuales que permitan determinar la necesidad de ampliar o reducir la periodicidad de los riegos para el cumplimiento de la legislación vigente.

- Cubrición de los camiones de trasporte de material térreo y de los acopios de áridos:

  Durante los movimientos de la maquinaria de trasporte de materiales, se puede producir la emisión de partículas, afectando en las inmediaciones de las distintas rutas utilizadas.

  La emisión debida a la acción del viento sobre la superficie de la carga de los volquetes se reducirá por confinamiento, cubriéndola mediante lonas de forma que se evite la incidencia directa del viento sobre ella y por tanto la dispersión de partículas. Las lonas deberán cubrir la totalidad de las cajas de los camiones. Esta media se aplicará a todos los medios de trasporte de materiales pulverulentos, principalmente en días ventosos y cerca de zonas habitadas. En todo caso, es obligatorio que cuando estos vehículos circulen por carreteras lo hagan siempre tapados.

  Igualmente se cubrirán con lonas los materiales pulverulentos que deban permaneces acopiados durante la ejecución de las obras con objeto de evitar la emisión de polvo a la atmósfera durante las fuertes rachas de viento que caracterizan la zona.

- Limitación de la velocidad de circulación en zona de obras:

  Para reducir la emisión de partículas a la atmósfera se limitará la velocidad de circulación de la maquinaria en los caminos de obra no pavimentados.

Prevención de las emisiones procedentes de los motores de combustión

Se asegurará el buen estado de funcionamiento de vehículos y maquinaria, para lo cual toda maquinaria presente en la obra deberá cumplir con las siguientes **medidas preventivas**:

- Debe mantenerse al día con la Inspección Técnica de Vehículos.
- Debe mantenerse la puesta a punto cumpliendo con los programas de revisión y mantenimiento especificados por el fabricante de los equipos, realizándose las revisiones y arreglos pertinentes siempre en servicios autorizados.

Con objeto de asegurar el mantenimiento adecuado de la maquinaria a lo largo de toda la duración de la obra, se realizarán las comprobaciones oportunas al inicio de la obra, cada vez que entre nueva maquinaria y periódicamente en función de lo establecido para dichos programas.

Prevención de ruido

Como norma general, las acciones llevadas a cabo para la ejecución de la obra propuesta deberán hacerse de manera que el ruido producido no resulte molesto. Por este motivo el personal responsable de los vehículos, deberán acometer los procesos de carga y descarga sin producir impactos directos sobre el suelo tanto del vehículo como del pavimento, así como evitar el ruido producido por el desplazamiento de la carga durante el recorrido.

Las **medias preventivas** consideradas para la minimización de ruido durante la ejecución de las obras, son las siguientes:

- Para disminuir el ruido emitido en las operaciones de carga, transporte y descarga, se exigirá que la maquinaria utilizada en la obra tenga un nivel de potencia acústica garantizado inferior a los límites fijados por la Directiva 2000/14/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de mayo de 2000.
- Toda la maquinaria que se vaya a utilizar deberá estar insonorizada en lo posible según la normativa específica. No se podrá emplear máquinas de uso al aire libre cuyo nivel de emisión medio a 5 metros sea superior a 90 dBA. En caso de necesitar un tipo de máquina especial cuyo nivel de emisión supere los 90 dBA, medido a 5 metros de distancia, se pedirá un permiso especial, donde se definirá el motivo de uso de dicha máquina y su horario de funcionamiento.
- Se asegurará el correcto mantenimiento de la maquinaria cumpliendo la legislación vigente en materia de emisión de ruidos aplicable a las máquinas que se emplean en las obras públicas (Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, y su posterior modificación mediante el Real Decreto 524/2006, de 28 de abril).
- Se contralará la velocidad de los vehículos de obra en las zonas de actuación y accesos (40 km/h para vehículos ligeros y 30 km/h para los pesados).
- Revisión y control periódico de escapes y ajuste de los motores, así como de sus silenciadores (ITV).
- Se emplearán medidas que mejoren las condiciones de trabajo en cumplimiento del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Se evitará la utilización de contenedores metálicos.
- En los paneles informativos de la obra se dejará claramente patente el plazo de ejecución de la actuación para representar el carácter temporal de las molestias ocasionadas.
- Se realizarán limitaciones en el horario de trabajo. Cuando se precise maquinaria especialmente ruidosa se realizará el trabajo en horario diurno, según la legislación vigente.
- Se evitará el tráfico nocturno por núcleos urbanos. Los desplazamientos de los vehículos cargados de materiales o en busca de los mismos, no podrán atravesar núcleos urbanos, de manera que los materiales se deberán acopiar en las áreas destinadas a tal efecto

hasta la mañana siguiente. De esta manera se evitará la afección acústica a los residentes por el paso de los vehículos pesados.

- Control de los niveles acústicos. En caso de considerarse necesario, se realizarán controles de las emisiones sonoras en las inmediaciones de las viviendas con probable afección acústica debido a la ejecución de las obras, especialmente en los horarios más críticos en cuanto a la inmisión de ruido, para garantizar que los valores predominantes no excedan los límites de inmisión permitidos por la normativa vigente. Si se sobrepasan los umbrales de calidad acústica establecidos por la normativa de aplicación, se propondrán las medidas correctoras adicionales oportunas.

8.4 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE LAS MASAS DE AGUA

8.4.1 Fase de ejecución

Las **medidas preventivas** consideradas para la minimización de las afecciones sobre las masas de agua durante la fase de explotación pero que se tienen que realizar con anterioridad, en fase de ejecución, son las siguientes:

Elaboración de mapa de retención de agua disponible en el suelo de la comunidad de regantes

La metodología general se basa en la subdivisión de unidades morfoedáficas relativamente homogéneas, dentro de las cuales se describen los perfiles de suelo y se muestrean y realizan ensayos en laboratorio para determinar la capacidad de retención de agua disponible (CRAD) del suelo de la zona afectada por la modernización.

La identificación de unidades homogéneas se basa en los mapas de suelos realizados por Causapé (2002). A partir de estos mapas y mediante el uso del software ArcGis se construye un mapa temático de la retención de agua disponible en el suelo mediante la combinación de los valores de CRAD expresada en 1,5 m y la profundidad útil del suelo georeferenciado para la zona afectada por la modernización. Se dividirá la zona en cuatro categorías de retención de agua disponible en el suelo: muy baja (<30 mm), baja (30-60 mm), media (60-90 mm), alta (>90mm), para facilitar su uso en gestión de riego. Las parcelas que no tengan puntos de muestreo se asemejarán a aquellas que estén identificadas en la misma unidad de retención de agua disponible en el suelo. Este mapa de la retención de agua disponible en el suelo se realiza a escala 1:25.000.

- **Descripción de perfiles.**

A partir del mapa de suelos, con base en criterios propios contrastados con visitas de campo se identifican una serie de unidades morfoedáficas homogéneas desde el punto de vista hidrológico. En estas unidades, se describen sus perfiles de suelo de acuerdo con FAO (2006) y SSS (1993). Está previsto describir 198 perfiles de suelo en las 3.711 hectáreas afectadas por la actuación. Tras la descripción en campo, se muestrean los diversos horizontes para su análisis en laboratorio. Simultáneamente, para determinar la densidad aparente (Da), se extraen muestras de suelo inalterado mediante el hincado de cilindros metálicos biselados o anillos de

Kopecki. La Da, relación masa suelo seco/volumen del cilindro se calcula a partir de secado y pesada de estas muestras.

- **Análisis físicos del suelo.**

Las muestras de campo se secan al aire, se muelen en un molino de barras y luego se tamizan con tamiz de 2 mm de luz. Sobre el rechazo, se calcula el porcentaje de elementos gruesos, en función de la relación entre el peso de la tierra fina (<2mm) y de las gravas (>2mm). El material se analiza según la metodología de la Comisión de Métodos Oficiales de Análisis y Laboratorios (MAPA, 1982).

El contenido hídrico de punto marchitez permanente (-1,5 MPa) y capacidad de campo (-0,033 MPa) se mide volumétricamente mediante placas extractoras a presión en un equipo de membrana Eijelkamp. Está previsto determinar el punto marchitez permanente y la capacidad de campo de 592 muestras de suelo en las 3.711 hectáreas afectadas por la actuación para obtener un mapa de CRAD de escala 1:25.000. A partir de los valores del punto de marchitez permanente (PMP), capacidad de campo (CC), el porcentaje de elementos gruesos (EG), la densidad aparente (Da) y el espesor de cada horizonte (e) se calcula la capacidad de retención de agua disponible (CRAD) de cada perfil, con la siguiente expresión:

$$CRAD\ (mm) = ((CC - PMP)/100) \cdot (1 – EG/100) \cdot Da \cdot e$$

Los parámetros de CC, PMP y EG se introducen en %, Da en kg/m^3 y e en m. La CRAD de cada perfil de suelo, se obtiene como la suma de este parámetro de cada uno de sus horizontes hasta una profundidad de 1,5 m o hasta la presencia de un impedimento físico a la circulación de las raíces (por ejemplo, un horizonte petrocálcico, B_{Km}). Esta CRAD se valorará inicialmente de acuerdo a los cinco intervalos: muy baja (<64 mm), baja (64-127 mm), media (128-190 mm), alta (191-250 mm) y muy alta (>250 mm) propuestos por el Servicio de Conservación de Suelos (1983) para los regímenes de humedad del suelo arídicos y xéricos. Sin embargo, para su utilización práctica por parte de los regantes, no es suficiente porque los niveles propuestos por el SCS son muy amplios y no cubren el objetivo de mejorar el riego por aspersión en parcela. Por lo tanto, se propone hacer una clasificación más precisa de la retención de agua disponible en el suelo mediante la combinación de los valores de CRAD expresada en 1,5 m y la profundidad útil del suelo. Se obtendrán así cuatro categorías: muy baja (<30 mm), baja (30-60 mm), media (60-90 mm), alta (>90mm), para facilitar su uso en gestión de riego.

Los valores obtenidos en cada uno de puntos muestreados se utilizarán en el balance de agua en el suelo. Las parcelas que no tengan puntos de muestreo se asemejarán a aquellas que estén identificadas en la misma unidad de retención de agua disponible en el suelo. Esta información se representa espacialmente mediante un sistema de información geográfica realizado con el programa ArcGis.

Las parcelas que tengan varios tipos de unidades de retención de agua disponible en el suelo, tendrán que tenerlo en cuenta en el diseño del “amueblamiento” de su parcela por medio de aspersores cobertura fija enterrada, haciendo que los sectores de riego se correspondan con suelos homogéneos para poder programar el riego de acuerdo a de retención de agua disponible en el suelo de cada sector.

Establecer una red de control de los retornos de riego en los cauces superficiales

La zona 1 a modernizar en la CR n.º V de los Riegos de Bardenas posee una superficie de 3.711 ha, localizadas en los términos municipales de Ejea de los Caballeros y Biota (Zaragoza) (Fig. 1). La zona regada se alimenta del Canal de Bardenas que nace en la presa de Yesa. En el propio canal existe un punto de control de calidad fisicoquímico (0560-FQ) gestionado por la Confederación Hidrográfica del Ebro. Este punto de control nos proporciona los parámetros de calidad del agua de riego que entra en la zona. Será necesario analizar los valores de los parámetros y las frecuencias de medida que se realizan en este punto de control.

La zona de estudio se encuentra dentro de la cuenca de aportación del río Arba de Riguel que abarca una superficie de 41.050 ha. La masa de agua superficial que comprende esta zona a modernizar pertenece al río Arba de Riguel: Río Arba de Riguel desde la población de Sádaba hasta su desembocadura en el río Arba de Luesia (ES091MSPF105) que constituye el límite este, y la de su tributario por la margen derecha, el barranco de Valareña (20047264), que constituye los límites sur y oeste de la zona a modernizar.

El río Arba de Riguel dentro del Informe de Propuesta del Plan Hidrológico del Ebro (CHE 2021) se encuentra en estado químico moderado Mo (CHE, 2021). Este río Arba de Riguel (ES091MSPF105) dispone en la zona de estudio de un punto de control fisicoquímico en aguas superficiales (1276-FQ: Arba de Riguel / Pte. a Valareña (FQ)) aguas arriba de la incorporación del barranco de Valareña, en el que la media anual de concentración de nitrato es de 25,58 mg/l, este punto está aguas arriba de la incorporación del barranco de Valareña, que es el que drena la mayoría de la zona a modernizar. Aguas abajo de la incorporación del barranco de Valareña, el río Arba de Riguel dispone la estación de aforo del Sabinar (A273) que drena una cuenca de 574 km^2 con un caudal medio de 4,813 m^3/s. En este punto se estima un valor de concentración de nitratos medio de 28 mg/l.

En todo el recorrido del barranco de Valareña no se dispone de estación de aforo de caudal, de modo que se desconocen sus aportaciones al río Arba de Riguel. No obstante, se estima que los flujos de retorno de regadío actuales de la zona a modernizar son de 14,4 hm^3/año.

La mitad de la cuenca río Arba de Riguel corresponde a superficies de riego abastecidas por el Canal de Bardenas y la acequia de las Cinco Villas con toma en el río Aragón aguas abajo de la presa de Yesa.

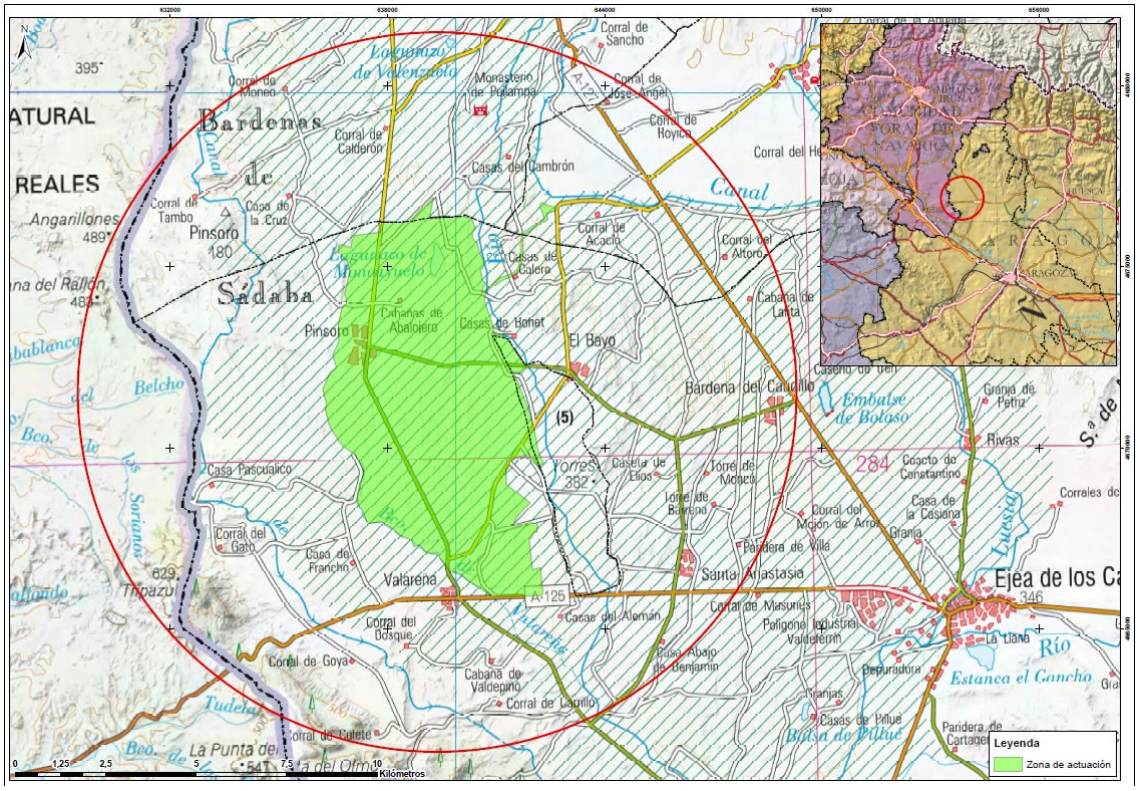


Figura 1. **Localización de la zona a controlar**

a) Identificación de los puntos para controlar.

Según los mapas ortofotos y el modelo digital del terreno de la zona, la mayoría de las aguas superficiales vierten en diferentes puntos del barranco de Valareña y el resto drenan directamente al río Arba de Riguel. Por lo tanto, no se puede controlar la cantidad y calidad de los retornos de riego de la zona a modernizar en uno solo punto. Cada punto indicado con un triángulo blanco invertido en la siguiente figura recoge las aguas de retorno de regadío mediante los cinco principales drenajes de la zona a modernizar (D-XVIII-3, D-XVIII-5, D-XVIII-9, D-XIX-2, D-XIX-7). Estos cinco colectores drenan una superficie de 2.692 hectáreas de la zona de regadío considerada.

	Sup (Ha)	Sup dentro del área a modernizar (Ha)
D-XVIII-3	1.382,45	1.345,73
D-XVIII-5	233,92	233,92
D-XVIII-9	1.461,00	667,73
D-XIX-2	290,79	290,79
D-XIX-7	153,97	153,97
	3.522,13	2.692,14

El D-XVIII-9 recoge el drenaje de una superficie cultivada que queda fuera de la zona a modernizar. Por lo tanto, es necesario conocer también la calidad del agua que entra en la zona a modernizar mediante este drenaje.

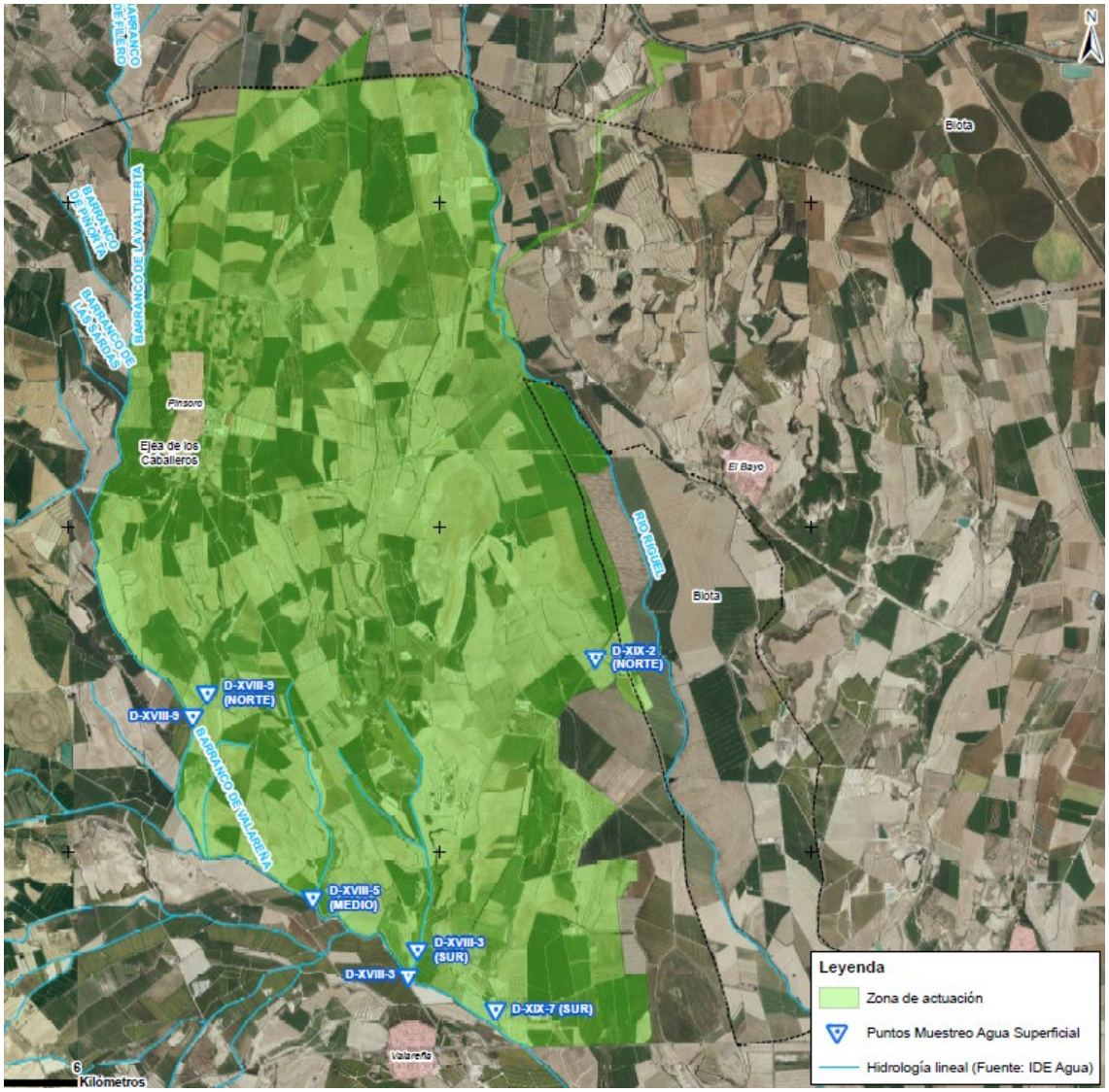


Figura 1. **Principales puntos donde se vierten las aguas superficiales de la zona a controlar**

La falta de información adicional, como la relacionada con el drenaje subterráneo y de reconocimiento en el terreno de la zona considerada, limita la identificación de otras posibles entradas y salidas de la zona considerada. Por lo tanto, para determinar con exactitud los puntos a controlar es necesario tener esta información.

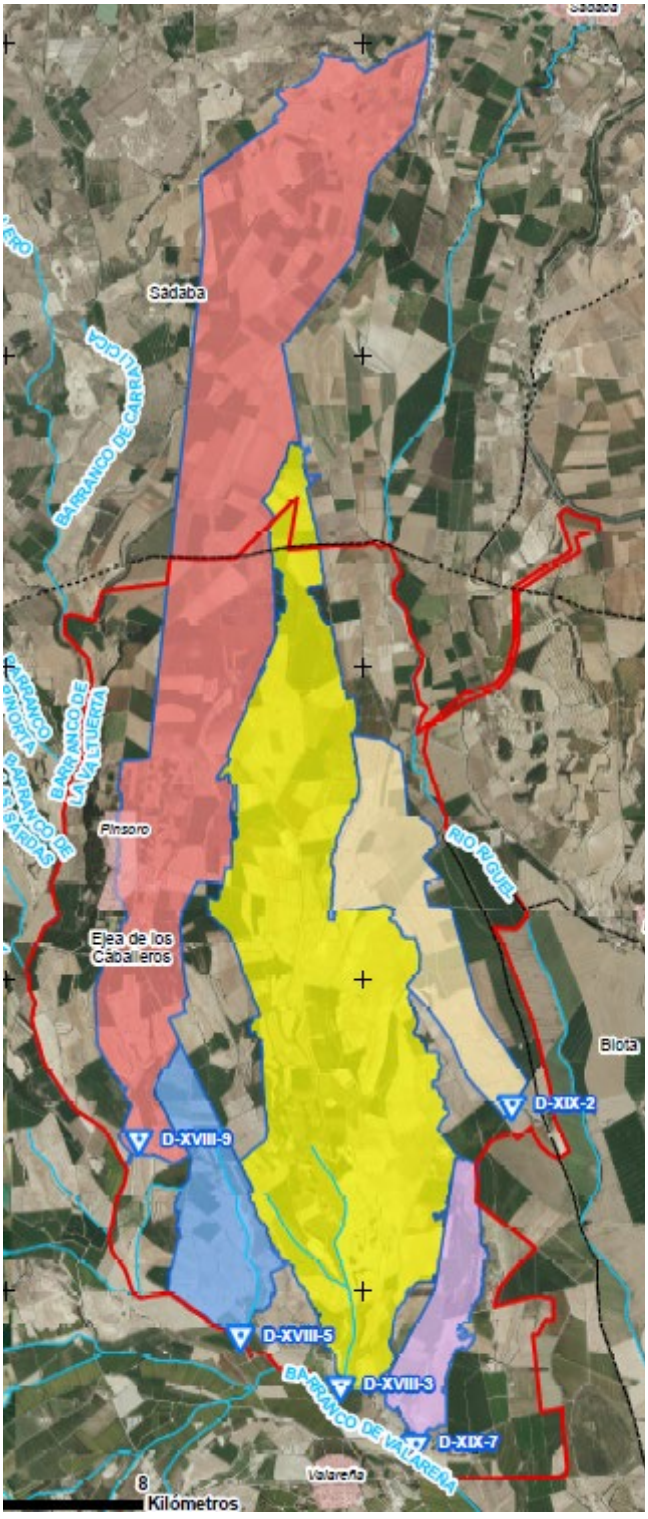


Figura 1. **Localización de los puntos de control de la red propuesta**

La opción propuesta consiste en controlar los drenajes D-XVIII-3, D-XVIII-5, D-XVIII-9 y D-XIX-7 a su salida al barranco de Valareña y el drenaje D-XIX-2 a su salida al río Riguel (Figura 3). En total serían 5 puntos de control. Con esto se controlarían exclusivamente los flujos de retorno de la

zona a modernizar circunscrita por la línea roja en la Figura 3. En los puntos D-XVIII-3 y D-XVIII-9 se instalarían estaciones de aforo y muestreo fijas ya que son los más grandes. Para aumentar la superficie a controlada, se propone seguir también los puntos D-XVIII-5, D-XIX-2 y D-XIX-7 pero sin construcción de estación de aforo. Se indica que la red de drenaje actual no variará tras la modernización.

b) Infraestructuras y equipamiento

Infraestructuras a construir in situ en los puntos de control

Para determinar el tipo de vertedero más adecuado en cada punto de control, sus dimensiones y las necesidades constructivas de las estaciones de aforo es necesario realizar un estudio de viabilidad. A falta de conocer previamente los requerimientos específicos en cada punto de control, se va a establecer un presupuesto considerando una estación tipo, con un aforador Parshall de garganta de 12 pulgadas.

Equipamiento de las estaciones de control

Además de la infraestructura de obra, es necesario dotar a la estación de control de los siguientes equipos:

1. Sonda de inmersión con membrana piezorresistiva en interior de pozo de estabilización
2. Sonda de Conductividad eléctrica rango de 2 a 20mS/cm con salida analógica
3. Sonda de temperatura
4. Regulador de carga 12/24V 15A, panel solar 24V 335W con detección de intrusión sobre mástil en soporte orientable, baterías monoblock, estancas y libres de mantenimiento de 12V 250Ah
5. Sistema de control electrónico. Equipo de control de nivel con batería y regulador solar integrable: Instalación, conexionado y puesta en marcha de equipo de control de nivel de bajo consumo (30mA), Con comunicación GSM-GPRS-3G de bajo tráfico para control desde telefonía móvil y desde Puesto central de control en la nube con protocolo de comunicación TCP y UDP. Accesible por el usuario a través de aplicación de escritorio (Windows), página web y aplicaciones para teléfonos inteligentes (Android e iOs). Incluye: Modem GSM-GPRS-3G Cuatribanda (900/1800/850/1900), 1 puerto USB 2.0, 1 puerto rs485, ampliable con hasta tres tarjetas de expansión. Reloj a tiempo real con calendario, 11 entradas digitales, 4 entradas analógicas, 1 detector de tensión de batería, temperatura interior del núcleo, 4 salidas digitales relé de estado sólido, 1 fuente controlada 12/24 VDC, 1 tensión común digitales 10 VDC, entrada de tensión de back-up. 6 entradas analóg. y 4 digitales. y 4 salidas analóg. Para telecontrol y automatización con software de control o regulación automática. con regulador solar y batería integrable en caja atornillada sobre muro. Codificación de remota de control y activación de software para comunicación por protocolo TCP/IP con servidor de puesto central. Habilitación

en cada equipo de software SCADA para gestión, programación y configuración de equipos de automatización y telecontrol.

En los puntos que drenan poca superficie y donde la calidad del agua es poco variable, **el cauce tiene un régimen de caudal esporádico no se recomienda instalar una estación de aforo**. Será en los momentos en los que circule caudal cuando se deberán realizar aforos de flujo y toma de muestras para calidad.

Puesta en marcha de la red de control de las aguas subterráneas

Los materiales cuaternarios (glacis y aluviales) constituyen los principales acuíferos de la cuenca del Arba y se asientan sobre las arcillas, limos, y areniscas de las formaciones terciarias, las cuales forman a su vez el sustrato impermeable. El desarrollo de los glacis se ha visto favorecido por la facilidad de los materiales terciarios a ser erosionados y por la existencia de conglomerados en el borde Norte de la cuenca que actúan como área fuente. Litológicamente están formados por cantos homométricos (calizas mesozoicas y eocenas, y cuarcitas) angulosos y subredondeados englobados en matriz arcillosa, con tramos ocasionales de arcillas y limos intercalados en las gravas. Estas gravas pueden estar cementadas por carbonato cálcico formando pequeños bancos de conglomerados. Los aluviales presentan dos tramos bien diferenciados, uno inferior en el que predominan las gravas y otro superior formado por arcillas, limos y arenas que engloban cantos dispersos (Causapé et al., 2004).

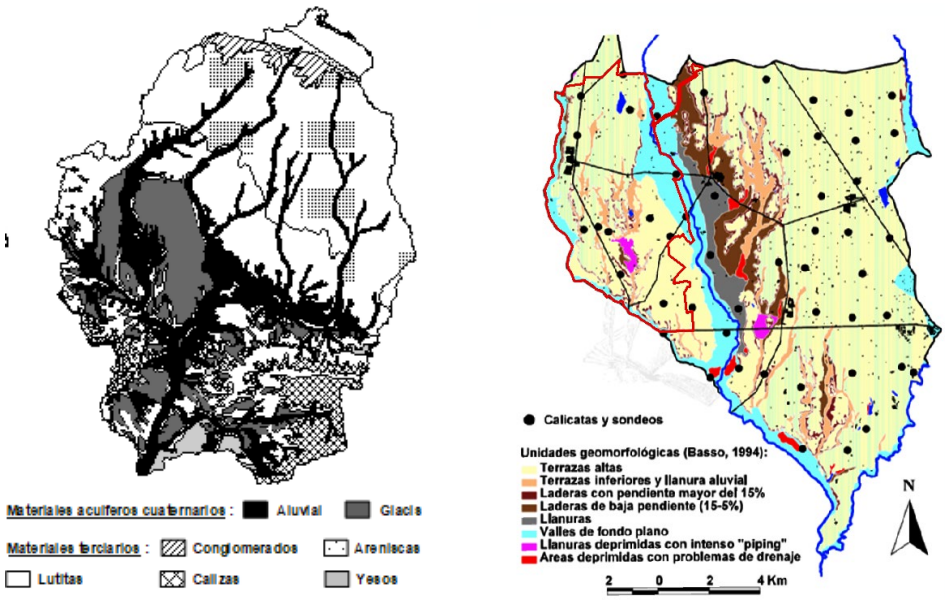


Figura 1. **Mapa geológico de toda la cuenca del Arba (izquierda) y Mapa litomorfológico de la CR-V (Baso, 1994) con la localización de las calicatas y sondeos (Causapé, 2002) y la zona de actuación del proyecto circunscrita por la línea roja (derecha)**

La zona de estudio se localiza en el sector occidental de la masa de agua subterránea Arbas (ES091MSBT053). Los acuíferos de la zona a modernizar de la CR-V están constituidos por

depósitos cuaternarios. En la zona de actuación del proyecto, delimitada por una línea roja en la figura 4, se pueden identificar como principales acuíferos los aluviales del río Riguel (aluvial actual y terrazas) y el asociado al glacis de Miraflores.

El glacis de Miraflores constituye un acuífero permeable por porosidad intergranular, de carácter libre y colgado conectado hidráulicamente con el acuífero del aluvial del Riguel en su límite oriental. Las formaciones aluviales constituyen acuíferos permeables por porosidad intergranular y de carácter libre.

La recarga de estos acuíferos proviene del riego y las precipitaciones, mientras que la descarga se produce a través de los ríos (principales ejes de drenaje) hacia los que converge un gran número de zanjas drenantes (desagües).

La masa de agua subterránea Arbas (ES091MSBT053) se encuentra en riesgo químico de no alcanzar los objetivos medioambientales (DMA) por contaminación difusa. Se identifica como presión difusa significativa la agricultura y la carga ganadera, con un impacto comprobado de contaminación por nutrientes y un impacto comprobado de disminución de la calidad del agua superficial asociada. El contaminante de riesgo asociado a esta contaminación corresponde al nitrato con concentraciones que varían en un rango de 3,9 mg/L a 144 mg/L con un promedio para todos los puntos de la red de control de 41 mg/L (2004-2019). En el Anejo 09 Estado, Objetivos Medioambientales y Exenciones, del PHE de tercer ciclo de planificación (2022-27), establece que la masa subterránea de Arbas se encuentra en mal estado global a causa del mal estado químico por contaminación de nutrientes (nitratos) y por la existencia de transferencia de nutrientes a la masa superficial ES091MSPF105.

En el año 2000 se realizó un inventario de puntos de agua de interés en el área de estudio. El inventario de puntos de agua consta de: datos de registro y situación, datos técnicos (acuífero al que pertenece, litologías atravesadas, profundidad, diámetro y revestimiento del pozo) y datos sobre el uso del pozo y otras observaciones de interés. En cada uno de los muestreos realizados se midió el nivel freático y se tomaron muestras de agua en las que se determinó la conductividad eléctrica a 25 ºC (CE) con un conductímetro, y la concentración de nitrato ($[NO_3^-]$) con un cromatógrafo iónico con supresión química. Dentro de la zona a modernizar por la actuación existen cuatro de estos puntos de agua ya inventariados (Fig. 6). La información disponible de estos cuatro puntos de agua subterránea corresponde a los años 2000 y 2001, donde se registraron valores medios de concentración de nitrato de 118 mg/l en Época de Riego (ER) y de 227 mg/l en Época de No Riego (ENR).

En el año 2020 el Área de Calidad de Aguas de la CHE elaboró el informe sobre la situación y evolución de la contaminación difusa de origen agrario correspondiente al periodo 2016-2019. Para la delimitación de las aguas afectadas se emplearon los datos analíticos de las redes de control de aguas superficiales y subterráneas de la CHE, y las redes de control de aguas subterráneas de las Comunidades Autónomas de País Vasco, La Rioja, Navarra y Cataluña (figura nº 5).

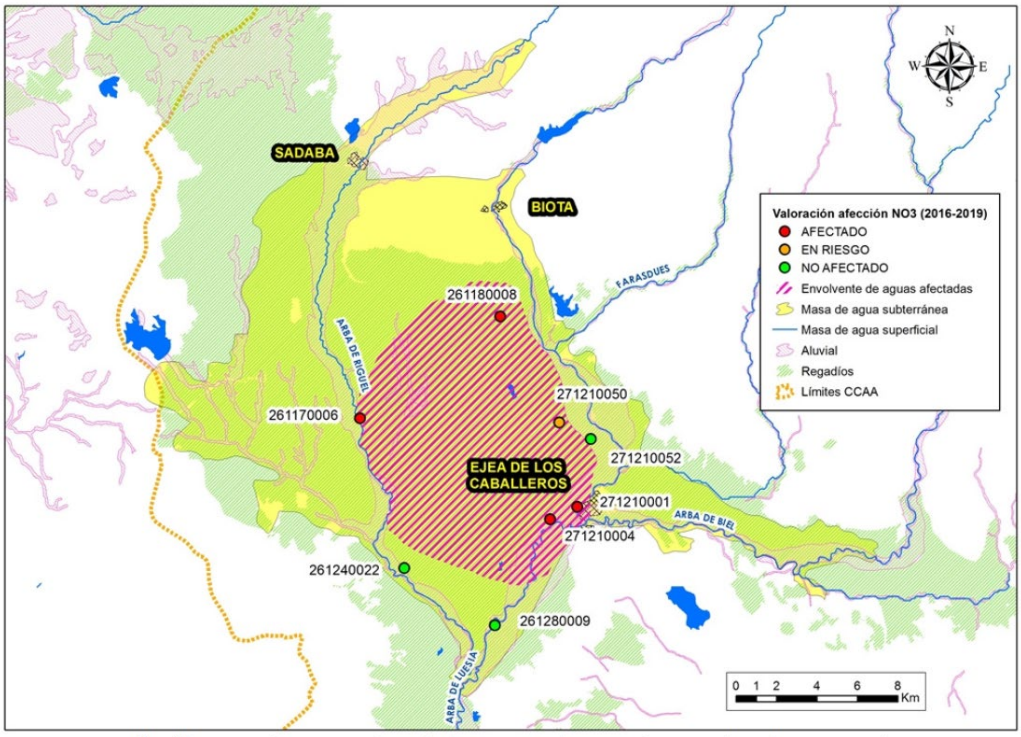


Figura 1. **Valoración de la afección NO3 (2016-2019) y localización de los puntos de muestreo, Masa de agua subterránea 053 – Arbas. (Anejo I del Informe sobre la determinación de las aguas afectadas o en riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario.**

Dentro de la zona de estudio se dispone también de dos sondeos del Inventario de Puntos de Agua de la Oficina de Planificación Hidrológica (OPH) de la CHE (2611-7-0005 y 2611-7-0004). El nivel freático medio de estos piezómetros se sitúa en 1,6 m. Por otro lado, no se localiza ningún punto oficial de control de calidad química de las aguas subterráneas dentro de la zona de estudio.

En la figura nº 5 se muestra resultante de la valoración de la afección de los nitratos en la masa subterránea Arbas para el periodo 2016-2019. En la figura nº 5 la zona a modernizar no está incluida en la envolvente de aguas subterráneas afectadas por nitratos debido a que la CHE no tiene puntos de control para determinar el estado del glacis de Miraflores. Sin embargo, dados los valores de concentración de nitratos obtenidos en el año 2000 por Causapé en el glacis de Miraflores se deberían reforzar la red de control actual de la CHE incorporando puntos de control en el glacis de Miraflores para conocer su estado actual y hacer estudios específicos en la zona a modernizar.

En este sentido se propone estudiar la masa de agua subterránea en la zona a modernizar mediante el análisis y diagnosis de una nueva red de monitoreo de agua subterránea. Esta red permitirá hacer estudios piezométricos, definir el acuífero y sus parámetros hidrogeológicos, caracterizar la hidrogeoquímica, la contaminación difusa, modelizar el flujo subterráneo y el transporte de reactivos y solutos. Al tratarse de una zona declarada como vulnerable a la contaminación por nitratos, con una superficie de 3.711 ha en el que se localiza un acuífero

constituido por depósitos cuaternarios, en base a las Directrices definidas para las aguas subterráneas, debería establecerse como mínimo ocho puntos de control, dos en la zona norte que controle los flujos de entrada a la zona de estudio y otros seis al sur, hacia la zona de salida de los flujos subterráneos.

El hecho de que los cuatro puntos de agua subterránea muestren concentraciones de nitrato por encima de la norma de calidad hace necesario un control exhaustivo de la contaminación. Por ello se propone el seguimiento de los otros 2 puntos del Inventario de Puntos de Agua de la OPH de la CHE.

Uno se sitúa al suroeste y otro al noreste de la zona de riego. El primero IPA 2611-7-0005, controlaría la calidad de los flujos de salida hacia el Barranco de Valareña, y el segundo IPA 2611-7-0004, los flujos de salida hacia el Riguel. Ambos se marcan con una cruz rosa en la figura nº 6.

Estos puntos de control tienen una profundidad de 6 m y son totalmente penetrantes, atraviesan el paquete cuaternario. Perforación de 160 mm de diámetro en el primer tramo y 131 ó 101 mm de diámetro en el segundo tramo. Entubado con tubería de PVC de 114 x 3-4 mm. Los niveles de mayor permeabilidad (cantos, gravas y arenas/calizas) van revestidos con tubería ranurada.

De este modo se trata de que los seis pozos que actualmente existen en la zona se empleen para la toma de muestras (P-XVIII-1, P-XVIII-2, P-XVIII-3, P-XIX-1, IPA 2611-7-0005 y IPA 2611-7-0004) y que se complementen con otros dos (Sondeos B1 y B2). Sería necesario revisar el estado en el que se encuentran, tomar datos constructivos de los cuatro primeros y pedir los permisos pertinentes, todos ellos son sondeos particulares.

En este sentido la red de control de las aguas subterráneas estaría constituida por los siguientes puntos de control:

NOMBRE	COOR. X	COOR. Y	TIPO	ACUIFERO	ORIGEN
P-XIX-1	641669	4667664	Calidad	Aluvial	Particular
P-XVIII-1	638065	4670297	Calidad	Glacis	Particular
P-XVIII-2	637514	4672331	Calidad/Piezometría	Glacis	Particular
P-XVIII-3	637666	4673479	Calidad	Glacis	Particular
2611-7-0004	640268	4674435	Calidad	Aluvial	IPA-CHE
2611-7-0005	637538	4669699	Calidad	Aluvial	IPA-CHE
Sondeo B1	638310	4675498	Calidad/Piezometría	Glacis	A construir
Sondeo B2	641508	4670849	Calidad/Piezometría	Aluvial	A construir

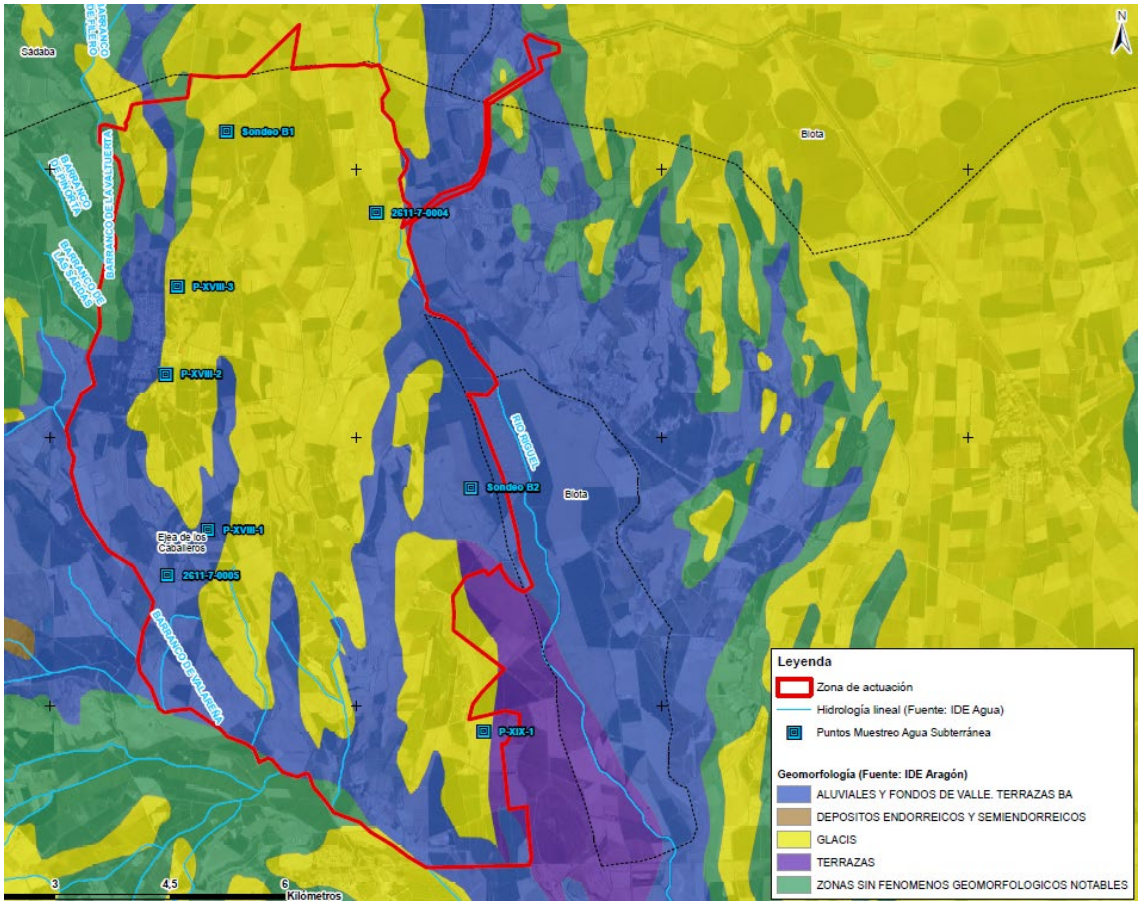


Figura 1. **Mapa geomorfológico de la zona de estudio, junto con las redes de control de las aguas subterráneas.**

- **Puntos de control piezométrico.**

Dado que ya se dispone de 6 pozos en la zona se propone la construcción de dos nuevos puntos de control. Se plantea hacer un par de piezómetros para instalar las sondas de control piezométricas y hacer en esos puntos el ensayo de bombeo. Estos puntos serán perforaciones de 140 mm de diámetro y tuberías de PVC de 90 mm totalmente penetrantes entre 5-15 m de profundidad.

- **Ensayos de bombeo e instalación de sondas de medida en continuo del nivel piezométrico.**

El ensayo de bombeo nos indica la transmisividad del acuífero, de modo que ya que tenemos diferentes formaciones acuíferas se debe plantear uno para cada una de ellas. Es un parámetro que varía mucho en función de la composición litológica que cada Fm posee, independientemente de que el aluvial y el glacis al estar interconectados puedan funcionar como un solo acuífero.

Por lo tanto, en la zona de estudio, será necesario la realización de dos ensayos de bombeo para determinar los principales parámetros hidrodinámicos. Uno para los aluviales y otro para el

glacis constituido por depósitos cuaternarios. Se propone la realización en los dos nuevos puntos de control que se quiere instalar en la zona de estudio.

En la medida en la que se conozcan las características constructivas de otros sondeos en la zona, o sea necesaria la construcción de otros puntos de control, se podrá plantear un mayor número de ensayos de bombeo, con una mayor distribución en los sectores de control.

Finalmente, para los puntos de control piezométrico, se plantea la instalación de tres sondas de control de nivel freático en continuo. La frecuencia de lectura deberá ser diaria. Se instalará una sonda tipo data-logger con descarga de datos cada 6 meses (comienzo y finalización de la campaña de riego). Se puede ampliar tanto la cadencia de medida como las descargas en función de la necesidad de los datos.

Tabla nº 43. **Equipamiento para la red de control**

	Unidades
Ensayo de bombeo	2
Sonda automática de control piezométrico y corrector barométrico (baro-driver)	3
Sonda manual	1
Instalación y mantenimiento anual de sonda piezométrica	2

8.4.2 Fase de explotación

Las **medidas preventivas** consideradas para la minimización de las afecciones sobre las masas de agua durante la fase de explotación, son las siguientes:

Desarrollo y aplicación de programas informáticos para la asesoría sobre el riego

Se propone llevar a cabo una modalidad complementaria a la tradicional gestión de riegos a la demanda, aplicando un método de programación automática basada en el balance de agua en el suelo, la cual será desarrollada una vez se concluya el proyecto de modernización del regadío como medio para fomentar el ahorro de agua.

Se plantea como una alternativa al método de petición del riego a la demanda, en la que es el regante quien ha de solicitar el momento y la cantidad de agua a aplicar para cada uno de los riegos efectuados durante toda la campaña.

El objetivo de este método automático de programación de riegos, es optimizar el uso de agua aplicada a partir de establecer el momento óptimo de riego para evitar que se generen pérdidas por percolación.

La metodología se basa en calcular a un futuro cercano de 7 días el balance necesario para mantener el nivel de agua en el suelo (NAS) a base de reponer la evapotranspiración (ET) acumulada desde el momento de aplicación del último riego.

Se establece la programación del riego aplicando la siguiente ecuación de balance de agua:

$$NAST = NAS_{T-1} + RE + PE - ET$$

Siendo:

NAST: Nivel de agua en el suelo para el día t

NAS_{T-1}: Nivel de agua en el suelo del día anterior

RE: Riego efectivo

PE: Precipitación efectiva

ET: Evapotranspiración

- **Datos empleados en el balance de agua**.

El proceso de cálculo, en la programación automática se establece el momento de aplicar un riego (MR) cuando el Nivel de Agua en el Suelo (NAS) obtenido de la ecuación de balance de entradas y salidas de agua es inferior a la Dosis de Riego Neta (DRN) multiplicada por un Margen de Riego (MGR) que impide que se supere la Capacidad de Campo (CC) en el suelo y se produzcan pérdidas por percolación y escorrentía.

Todos los parámetros de la ecuación de balance son dependientes del tipo de suelo, del clima característico de la zona y del tipo de cultivo que se implante en cada parcela.

- **Datos edafológicos.**

La clase textural, la profundidad efectiva y el porcentaje de elementos gruesos determinan la capacidad que tiene un suelo para retener el agua, condicionando su disponibilidad para las plantas. Estos datos se obtienen del mapa de CRAD elaborado para la zona a modernizar. En el momento inicial de la campaña de riego, el equipo de gestión asigna a cada parcela que se acoge a esta modalidad de riego automatizado su CRAD predominante según el mapa de elaborado, a fin de contemplar este dato en el proceso de cálculo del momento de riego (MR).

Los parámetros de cálculo relacionados con los datos edafológicos del suelo que intervienen el proceso y que han de calcularse son los siguientes:

- **Límite superior de contenido de agua en el suelo (θls)**, equivale a la Capacidad de Campo (CC), es el contenido de agua en el que se estabiliza un suelo después de haber drenado. Cada vez que se aporta un riego, el contenido de agua en el suelo debe encontrarse lo más próximo a este nivel.
- **Límite inferior de contenido de agua en el suelo (θli)**, equivale al Punto de Marchitez Permanente (PM). Es el contenido por debajo del cual las raíces son incapaces de extraer agua. Este nivel es el que tiene el suelo cuando se realiza la siembra y el primer valor del balance de agua en el suelo.
- **Intervalo de humedad disponible (IHD)**, es la diferencia entre los límites superior e inferior.

$$IHD = \theta ls - \theta li = CC - PM$$

- **Capacidad de almacenamiento de agua en el suelo (CRAD)**, es el volumen de agua utilizable por las plantas que es capaz de retener un suelo. Se ha calculado como la diferencia entre el contenido de agua a CC y a PM equivalente al (IHD) para el perfil del suelo que abarca la profundidad efectiva.

  $$CRAD\ (mm) = ((CC - PMP)/100) \cdot (1 - EG/100) \cdot Da \cdot e$$

  $$CRAD\ (mm) = ((\theta ls - \theta li)/100) \cdot (1 - EG/100) \cdot Da \cdot e$$

  $$CRAD\ (mm) = ((IHD)/100) \cdot (1 - EG/100) \cdot Da \cdot e$$

Donde EG es el porcentaje de elementos gruesos en %, Da la densidad aparente en kg/m^3 y e el espesor de cada horizonte en m.

En los trabajos previos de la zona la CRAD en los suelos desarrollados sobre aluviales (182 mm) es muy superior a la de los desarrollados sobre los sasos (60 mm). Este hecho es debido a la mayor capacidad de retención de agua en la matriz de los suelos aluviales y a las mayores profundidades efectivas de los suelos aluviales (120 cm) frente a las de los sasos (87 cm) a causa de la existencia de horizontes petrocálcicos en éstos últimos.

- **Nivel de Agotamiento Permisible (NAP)**, es un porcentaje de la CRAD y representa la fracción de agua retenida por el suelo que es utilizable por la planta sin que se reduzca la ET. Este porcentaje depende de la fase de desarrollo del cultivo, del suelo y de la demanda evaporativa. El valor más utilizado el 0,65, aproximadamente 2/3 de la CC.

- **Dosis de Riego (DR_N)**, es la cantidad de agua que se aporta en cada riego como Dosis de Riego Bruta (DRB) multiplicada por el valor de Eficiencia de Riego (ER) característico del sistema de riego en parcela que se emplea.

  $$DRN = DRB \cdot ER$$

- **Déficit Permisible (DP)**, es la cantidad de agua total que puede extraer el cultivo del suelo sin que se reduzca la ET. Ha de ser aproximadamente igual al valor de la Dosis de Riego Neta (DRN), y se calcula multiplicando los valores de CRAD, NAP y ZR (profundidad radicular del cultivo):

  $$DP = ZR \cdot CRAD \cdot NAP$$

- **Margen de Riego (MG_R)**, es un valor del nivel de agotamiento en el suelo (NAS), que equivale a la cantidad de agua consumida por el cultivo. Se expresa como un porcentaje sobre el Déficit Permisible (DP) que se establece para aumentar el valor que determina el Momento de Riego (MR) de tal forma que no se programe un riego que haga que se supere la Capacidad de Campo (CC) del suelo generando pérdidas por percolación.

- **Momento de Riego (MR)**, se determina el momento de aplicar un riego cuando el Nivel de Agua en el Suelo (NAS) se encuentra por debajo del valor definido por:

$$NAS < (CC-DR_N) – (DR_N \cdot MG_R)$$

A la vez que se comprueba que el número de días transcurridos desde el último riego es superior al promedio de días entre riegos menos un día:

$$(DRN/ET)-1$$

- Condición que se exige para evitar que cuando el nivel de agua en el suelo esté entre el déficit permisible (DP) y el nivel de agotamiento permisible (NAP) se concedan dos riegos seguidos.

- **Datos climáticos** Los datos climáticos que hay que tener en cuenta, en el balance de agua son:

  - **Evapotranspiración de referencia (ET_0)**, el dato se recoge a través del observatorio de la red del Servicio Integral de Asesoramiento al Regante (SIAR) en la zona, ubicada en la localidad de El Bayo (UTM X: 644.635 m Y: 4.670.770 m; Huso 30).

Esta estación aplica la fórmula de Penman-Monteith en función de las variables climáticas: radiación, temperatura, humedad y velocidad del viento.

Con estos datos se puede estimar los correspondientes valores de ETo a un futuro en función de los valores de la semana previa para predecir el momento del riego (MR) aplicando la ecuación de balance de agua.

  - **Evapotranspiración del cultivo (ET)**, es la evapotranspiración del cultivo y se obtiene de multiplicar la evapotranspiración de referencia (ET_0) por el coeficiente Kc del cultivo.

$$ET = ET_0 \text{ x } Kc$$

  - **Precipitación efectiva (PE)**, es la precipitación que alcanza y se retiene en el suelo y no se pierde por escorrentía o percolación.

A la precipitación que mide la estación meteorológica se las aplica una fórmula desarrollada por el Servicio de Conservación de Suelos (SCS) de los Estados Unidos. En la que se tiene en cuenta la evapotranspiración del cultivo y el déficit de agua en el suelo antes de regar.

$$PE= 1,9\ [f\ (DAS)\ [1,25\ P^{0,824} - 2,93]\ 10^{\ 0,000955\ ET}]$$

$$f\ (DAS) = 0,53 + 0,0116\ DAS - 8,94 \cdot 10^{-5}\ DAS^2 + 2,32 \cdot 10^{-7}\ DAS^3$$

- **Datos del cultivo** En relación con los propios cultivos es necesario conocer los siguientes datos:

  - **Profundidad radicular (ZR)**, este dato permite saber que altura tiene el horizonte del suelo, donde la planta puede aprovechar el agua. Esta profundidad es constante para cultivos permanentes y variable para cultivos anuales. Se establece un valor característico para cada tipo de cultivo.

- **Coeficiente del cultivo (Kc)**, es un factor que incluye los efectos propios del cultivo sobre la ET, como puede ser el área foliar, la altura, el porcentaje de suelo cubierto o la evaporación que ocurre en el suelo.

A medida que el cultivo se va desarrollando, el coeficiente de cultivo Kc también varía, pudiendo determinarse la curva generalizada del Kc definida por tres coeficientes parciales Kc inicial, Kc medio y Kc final, así como por el número de días que transcurren entre cada etapa.

En los estados iniciales de aplicación del método de programación del riego automático se tomaban como referencia los valores de Kc propuestos por la FAO.

Los coeficientes de cultivo a utilizar (Kc) son los establecidos para la comarca agraria nº 61 de Ejea de los Caballeros en la Revisión de las necesidades hídricas netas de los cultivos de la cuenca del Ebro.

Se podría establecer un modelo de cálculo de la ETc particularizado y más próximo a la realizad de la zona mediante un ajuste del Kc a través de la aplicación de la teledetección a nivel local a través de los valores del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada o NVDI,

El Kc local se podría obtener a través del método simplificado desarrollado por la Universidad de Castilla La Mancha como:

$$Kc = 1{,}25 \cdot NVDI + 0{,}1$$

Con todos los datos edafológicos, climáticos y de los cultivos que se han definido, se aplica la ecuación de balance de agua obteniéndose el momento en el que es necesario aplicar un riego para mantener el nivel de agua en el suelo con un consumo eficiente y optimizado.

Para mejorar la eficiencia del riego se puede modificar la programación del riego, de manera que se reduzca el drenaje y el déficit hídrico. Se propone un cambio consistente en regar en función del contenido de agua en el suelo. La programación permite ajustar el riego a las necesidades de los cultivos sin variar substancialmente la gestión de la CR. El criterio escogido para decidir el día de riego es sencillo y mejora la calidad del riego. Con la programación propuesta, no es necesario aplicar una mayor dosis de riego en los suelos con baja capacidad de almacenamiento. Las pérdidas por drenaje se reducen y no existe déficit hídrico.

Control y seguimiento de la cantidad y calidad de los retornos de riego superficiales

a) Programa de muestreo

Como **el régimen de caudal de estos cauces es permanente**, se propone instalar unos aforadores Parshall en los puntos D-XVIII-3 y D-XVIII-9, con una garganta de 12 pulgadas y un medidor de nivel que recolecte los datos con una frecuencia de 15 minutos. Se realizará un **muestreo exhaustivo durante el primer año de riego** mediante toma de muestras manual en los puntos D-XVIII-3 y D-XVIII-9. Respecto a la frecuencia de muestreo en los otros cuatro puntos D-XVIII-5, D-XIX-2, D-XIX-7 y punto de entrada de la cuenca D-XVIII-9 será semanal durante la estación de riego inicialmente. En función del caudal que van a drenar estos tres puntos y de las concentraciones de los parámetros de calidad, se revalorara la propuesta. En las muestras de agua se determinarán todos los elementos detallados en la tabla del plan de muestreo. El objetivo del muestreo durante el primer año de riego es definir periodos con concentraciones

(o masas) más o menos estables (con varianza pequeña). Este procedimiento se puede aplicar al conjunto de la estación de riego, o de no riego, si no hay periodos claros de concentraciones más o menos estables. Las fechas de muestreo a intervalos iguales se establecen para cumplir con la frecuencia requerida en cada periodo. Así el primer año se establece el siguiente plan de muestreo:

a. **Durante la campaña de riego**: En los puntos D-XVIII-3 y D-XVIII-9 determinación cada dos días de nitrógeno y fósforo, determinación mensual de plaguicidas y sólidos disueltos totales y determinación semestral de un análisis completo (aniones y cationes). En los otros tres puntos D-XVIII-5, D-XIX-2, D-XIX-7 y punto de entrada de la cuenca D-XVIII-9 el muestreo será semanal. Al coste de los análisis químicos hay que añadir el coste horario de personal y el desplazamiento a la zona para tomar las muestras.

b. **Durante la campaña de no riego**: En los puntos D-XVIII-3 y D-XVIII-9 determinación semanal de nitrógeno y fósforo, determinación mensual de plaguicidas y sólidos disueltos totales y determinación semestral de un análisis completo (aniones y cationes). En los puntos D-XVIII-5, D-XIX-2, D-XIX-7 y punto de entrada de la cuenca D-XVIII-9 determinación mensual de nitrógeno, fósforo, plaguicidas y sólidos disueltos totales y determinación semestral de un análisis completo (aniones y cationes).

c. Otra opción es la instalación de tomamuestras automáticos. Estos equipos tienen un coste de inversión importante. Para el mantenimiento será necesario contratar los servicios de una empresa especializada.

Con los datos obtenidos los dos primeros años de muestreo intensivo se realizará un informe anual (a realizar por un experto). En el mismo se establecerá el número de periodos con concentraciones de N y P más o menos estables y se definirán las frecuencias de muestreo definitivas. Estos ajustes del plan de muestreo con el presupuesto establecido en el proyecto de obra. El objetivo es que cuando acabe el periodo financiado, el plan de muestreo final sea adecuado para la zona y pueda ser asumido por la Comunidad de Regantes. Este plan de muestreo tiene que estar supervisado por un experto y servir a los objetivos de la red de control.

b) Plan de muestreo, parámetros y frecuencia de muestreo

Tabla nº 44. **Plan de muestreo intensivo en los puntos de control D-XVIII-3 y D-XVIII-9 de cauce superficial, durante el primer año de instalación de la red de control de calidad.**

Campaña	Riego	No Riego
Elementos	**Nº muestras**	**Nº Muestras**
CE-NO3-NH4	92	14
PT	92	14
PD	92	14
Plaguicidas	6	6
SDT	6	6
Completos	1	1

Tabla nº 45. **Plan de muestreo en los puntos de control D-XVIII-5, D-XIX-2, D-XIX-7 y punto de entrada de la cuenca D-XVIII-9 de cauce superficial, durante el primer año de instalación de la red de control de calidad control de calidad.**

Campaña	Riego	No Riego
Elementos	Nº muestras	Nº Muestras
CE-NO3-NH4	26	14
PT	26	14
PD	26	14
Plaguicidas	6	6
SDT	6	6
Completos	1	1

Control y seguimiento de la calidad química de los retornos de riego en aguas subterráneas

Para el control de la calidad química de los retornos de riego en aguas subterráneas, se deben medir conductividad eléctrica, nitrato, nitrito, amonio, fósforo, plaguicidas y componentes mayoritarios.

La toma de muestras de aguas subterráneas lleva asociado también la medida in situ de la temperatura del agua, temperatura del aire, pH, Eh (potencial Redox), conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y nivel freático, como marcan los protocolos habituales del muestreo en aguas subterráneas.

El número elevado de puntos y alta frecuencia propuestos se debe a que se trata de formaciones acuíferas de elevada vulnerabilidad intrínseca a la contaminación. Está zona está declarada como zona vulnerable, no tiene puntos oficiales de control para los pocos muestreos que hay, que muestran valores especialmente elevados de afección por nutrientes. Por todo lo anterior, a este acuífero constituidos por depósitos cuaternarios (Cuaternario) se le debe aplicar una frecuencia de medida elevada, tal y como se detalla siguiente tabla.

Tabla nº 46. **Plan de muestreo de aguas subterráneas de la zona de estudio.**

CE	NO_3	NO_2	NH_4	PO_4	Plaguicidas	Componente mayoritario
Mensual	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Semestral	Semestral

En función de los resultados analizados en los primeros años podrá limitarse el número de puntos, frecuencia y parámetros de control o reforzar aquellos periodos con una mayor variabilidad o incorporar nuevos puntos en zonas en las que no se conozca el grado de afección de las aguas subterráneas y/o soporten una elevada presión agrícola.

Se recomienda la toma de muestra mediante bomba de bajo caudal posicionada a la altura de los niveles de rejilla correspondiente con los tramos más productivos: arenas y gravas cuaternarias

El muestreo para los ocho puntos de control más los análisis de laboratorio (12 visitas al año, toma de 18 muestra por punto y año y análisis de laboratorio se desglosa a continuación.

Tabla nº 47. **Frecuencia de seguimiento la red de control de calidad de aguas subterráneas, para los muestreos y los análisis de las muestras.**

	Unidades
Personal + desplazamiento	12 (viajes/año)
Análisis en laboratorio	8

Volumen para integración ambiental del regadío

Como se ha expuesto en la valoración de los efectos ambientales asociados con el balance hídrico del regadío, el diseño de la modernización además de incrementar la disponibilidad de recursos netos para uso agrícola, permite una reducción del consumo anual estimada en 4 Hm3, susceptible de uso para la integración ambiental del regadío.

El principal impacto del regadío sobre el medio hídrico es, como se ha visto, la contaminación difusa por nitratos. Aunque la modernización proyectada y otras que puedan acometerse a escala comarcal suponen una importante reducción en la masa de nitratos exportada, la merma prevista en el volumen de los retornos puede dificultar una disminución suficiente en las concentraciones de las masas de agua afectadas.

Por otra parte, aunque los retornos incorporados a las masas fluviales receptoras suponen una desviación respecto su estado natural, estas masas vienen recibiendo esas aportaciones adicionales durante un largo periodo de tiempo, con la incorporación de este régimen modificado en su equilibrio actual, tanto en lo referente a sus características hidromorfológicas y ecológicas como a los aprovechamientos de que son objeto aguas abajo.

Atendiendo a estas consideraciones, se prevé la derivación de un volumen anual de 4 Hm3 a través del Barranco de Valareña para la mejora ambiental de los ríos Arba de Riguel y Arba de Luesia. El objetivo es que la concentración de nitratos del efluente de la zona regable, incluyendo el volumen de integración ambiental, se sitúe por debajo del valor umbral de 25 mg/l, de modo que este vertido seas compatible con la mejora en el estado de la masa. Los resultados esperados son los siguientes:

Tabla nº 48. **Valores esperados de la medida (volumen para la integración ambiental del regadío) sobre la contaminación difusa por nitratos**

Parámetros principales (valores anuales medios)	Sin medida	Con medida
Volumen drenado suelo(hm3)	5,05	5,05
Volumen integración ambiental (hm3)	0,00	4,03
Masa nitratos drenaje (t)	189,38	189,38
Masa nitratos asociada a volumen de integración ambiental	0,00	7,86
Masa de nitratos total efluente	189,38	197,23
Volumen total efluente	5,05	9,08
Concentración efluente	37,50	24,00

La medida permite mantener en 24 mg/l la concentración de nitratos del efluente, lo que supone una reducción del 36 % en las concentraciones previstas tras la modernización.

Para la aplicación de la medida no se precisa nueva infraestructura, pues se hará uso de las conducciones actuales, en los tramos que se precisen, desde la toma del canal hasta el Barranco de Valareña.

Eventualmente, este volumen para la integración ambiental, también podría destinarse para la mejora ecológica (en el caso de que fuese preciso) de la laguna el Moncayuelo.

Reducción en los insumos de nitrógeno

Como se ha indicado, el proyecto se marca como objetivo, en su fase de explotación, obtener una concentración de nitratos en los retornos, compatible con 37,5 mg/l como concentración máxima en los lixiviados, de modo que puedan cumplirse los requisitos relativos a las masas de agua afectadas, tanto superficiales como subterráneas.

La consecución de este objetivo requiere una mejora muy importante en la eficiencia de la fertilización nitrogenada, que debe abordarse por los propios regantes en distintos frentes:

1) Implantación de sistemas de fertirrigación que permitan adecuar de manera estricta el aporte de nitrógeno a las necesidades de cultivo
2) Adquisición de la formación y capacitación técnica necesaria por parte de los agricultores
3) Desarrollo de herramientas informáticas que permitan ajustar el balance de nitrógeno mediante la adecuada dosificación de la fertilización o, en su caso, mediante la modificación de la alternativa de cultivos
4) Implantar los sistemas de seguimiento necesarios para conocer los flujos de nitrógenos en los distintos compartimentos del sistema (biomasa, suelo, acuífero y aguas superficiales)

El sistema de fertirrigación se instalará en las explotaciones desde el momento inicial, con la implantación a riego presurizado, e irá acompañado por las acciones formativas, la puesta a punto de la herramienta informática y el arranque de las campañas de seguimiento.

Aunque la respuesta del acuífero a la reducción de insumos nitrogenados será rápida, se considera necesario el desarrollo de esta medida durante una fase inicial de cuatro años para evaluar sus resultados. Se estima que este plazo permitirá la renovación completa de las aguas subterráneas y el lavado de los nitratos acumulados, al tiempo que permite calibrar los efectos de la fertirrigación y ajustar su aplicación.

En caso de que trascurridos cuatro años no se alcance una concentración en las aguas subterráneas compatible con una concentración máxima en los lixiviados de 37,5mg/l las, se iniciará una segunda fase orientada a reducir la superficie de los cultivos más demandantes en nitrógeno y su sustitución por cultivos de leguminosas. En concreto se procederá a la sustitución de maíz por alfalfa. Dado que esta sustitución implica un mayor consumo de agua, podrá implementarse haciendo uso de los volúmenes de integración ambiental.

El maíz acapara algo más del 75 % los insumos de nitrógeno en la alternativa prevista, por lo que tiene una gran incidencia en la concentración de nitratos del lixiviado y por tanto, sobre su concentración en el acuífero.

A continuación, se ofrece, a título orientativo, una estimación de las superficies de maíz que habrán de sustituirse por alfalfa en función de las concentraciones de nitratos que se aprecien en las aguas subterráneas al finalizar la fase 1:

Tabla nº 49. **Estimación orientativa en los cambios de patrón de los cultivos para el control de la contaminación difusa por nitratos**

Concentración nitratos (mg/l)	Superficie de maíz a sustituir (ha)	% superficie inicial de maíz	Volumen adicional (hm^3)	% del volumen ambiental
100	1.304,98	80,85	2,63	65,80%
90	1.217,98	75,46	2,46	61,42%
80	1.109,23	68,73	2,24	55,93%
70	969,41	60,06	1,96	48,88%
50	521,99	32,34	1,05	26,32%
40	130,50	8,09	0,26	6,58%
37,5	0,00	0,00	0	0,00%

Estas superficies deberán determinarse empíricamente en función de los valores reales que arrojen los flujos de nitrógeno.

8.5 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE EL SUELO

Las principales afecciones sobre el factor suelo, se producirán durante el desarrollo de las obras en la fase de ejecución. De las alteraciones sobre el mismo destacan la incidencia sobre el relieve como consecuencia de los movimientos de tierra necesarios para la construcción de la balsa de regulación y la instalación de la red de conducciones desde la misma hasta los puntos de suministro en parcela.

La circulación de maquinaria pesada incidirá sobre la estructura del suelo (compactación) y, además, la presencia de la maquinaria supone un riesgo por contaminación puntual accidental para el entorno.

8.5.1 Fase de ejecución

Las **medidas preventivas** consideradas para la minimización de las afecciones sobre el suelo durante la fase de ejecución, son las siguientes:

Prevención frente a la contaminación accidental del suelo

- Se deberá llevar un correcto mantenimiento preventivo de toda la maquinaria y de los vehículos de obra, con el fin de reducir el riesgo de verter accidentalmente al suelo

aceites, lubricantes, fluidos de los sistemas hidráulicos, etc. por averías de los motores y demás mecanismos.

- Las reparaciones o mantenimientos de la maquinaria deberán ser realizadas en talleres, gasolineras o locales autorizados, donde los vertidos generados sean convenientemente gestionados.
- Los parques de maquinaria durante las obras contarán con una zona impermeabilizada que impida que los fluidos de las máquinas y vehículos puedan infiltrarse en el suelo, siendo de uso obligatorio en caso de que sea necesario realizar tareas de mantenimiento y reparación de máquinas y vehículos.
- Se comprobará previamente a su utilización que toda máquina de obra o vehículo cuenta con la emisión favorable de su correspondiente ITV, OCA o cualquier acreditación que le sea de aplicación.
- A pie de obra se contará con los contenedores correspondientes para la correcta gestión de los restos de sustancias peligrosas, residuos de carburantes, disolventes, pinturas, grasas y lubricantes, así como de sus envases. Igualmente, estas zonas de acopio de residuos deberán contar con un método que evite la infiltración de cualquier sustancia en el suelo, bien sea mediante contenedores estancos o a través de la impermeabilización del suelo en la ubicación donde se almacenen.
- Siempre que se produzca un vertido accidental al suelo se retirará la parte afectada más una fracción adicional de 25 cm de profundidad para asegurar que no se dejan restos.
- En caso de que el vertido sea de morteros o concretos, el suelo afectado será gestionado como un residuo de demolición más. Si se trata de una sustancia tóxica será gestionada tal y como se especifica en el envase del producto, teniendo que almacenarse en los contenedores de residuos peligrosos habilitados para ello.

Prevención frente a acciones erosivas

- Se evitará, en la medida de lo posible, la circulación de vehículos o maquinaria y la ejecución de excavaciones tras sucesos de precipitaciones intensas con el objeto de evitar modificaciones en exceso de la morfología del terreno que puedan incrementar el efecto erosivo de las lluvias sobre el suelo alterado.
- Se realizará un tratamiento de hidrosiembra en todo el talud exterior de la balsa de regulación para conseguir una rápida colonización y desarrollo de la vegetación. El objeto de la medida es crear un tapiz herbáceo que afiance el suelo en sus inicios que prevenga la exposición del terreno desnudo de la acción erosiva de las lluvias y el viento. El diseño y las especificaciones técnica, de la presente medida, se encuentran desarrollados en el apartado **8.8 MEDIDAS PARA EL CONTROL DEL EFECTO SOBRE EL PAISAJE** del presente documento.

Movimiento y reposición de la tierra vegetal

Se considera como tierra vegetal todo el material superficial de 10-20 cm que es removido en las actuaciones previas a las excavaciones y que reúne las condiciones fisicoquímicas necesarias

para el arraigamiento de una cobertura vegetal, ya sea con intervención externa o por colonización natural. Durante la ejecución de la obra se cumplirá con las siguientes medidas preventivas:

- Para la retirada de la tierra vegetal se deberá realizar un decapado del terreno de 15-30 cm según la profundidad que presente el estrato.
- La tierra vegetal retirada se acopiará temporalmente en un cordón separado del resto de materiales excavados. Este material será apilado en caballones de 1,5-2,0 m de altura para evitar su compactación y facilitar el establecimiento natural de la vegetación una vez repuesto. Los caballones tendrán sección trapezoidal con pequeños ahondamientos en la parte superior para evitar que se produzca el lavado del suelo por la lluvia y la deformación de los taludes por la erosión.
- Todo el volumen de tierra vegetal retirado en las actuaciones del proyecto, será reutilizado dentro de las propias obras del proyecto. El material excedentario de una obra podrá ser utilizado en las acciones de restauración del suelo en otra obra/actuación del proyecto.
- Respecto a la restitución de la tierra vegetal durante la construcción e instalación de las tuberías, una vez repuesto el material excavado, se procederá a restaurar la capa de tierra vegetal mediante extendido y posterior explanado.
- En el caso de la balsa de regulación, el volumen de tierra vegetal será repuesto sobre el talud exterior del dique de cierre. Mediante esta medida se pretende dotar de un material adecuado para el desarrollo de vegetación natural en los taludes de la balsa.

Movimientos de tierras y reposición de excavaciones

La ejecución de la infraestructura para la modernización del riego contempla llevar a cabo excavaciones y movimientos de tierras de diferente tipología y grado de afección al factor suelo.

A continuación, se exponen las **medidas preventivas** consideradas para reducir la incidencia sobre el factor suelo.

- En caso de que parte del material de la excavación no cumpla con las características mínimas contempladas en el estudio geotécnico y no pueda ser reutilizado en otras actuaciones del proyecto, se considerará como material excedentario y será un gestor autorizado contratado a tal fin el responsable del tratamiento del material.
- En las redes de tuberías, se excavarán zanjas con una profundidad variable marcada por la rasante de diseño de la red con unas dimensiones dadas según el diámetro de la tubería. El material extraído se acopiará en un cordón continuo paralelo al trazado de las zanjas con el objetivo de reincorporarlo una vez se haya instalado la tubería.
- En las balsas de regulación se ha realizado un cubicaje tal que sean compensados los volúmenes de desmonte y de terraplén, priorizando el uso de suelo en la propia ubicación de la balsa para que no sea necesario tomar préstamos de material de otras ubicaciones.
- Para el resto de construcciones se aprovecharán los materiales para reducir al máximo el volumen de excedentes.

- Las excavaciones se rellenarán por completo garantizándose su compactación para evitar hundimientos ante posibles encharcamientos por riego o lluvias.

Prevención de las afecciones por compactación del suelo

- En la medida de lo posible, las ocupaciones temporales se ubicarán sobre las superficies sobre las que se vayan a ejecutar las construcciones.
- Se planificarán los viales de acceso a las obras de forma que el tránsito de maquinaria pesada no afecte innecesariamente a terreno adicional. En la medida de los posible, se evitará circular con la maquinaria o los vehículos de obra por los terrenos adyacentes a los viales habilitados o a las obras. En caso contrario, se procederá a su descompactación tras la finalización de las obras.
- Será de obligado cumplimiento respetar la tara máxima de los camiones y volquetes con el fin de no deteriorar los viales y generar una compactación excesiva del terreno.

La **medida correctora** considerada para reducir los impactos producidos sobre los terrenos durante la fase de ejecución, es el siguiente.

Corrección de las afecciones por compactación del suelo

- En la medida de lo posible, las ocupaciones temporales se ubicarán sobre las superficies sobre las que se vayan a ejecutar las construcciones. En caso contrario, se llevarán a cabo acciones de subsolado o arado en los terrenos que hayan acogido instalaciones auxiliares tales como: parques de maquinaria, casetas de obra, acopios de materiales y de RCDs que presenten signos claros de compactación del suelo, de tal forma que se reestablezcan las condiciones iniciales de suelo afectado.

8.6 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE LA FLORA, LA VEGETACIÓN Y LOS HÁBTATS DE INTERÉS COMUNITARIO

Las principales afecciones sobre la vegetación en el área de actuación se producirán durante la fase de ejecución de las obras, al producirse la eliminación de ejemplares en las excavaciones de la balsa de riego y del trazado de la nueva red de riego, así como en la construcción de los taludes de la balsa. Para minimizar y corregir los efectos causados por estas actuaciones, se consideran las siguientes medidas:

8.6.1 Fase de ejecución

Medidas preventivas previas al inicio de las obras

- En el estudio del medio realizado se ha detectado una especie considerada como vulnerable en una parcela situada al sur de la actuación, el *Limonium ruizzi*. De forma previa al inicio de las obras y aunque no se va a realizar ninguna excavación en dicha parcela, se hará una prospección de la misma y se balizarán adecuadamente los individuos que se localicen para evitar cualquier afección de forma accidental. Se retirarán las balizas una vez finalizadas las obras.

Medidas preventivas ante incendios

- Se adoptarán las medidas necesarias de prevención de incendios, y las básicas para una contención primaria de focos

Medidas correctoras ante la emisión de partículas

- Se realizarán riegos periódicos de la vegetación en el área de las actuaciones para limpiar el polvo que se deposite sobre ella generado por el movimiento de tierras y maquinaria.

Medidas correctoras de revegetación

- Al escoger las plantas para las plantaciones, se priorizarán los viveros locales, y se escogerán plantas sanas, bien formadas, endurecidas pero no envejecidas, y equilibradas en la parte aérea y la subterránea.

  Para los árboles se recomiendan plantas con 12 a 14 cm de perímetro de tronco medido a 1m de altura, en cepellón cohesionado, de 35 a 45cm de diámetro y 25 a 30 cm de profundidad para árboles caducifolios; o de 25-30 cm de diámetro y 30-50cm de profundidad para árboles perennes. Se recomienda una altura entre los 2,5 y 3,5m de altura, con troncos o estirpes rectos, carentes de heridas o cicatrices, con forma flechada o con cruz generada a una altura mínima de 2,5m. En caso de escogerse individuos en formato más pequeño, se aplicará lo establecido para los arbustos en bandeja forestal o contenedor.

  En el caso de los arbustos, se empleará planta a raíz desnuda o con cepellón, de una savia, en bandeja forestal de alveolos preferentemente de 0,2-0,3L, para plantas de dos savias de 0,3-0,4L. Si se tratan de arbustos pequeños o matas, se recomienda que tengan una altura de 10-15 cm en contenedor de 11-13cm de diámetro y 0,5-1L de capacidad. Para arbustos de mayor tamaño, se recomienda una altura de planta de 20 a 40cm, en contenedor de 15-16cm de diámetro y 1,5 a 2L de capacidad.

  En caso de usarse arbustos a raíz desnuda, se recomienda para ejemplares superiores a 40cm de altura, en especies caducifolias de pequeño porte.

- Se recomienda que las mezclas de semillas a utilizar contengan entre 10 y 20 especies autóctonas a la zona a revegetar, con mezcla de especies de ciclo corto y de ciclo largo, sin que estas superen el 10% de las semillas en la mezcla. Se recomienda la predominancia de gramíneas (hasta un 60%) y leguminosas hasta un 40%).

- Las plantaciones se realizarán durante el periodo de reposo vegetativo de las especies a plantar, preferiblemente dentro del periodo de otoño e invierno, pero evitando las épocas de heladas. Se realizará un riego en el momento de las plantaciones, y posteriores a juicio del técnico ambiental.

- Con el objetivo de acelerar la repoblación del talud de la balsa, así como de reducir el impacto de la erosión en su superficie y facilitar su integración en el paisaje, se realizará una hidrosiembra, empleando una mezcla de semillas de especies herbáceas autóctonas

obtenida de viveros de la zona para que la integración con el medio sea la más natural posible. La mezcla tiene que contener entre 25 y 30 gramos de semillas por metro cuadrado de acuerdo con las Directrices Científico-Técnicas de ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación del CSIC. Esta cubrirá la superficie del talud, 5.853 m^2.

- Se cubrirá con la tierra vegetal extraída en las obras la superficie de los taludes de la balsa y del trazado de las tuberías de la red de drenaje, con el objetivo de que se reestablezca la vegetación herbácea autóctona a partir del banco de semillas.

- Se realizará una plantación lineal de ocultación en las casetas de bombeo, filtrado y de los nudos aéreos. Se utilizarán las especies *Pinus halepensis, Thymus vulgaris y Retama sphaerocarpa* al pertenecer a la serie de vegetación potencial del área de estudio "Serie mesomediterránea murciano-bético-aragonesa de la coscoja (*Rhamno lyciodis-Querceto cocciferae sigmetun)*". La plantación se realizará a 2 metros de las casetas, dejando un espaciado de 5 metros entre plantones de *Pinus halepensis,* y entre ellos dos plantones de *Thymus vulgaris y Retama sphaerocarpa* a al menos 1'5 metros de distancia entre sí y de los ejemplares de *Pinus halepensis*. La alternancia de *Thymus vulgaris y Retama sphaerocarpa* se realizará a consideración del técnico ambiental de la obra, buscando una distribución heterogénea lo más natural posible. Para cada caseta, la distribución de ejemplares será:

    - Caseta de bombeo: 65 metros de perímetro, 13 ejemplares de *Pinus halepensis*, 13 de *Thymus vulgaris y* 13 de *Retama sphaerocarpa*

    - Caseta de filtrado: 110 metros de perímetro, 22 ejemplares de *Pinus halepensis*, 22 de *Thymus vulgaris y* 22 de *Retama sphaerocarpa*

    - Nudos aéreos (2 casetas): 110 metros de perímetro (55 m cada una), 22 ejemplares de *Pinus halepensis*, 22 de *Thymus vulgaris y* 22 de *Retama sphaerocarpa* (11 ejemplares de *Pinus halepensis*, 11 de *Thymus vulgaris y* 11 de *Retama sphaerocarpa* en cada caseta).

- Se realizará una plantación en las superficies de dos parcelas expropiadas, con un total de 4 hectáreas de superficie. Se realizará una plantación en bosquetes empleando las especies *Quercus coccifera*, *Juniperus phoenicea* y *Pinus halepensis*, a su vez acompañando a estas ejemplares de *Salvia rosmarinus*, *Thymus vulgaris* y *Sideritis cavanillesii*, al pertenecer a la misma serie de vegetación potencial, con el objetivo de proporcionar una mayor heterogeneidad al paisaje y favorecer la biodiversidad. Se utilizarán un total de 350 árboles (200 de *Quercus coccifera*, 100 de *Juniperus phoenicea* y 50 de *Pinus halepensis)* y 300 ejemplares de arbustos (100 de *Salvia rosmarinus*, 100 de *Thymus vulgaris* y 100 de *Sideritis cavanillesii*), y se crearán 50 bosquetes de 3 árboles y 3 arbustos, y otros 50 de 4 árboles y 3 arbustos, a plantar 25 en cada hectárea. La distribución de especies y de los bosquetes quedará a juicio del técnico ambiental de la obra, procurando mantener una heterogeneidad en la distribución y en las especies elegidas entre bosquetes con el objetivo de alcanzar la máxima naturalidad posible.

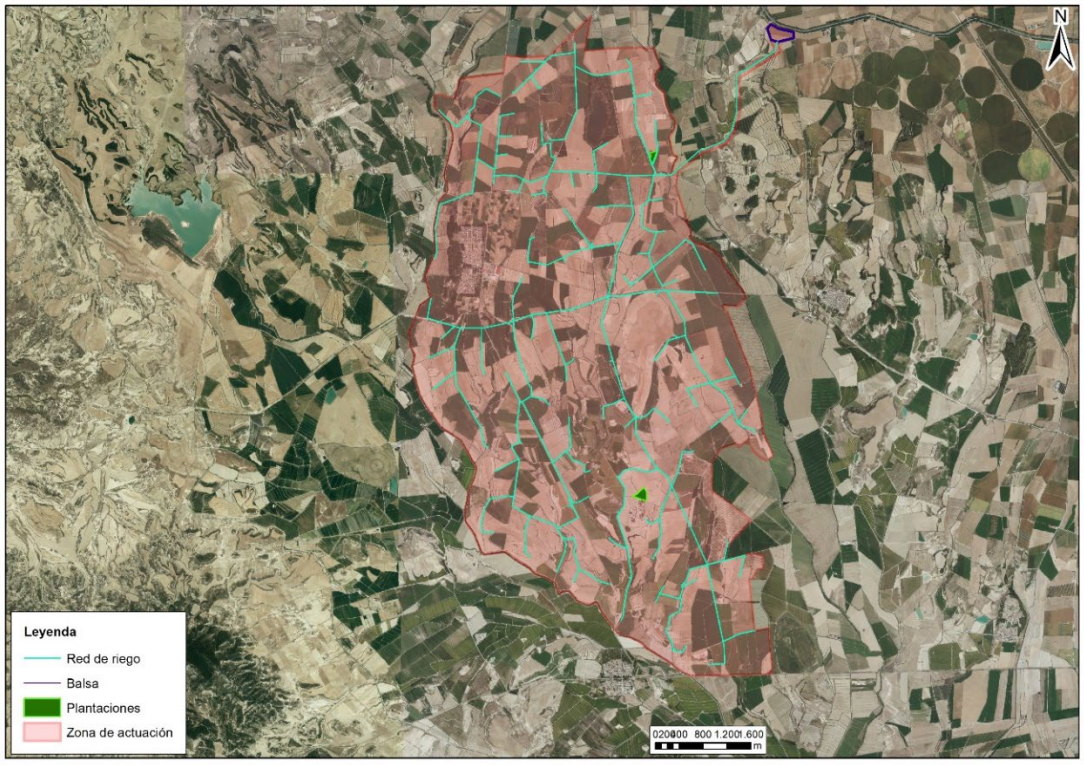


Figura 2. **Ubicación de las parcelas sobre las que se realizará la plantación en el área de actuación.**

- Se realizará una plantación perimetral con arbustos en el vallado exterior de la balsa (1250 metros). Se emplearán las especies *Salvia rosmarinus, Sideritis cavanillesii, Rhamnus lycicoides y Juniperus phoenicea*. Las especies se plantarán dejando entre 1'5 y 2,5 metros entre ejemplares, plantándose 5 ejemplares por cada tramo de 10 metros ni más de un ejemplar de *Rhamnus lycicoides* o de *Juniperus phoenicea* cada 5 metros, empleándose en total 625 ejemplares (250 de *Sideritis cavanillesii,* 125 de *Salvia rosmarinus*, 125 de *Rhamnus lycicoides* y 125 de *Juniperus phoenicea)*. La distribución de cada especie será a juicio del técnico ambiental de la obra, intentando mantener la máxima heterogeneidad posible para alcanzar un alto grado de naturalidad.

- Se mezclará la tierra vegetal con una mezcla de semillas de herbáceas autóctonas procedente de un vivero local en una proporción de 25 gramos de semillas por metro cuadrado de tierra vegetal, de acuerdo con las Directrices Científico-Técnicas de ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación del CSIC, realizándose una siembra lineal adyacente a algunas acequias, con el objetivo de fomentar la presencia de polinizadores y otros invertebrados. Ocuparán un total de 2560 m^2.

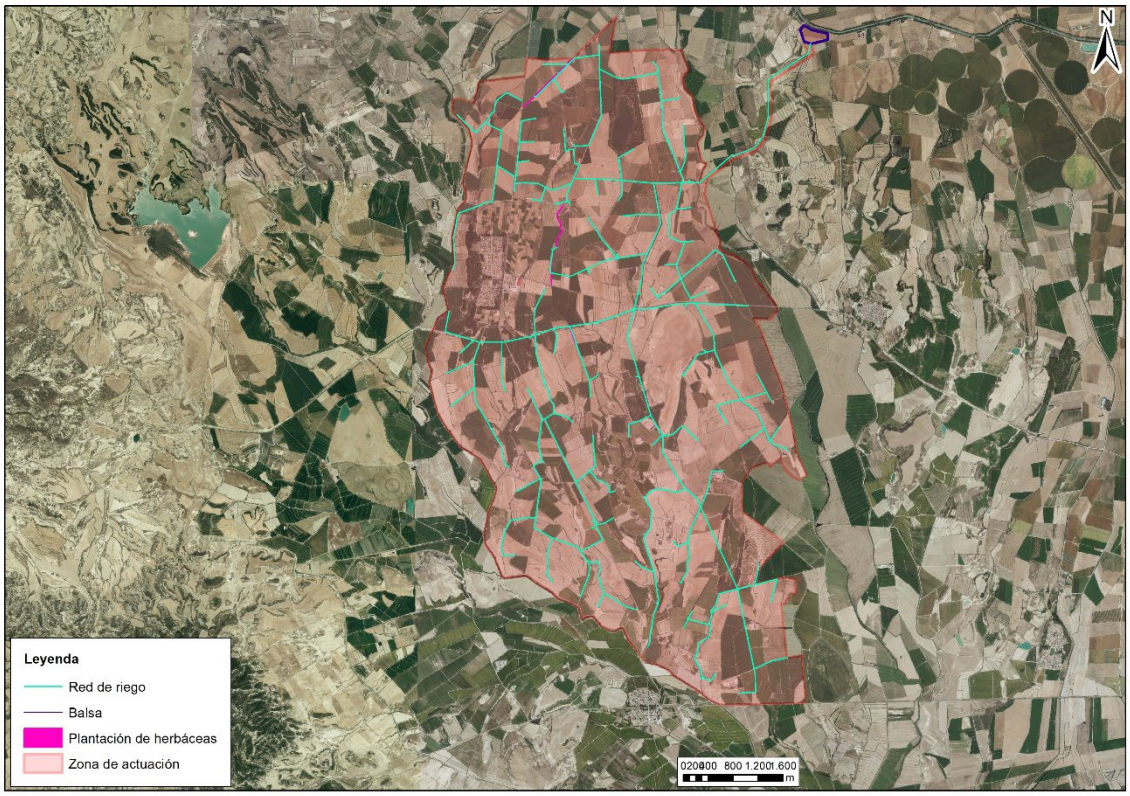


Figura 3. **Ubicación de las plantaciones de herbáceas en el área de actuación.**

8.7 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE EFECTOS SOBRE LA FAUNA

8.7.1 Fase de ejecución

Medidas preventivas al inicio de las obras

- Se evitará ejecutar la obra en los periodos de nidificación de las especies presentes en la zona o cercanas a la misma, que comprenden entre febrero y julio. Además, se llevará a cabo una prospección de la zona de forma previa al inicio de las obras con tal de cerciorarse que no existe peligro alguno para ninguna de las especies del entorno, en especial aquellas que se encuentran en peligro de extinción como el avetoro o el milano real, o aquellas consideradas vulnerables, como en cernícalo primilla.

- Antes de comenzar las obras, se realizará una inspección de las áreas afectadas, con el fin de detectar refugios de las especies sensibles y la posible presencia de nidos, madrigueras y puestas. Si se localizan, se notificará al órgano competente de la Comunidad Autónoma de Aragón y se jalonarán para evitar el paso de vehículos y la ejecución de obras en la zona.

- No se realizarán trabajos nocturnos, con el fin de evitar ruidos que molesten a la fauna.

- Si las obras se dan durante un periodo de invernada, se reducirán las actividades al mínimo para evitar causar molestias a la fauna.

Medidas correctoras

- Instalación de un total de 46 cajas nido dentro del área de actuación para favorecer la reproducción del cernícalo primilla al encontrarse el área de actuación en el Plan de Conservación del Hábitat del Cernícalo Primilla en Aragón (Decreto 233/2010, de 14 de diciembre, del Gobierno de Aragón), además de para favorecer a otros grupos cubiertos bajo las medidas para la fauna de las Directivas 3 y 4: 15 cajas para cernícalo primilla, 5 para lechuzas, 16 para murciélagos, 10 cajas para insectos. Serán cajas colgadas en árbol, a una altura de al menos 3 metros (Figura 83).

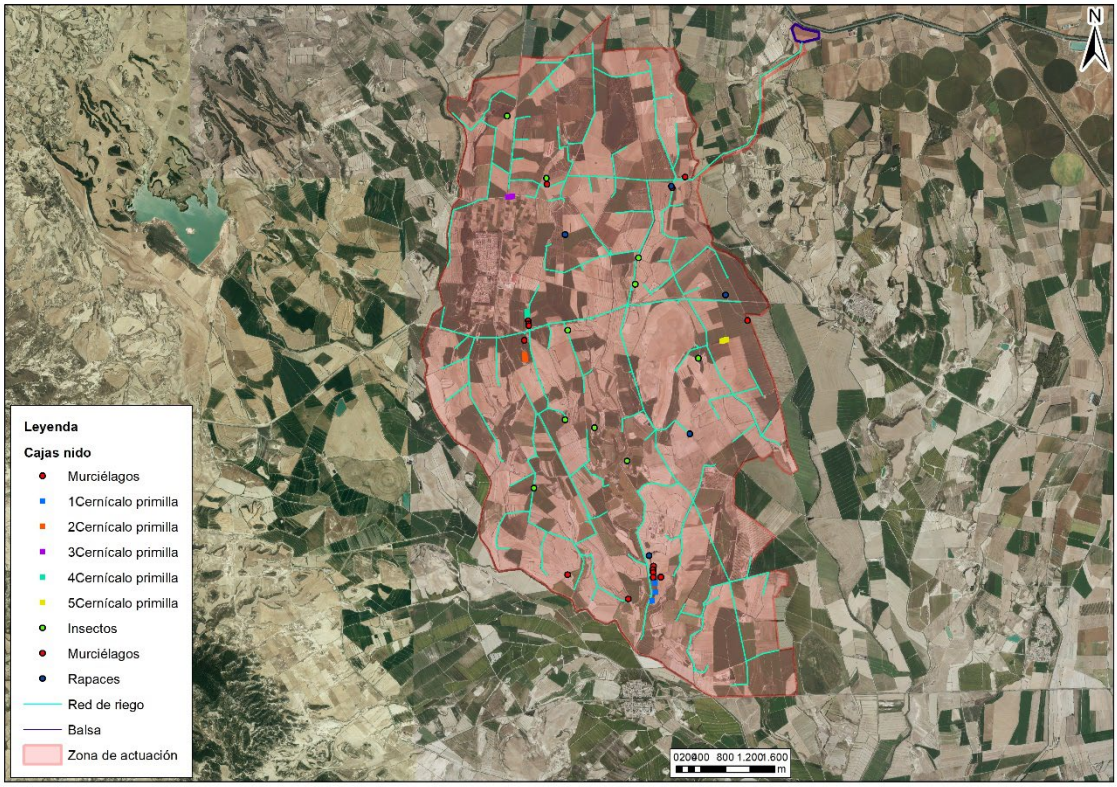


Figura 4. **Ubicación de las cajas nido en el área de actuación.**

Figura 5. **Ejemplo cajas nido**

Figura 6. **Ejemplos cajas de insectos**

- Instalación de ocho mallas de salvamento para personas y animales en balsa de riego, para facilitar la salida a la fauna que pueda caerse en ella. Tendrán 18 metros de largo cada una y se dispondrán de forma equidistante.

Figura 7. **Ejemplo de islas flotantes**

- Instalación de tres islas flotantes para la fauna en la balsa, para favorecer la nidificación de aves acuáticas.

Figura 8. **Ejemplo de islas flotantes**

8.8 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE EL PAISAJE

Para reducir lo máximo posible el impacto de las obras sobre el paisaje, se adoptan las siguientes medidas, con el objeto de conseguir la integración visual de las nuevas estructuras y evitar el deterioro del paisaje por las obras.

8.8.1 Fase de ejecución

Medidas preventivas previas a la ejecución de las obras

- Previo a la realización de las obras se deberán delimitar y señalizar adecuadamente todos los caminos y accesos tanto para el uso del personal como para limitar el movimiento de la maquinaria y su posible afección.

- Durante el desarrollo de las obras se cuidará del entorno, con una adecuada y ordenada situación de los acopios, parque de vehículos y limpieza diaria de las zonas ocupadas y de trabajo.

Medidas correctoras del paisaje

- Tal como se recoge en el punto 8.6 "Medidas para el control de los efectos sobre la flora, la vegetación, y los hábitats de interés comunitario", se va a realizar una hidrosiembra sobre el talud de la balsa, con el objetivo de evitar su erosión y acelerar su colonización por la flora, integrándose así en el paisaje.

- Igualmente, en el punto 8.6 "Medidas para el control de los efectos sobre la flora, la vegetación, y los hábitats de interés comunitario", se toma la medida de realizar plantaciones perimetrales en torno a las casetas de bombeo, filtrado y los nudos aéreos, y alrededor del vallado perimetral de la balsa. De esta forma los elementos quedan cubiertos por otros elementos integrados en el paisaje.

- Se recubrirán con la tierra vegetal extraída los tramos de las nuevas canalizaciones de riego una vez hayan sido enterradas, lo cual acelerará el crecimiento de especies autóctonas sobre ellas y eliminará el impacto visual del movimiento de tierras.

- Finalizadas las obras, se retirarán los materiales sobrantes e instalaciones auxiliares y se desmantelarán los accesos temporales.

- Se restaurarán las zonas que hayan sufrido alguna afección por algún motivo una vez acabados los trabajos. Las zonas de trabajo y la de instalaciones auxiliares serán restauradas, procediendo a la descompactación del terreno y la posterior restauración de sus características.

8.9 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE ESPACIOS DE LA RED NATURA 2000

8.9.1 Fase de ejecución

Las **medidas preventivas** consideradas durante la fase de explotación son:

- Se balizará la vegetación de la ZEPA sobre la que no se prevea actuar, como los ejemplares de *Pinus halepensis* adyacentes al tramo, con el fin de evitar daños accidentales a la flora.

- Todas las medidas adoptadas para controlar los efectos sobre la flora, la fauna y el paisaje serán igual de efectivas sobre los ejemplares de la ZEPA, minimizándose los efectos sobre las posibles especies vulnerables presentes.

8.10 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE OTROS ESPACIOS PROTEGIDOS

El único espacio protegido en la zona de actuación es el "Lagunazo del Moncayuelo", que se encuentra integrado en la ZEPA ES0000289 "Lagunas y carrizales de Cinco Villas". Las medidas aplicadas para controlar los efectos sobre la ZEPA servirán de igual manera para controlar los efectos sobre el "Lagunazo del Moncayuelo".

8.11 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

8.11.1 Fase de ejecución

Medidas preventivas

Tal como se recoge en el apartado de valoración de impactos, la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, emite una resolución (Exp.:328/2022 Exp. Prev.: 001/22.269), en el cual, se determinan una serie de medidas preventivas que se mencionan a continuación.

- Cualquier modificación en el proyecto deberá ser inmediatamente comunicada a esta Dirección General con el objetivo de valorar nuevas posibles afecciones sobre el patrimonio cultural.
- En cuanto al tránsito de maquinaria y vehículos de obra, zonas de aparcamiento y de acopio de materiales, deberán ceñirse a las zonas prospectadas.

- **A pesar de que el proyecto no incide directamente en el castillo de la Corona**, ya que se encuentra a más de 1000 metros del proyecto, se recuerda que se trata de un BIC, y que cualquier actuación que incida en un entorno inferior a un perímetro de protección de 200 m. deberá pasar por Comisión Provincial de Patrimonio Cultural. Asimismo, se evitará el paso de maquinaria rodada, zonas de acopios u obras subsidiarias en dicho entorno durante el desarrollo del presente proyecto.
- **Control y seguimiento arqueológico** de los movimientos de tierras asociados a esta obra, debido a la gran presencia de yacimientos arqueológicos en el entorno del área de implantación del proyecto. A pesar de que no se han localizado yacimientos arqueológicos en superficie, existe la posibilidad, debido a la abundancia de los mismo en el área objeto de esta prospección, de que haya evidencias bajo el subsuelo, por lo que deberán controlarse los movimientos de tierras desde los desbroces iniciales hasta los niveles de obra.
- Dichos controles y seguimientos exigen la presencia obligada y permanente de un arqueólogo mientras duren los movimientos de tierras, desde los momentos iniciales de desbroce hasta los niveles de obra o niveles geológicos.
- Asimismo, se prescribe la necesidad de balizar todos aquellos elementos patrimoniales que se encuentren a menos de 100 metros de las obras, con el objeto de evitar su afección directa.

Medidas correctoras

- Se recuerda que si en el transcurso de los trabajos de control y seguimiento arqueológico o durante las obras en general se produjera el hallazgo de restos arqueológicos de interés deberá comunicarse de forma inmediata a la Dirección General de Patrimonio Cultural (Ley 3/1999, de 10 de marzo, del Patrimonio Cultural Aragonés), que arbitrará las medidas oportunas al respecto.
- Se restituirá las condiciones iniciales de los tramos de vías pecuarias afectados por el desarrollo de las obras en base a las indicaciones aportadas por el INAGA.

8.12 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE LOS FACTORES SOCIOECONÓMICOS

8.12.1 Fase de ejecución

Medidas preventivas

- Se deberán proteger las infraestructuras existentes. Los cruces con las infraestructuras de transporte deberán realizarse de forma que se asegure el correcto funcionamiento de las mismas durante la ejecución de las obras.
- En cuanto a las afecciones directas a redes de servicios básicos (agua potable y suministro de electricidad), en caso de producirse alguna rotura o afección no prevista se realizará su reposición inmediata y el restablecimiento del servicio.

Medidas correctoras

- En el caso de viales agrícolas y rurales afectados, se prevé su reposición garantizando en cualquier caso un itinerario alternativo. Se deberá mantener los usos del suelo y servicios afectados, en concreto lo referente al aprovechamiento agrícola. Es decir, cuando se corte un camino o acceso, de forma temporal, se mantendrá una reposición temporal que permita el acceso a las parcelas.
- Las acequias que se afecten serán repuestas todas a su estado original y si a causa del desarrollo de las obras, alguna queda fuera de uso se habilitarán canalizaciones alternativas provisionales si fuese necesario para garantizar la operatividad del sistema de riego actual durante la fase de ejecución. En tal caso, se deberán reestablecer las condiciones iniciales de los terrenos empleados para las canalizaciones provisionales.

8.13 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE RESIDUOS

8.13.1 Fase de ejecución

Medidas preventivas para reducir y gestionar correctamente los residuos generados

- Plan de Gestión de Residuos, acorde a el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, el productor de dichos residuos está obligado a incluir en el proyecto de ejecución de la obra un "Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición". Posteriormente el contratista adjudicatario debe presentar un Plan de Gestión de Residuos que concrete el Estudio de Proyecto estableciendo los gestores escogidos para la gestión de los mismos, no sólo con objeto de realizar el tratamiento correcto para los mismos, urbanos, inertes o peligrosos, sino también para lograr paralelamente una minimización efectiva de la cantidad total producida.

- Se dará prioridad a la utilización de materiales que provengan de procesos de reciclado y/o reutilización y que se suministren en la zona de obras con la menor cantidad posible de material de embalaje a fin de minimizar la producción de residuos

- Se realizará un seguimiento del mercado de productos y materias primas utilizadas en la obra, así como un control y mantenimiento de los productos almacenados, con el objetivo de proveerse de aquellos que estén diseñados bajo la premisa de una menor generación de residuos

- En la medida en que se produzca el residuo procurar una solución de reutilización o reciclado. Normalmente, esto es posible en el caso de los residuos asimilables a urbanos (chatarra, papel, cartón, plásticos, etc.) y en los inertes (escombros de demolición, tierras sobrantes, restos de construcción, etc.), que suponen la mayor parte del volumen total generado en estas obras. Se busca con este proceder, por un lado, una menor generación de elementos que deban ser eliminados y, por otro, no tener que hacer el aprovisionamiento en puntos de abastecimiento exteriores a la zona de actuación, con el consiguiente coste de tiempo, materias primas y combustible.

- Se establece la obligatoriedad de realizar una correcta segregación y clasificación de todos los residuos que se generen. Esta separación evita mezclas que siempre dificultan la posterior gestión, especialmente en el caso de los residuos peligrosos.

- Los residuos generados en la obra, a excepción de los inertes, deberán ser recogidos con periodicidad diaria de los puntos de generación y trasladados a las zonas de almacenamiento acondicionadas específicamente para ello. Se deberá atender a los criterios de seguridad e higiene, procurando evitar mezclas, vertidos, diluciones, extravíos y otro tipo de incidentes.

- Los **residuos inertes** generados durante la fase de obras y no puedan ser reutilizados en los rellenos de la propia obra, serán gestionados por una empresa autorizada (con acreditación oficial de gestor de residuos por el Gobierno de Aragón) y se destinarán a vertedero, revalorización y otro destino dentro de la normativa vigente. El contratista deberá acreditar la adecuada gestión de residuos mediante la documentación que le proporcione el gestor autorizado.

- Los **residuos asimilables a urbanos** generados por los operarios se gestionarán en los puntos de vertido habituales del entorno (zonas de contenedores, ecoparques, etc.).

- Los **residuos peligrosos** serán manipulados atendiendo a sus Fichas de Seguridad mientras permanezcan en las instalaciones de la obra y deberán ser almacenados en condiciones adecuadas de seguridad e higiene: suelos impermeables, techado para

prevención de afecciones derivadas de radiaciones solares, lluvia, etc., atendiendo a posibles incompatibilidades entre los mismos (por ejemplo, inflamables y corrosivos) y debidamente vallados para establecer el acceso restringido. Los residuos peligrosos serán señalizados y conocidos por todos los trabajadores. De los puntos en obra destinados a su gestión (duración máxima de permanencia un día), serán trasladados a la zona de almacenamiento donde no podrán almacenarlos por un tiempo superior a 6 meses. Los **residuos peligrosos** solo podrán ser gestionados por un gestor autorizado por el Gobierno de Aragón.

- Se deberán tener en cuenta las siguientes actuaciones con el fin de minimizar los residuos peligrosos:
    - Priorizar el uso de productos menos peligrosos o inocuos, como aerosoles con plomo y CFS (cloro-fluorocarburos) por otros que no contengan; detergentes con sulfatos y nitratos por otros biodegradables; sustituir disolventes halogenados por no halogenados; priorizar el uso de pinturas con basa de agua frente a con disolvente, etc.
    - Prolongar la vida media de los aceites hidráulicos de la maquinaria mediante analíticas periódicas.
    - Previsión de productos con componentes asociados a residuos peligrosos en envases de mayor tamaño.
    - Priorizar el uso productos en envases reutilizables, que sean retirados por el agente comercial para su reutilización.
    - Comprar exclusivamente el contenido de un producto, no del envase, siendo luego almacenado en obra en grandes depósitos específicos rellenables.
    - Procurar al residuo peligroso una gestión de valorización material (tras su adecuado tratamiento) o de inertización, dejando en último lugar la eliminación de depósito de seguridad.
    - Se informará inmediatamente en caso de desaparición, pérdida o escape accidental de residuos peligrosos.

Medidas preventivas para el fomento de la economía circular

- Ante la premisa de fomentar una economía circular y reducir el impacto generado por los RCD, durante la ejecución del proyecto, se retirará la primera capa de tierra vegetal para ser repuesta al finalizar la instalación de la tubería. Con ello se favorecerá la colonización de la vegetación sobre la superficie afectada por las excavaciones.
- Del mismo modo, se deberá acopiar la primera capa de tierra vegetal de la balsa de regulación para su posterior uso en el recubrimiento de los taludes de la misma. De esta forma se pretende obtener mayores tasas de éxito en la hidrosiembra y una consecuente reducción del riesgo de erosión en los taludes de la balsa.
- Sobre el volumen total de gravas extraídas en la excavación de la cubeta de la balsa de regulación, el 30% se empleará por parte del Ayuntamiento de Ejea de los Caballeros para reponer y mantener los caminos rurales en mal estado de la zona, por lo que se plantea su reutilización dentro del ámbito de actuación. El 50% del volumen total de

gravas se empleará para preparar una cama sobre la que instalar las conducciones a lo largo de todo el trazado. Por lo que solo se contempla que el 20% sea gestionado como residuo inerte generado durante la ejecución de las obras.

8.14 MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Tal como se ha determinado en el apartado de valoración de los efectos sobre el cambio climático (6.4.11), el impacto del proyecto es positivo, por lo que no se precisa el establecimiento de medidas al respecto.

9 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

9.1 OBJETIVOS DEL PLAN DE VIGUILANCIA AMBIENTAL

El Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) tiene por objeto verificar los impactos producidos por las acciones derivadas de las actuaciones del proyecto, así como la comprobación de la eficacia de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias establecidas en el capítulo previo y que deberán ser aceptadas con carácter obligatorio por la empresa contratada para la realización de la obra.

La vigilancia ambiental deberá atender a los siguientes objetivos:

- Controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras establecidas en el presente documento.
- Analizar el grado de ajuste entre el impacto previsto y el real producido durante la ejecución de las obras y tras la puesta en funcionamiento.
- Detectar la aparición de impactos no deseables de difícil predicción en la evaluación anterior a la ejecución de las obras; una de las funciones fundamentales del PVA es identificar las eventualidades surgidas durante el desarrollo de la actuación para poner en práctica las medidas correctoras oportunas.
- Ofrecer los métodos operativos de control más adecuados al carácter del proyecto con objeto de garantizar un correcto programa de vigilancia ambiental.
- Describir el tipo de informes que han de realizarse, así como la frecuencia y la periodicidad de su emisión.

En todo caso, el PVA ha de constituir un sistema abierto de ajuste y adecuación en respuesta a las variaciones que pudieran plantearse respecto a la situación prevista.

Además de los análisis y estudios que se han señalado, se realizarán otros particularizados cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen deterioro ambiental o situaciones de riesgo, tanto durante la fase de obras, como en la de explotación.

El plan ha de tener un carácter dinámico que debe ir parejo a la ejecución de las obras para garantizar la optimización de esta herramienta de verificación y prevención.

9.1.1 Requerimientos del Plan de Vigilancia Ambiental en el ámbito del PRTR

Se deberá tener en cuenta asimismo lo establecido en el Anexo III del Convenio entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, SA, en relación con las obras de modernización de regadíos del «Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos» incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía Española. Fase I:

> *El control de la eficacia de las medidas estará recogido en el Programa de Vigilancia Ambiental que se ha de adoptar para cada proyecto, incluyendo indicadores, que serán de tipo cuantitativo siempre que sea posible y se ajustarán a lo establecido a este respecto en el presente Convenio.*

El Programa de Vigilancia Ambiental comprenderá tanto la fase de ejecución, como la fase de seguimiento ambiental posterior a la ejecución de las obras, durante los 5 primeros años tras la entrega de las mismas. Entre otras actuaciones, recogerá el plan de seguimiento y mantenimiento de los dispositivos instalados según los casos (sensores y telecontrol), así como la reposición de marras en el caso de las estructuras vegetales de conservación y su mantenimiento con riego durante los tres primeros años. También incluirá el mantenimiento de otras estructuras de conservación y de retención de nutrientes que se hayan instalado, garantizando su funcionamiento y persistencia.

9.2 CONTENIDO BÁSICO Y ETAPAS DEL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL

La supervisión de todas las inspecciones la llevará a cabo un técnico medioambiental que se contrate directamente o a través de una empresa especializada, durante la ejecución de las obras. La dedicación del mismo a la actividad si bien no ha de ser completa durante todo el periodo que ésta dure, debe ser suficiente para garantizar un seguimiento de detalle y pleno desarrollo de las actuaciones, así como la realización de las siguientes funciones:

- Realizar los informes del PVA
- Coordinar el seguimiento de las mediciones
- Controlar que la aplicación de las medidas preventivas y correctoras adoptadas se ejecute correctamente
- Elaborar propuestas complementarias de medidas correctoras
- Vigilar el desarrollo de la actuación al objeto de detectar impactos no valorados a priori

En el desarrollo del Plan de Vigilancia Ambiental, el proyecto presenta tres fases claramente diferenciadas, caracterizadas con parámetros distintos: fase previa a la construcción, fase de construcción y fase de explotación.

Fase previa a la construcción

Constituye la etapa previa a la ejecución del proyecto y se llevará a cabo antes del inicio de las obras. El objetivo de esta fase es el de realizar un reconocimiento sobre el terreno de la zona que se verá afectada por las obras, recabándose toda aquella información que se considere oportuna y entre la que se incluirán las siguientes actividades:

- Se procederá al saneamiento y a las acciones necesarias para la gestión de residuos en las instalaciones de servicios propios de obra.

Fase de construcción

Esta etapa se prolongará por el espacio de tiempo que duren las obras. Durante este período se realizarán inspecciones sobre el terreno en función de la evolución de los trabajos que se vayan realizando.

El intervalo transcurrido entre dos visitas sucesivas no superará los treinta días. El objetivo propio de esta fase se centra en realizar un seguimiento directo de las obras, verificando el cumplimiento de las medidas preventivas y correctoras especificadas.

Fase de explotación

Esta fase dará comienzo justo después de concluir las obras, realizándose un seguimiento del retorno de las condiciones ambientales posterior a la finalización de las obras, incluyendo la correspondiente redacción de informes. Si durante el periodo de tiempo establecido para el seguimiento al término de las obras se percibiera algún impacto significativo no previsto, se propondrán de inmediato las posibles medidas correctoras a aplicar con el fin de minimizar o eliminar los efectos no deseados.

Además, por estar el proyecto incluido en el PRTR, se deberá llevar a cabo el seguimiento ambiental posterior a la ejecución de las obras, durante los 5 primeros años tras la entrega de las mismas, tal como se ha especificado anteriormente.

9.3 SEGUIMIENTO Y CONTROL

El contratista de la obra deberá responsabilizarse del cumplimiento estricto de la totalidad de los condicionados ambientales establecidos para la obra, que se encuentren incluidos en el proyecto y en el condicionado de la Resolución Ambiental. Por lo tanto, debe conocer estos condicionados y ponerlos en ejecución.

El promotor y, en su caso, el contratista principal, deben definir quién será el personal asignado a las labores de seguimiento y vigilancia ambiental en obras. En el caso de la vigilancia del contratista principal, se designará un Jefe de Medio Ambiente o el Jefe de Obra, en caso de que no exista la figura anterior.

El equipo encargado de llevar a cabo el PVA estará compuesto por:

- El responsable del programa: debe ser un experto en alguna de las disciplinas especializadas y con experiencia probada en este tipo de trabajos. El experto será el responsable técnico del PVA en las tres fases identificadas (planificación, construcción y funcionamiento) y el interlocutor válido con la Dirección de las Obras en la fase de construcción.
- Equipo de técnicos especialistas (equipo técnico ambiental). Conjunto de profesionales experimentados en distintas ramas del medio ambiente, cultura y socio-economía, que conformarán un equipo multidisciplinar para abordar el PVA. Las principales funciones de este personal son las siguientes:
    - Seguimiento y vigilancia ambiental durante la ejecución de las obras.
    - Control y seguimiento de las relaciones con proveedores y subcontratistas.
    - Ejecución del PVA
    - Controlar la ejecución de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias.
    - Emitir informes de seguimiento periódicos.
    - Dejar constancia de todas las actividades de seguimiento, detallando el resultado de las mismas.

- Comunicar los resultados del seguimiento y vigilancia ambiental al Director de Obra y al Jefe de Obra.

Para el seguimiento y vigilancia ambiental de las obras, el personal asignado realizará visitas periódicas in situ, podrá realizar mediciones cuando sea necesario y deberá estudiar los documentos de la obra que incluyen los principales condicionados ambientales:

- Programa de Vigilancia Ambiental.
- Proyectos informativos y constructivos de la obra.
- Estudio de Impacto Ambiental y Declaración de Impacto Ambiental.
- Plan de gestión ambiental de obra (PGA).

En la fase de construcción tanto el responsable del PVA como el equipo de técnicos especialistas deberán visitar periódicamente la zona de obras desde el inicio de la misma, al objeto de controlar desde las fases más tempranas del proyecto todos y cada uno de los programas que se desarrollen.

El equipo del PVA debe coordinar sus actuaciones con el personal técnico planificador, así como el personal técnico destacado en la zona de obras. En este segundo caso, el equipo del PVA deberá estar informado de las actuaciones de la obra que se vayan a poner en marcha, para así asegurar su presencia en el momento exacto de la ejecución de las unidades de obra que puedan tener repercusiones sobre el medio ambiente. Al mismo tiempo, la Dirección de Obra deberá notificar con suficiente antelación en qué zonas se va a actuar y el tiempo previsto de permanencia, de forma que permita al Equipo Técnico Ambiental establecer los puntos de inspección oportunos de acuerdo con los indicadores a controlar.

Para la adecuada ejecución del seguimiento ambiental de los posibles impactos generados por la fase de construcción del proyecto, el Equipo Técnico Ambiental llevará a cabo los correspondientes estudios, muestreos y análisis de los distintos factores del medio ambiente, al objeto de obtener indicadores válidos que permitan cuantificar las alteraciones detectadas.

Todos los informes emitidos por el equipo de trabajo del Plan de Vigilancia Ambiental deberán ser supervisados y firmados por el técnico responsable, el cual los remitirá al promotor en las fases de planificación y operación, y a la Dirección de las Obras en la fase de construcción. El promotor y la Dirección de las Obras, remitirán todos los informes al órgano sustantivo, al objeto de que sean supervisados por éste.

9.4 SEGUIMIENTO AMBIENTAL EN LA FASE DE EJECUCIÓN

9.4.1 Seguimiento de la calidad atmosférica

Control de la emisión de polvo y partículas

Objetivos:	*Verificar la mínima incidencia de emisiones de polvo y partículas debidasa movimientos de tierras y tránsito de maquinaria, así como la correcta ejecución de riegos en su caso.*
Actuaciones:	*Se realizarán inspecciones visuales en la zona de obras, analizando especialmente, las nubes de polvo que pudieran producirse en las zonas de trabajo, así como la acumulación de partículas. Se controlará visualmente la ejecución de riegos decontrol de polvo.*
Lugar de inspección:	*Toda la zona de obras y en particular núcleos habitados y cultivos y accesos próximos a la zona de obras.*
Parámetros de control y umbrales:	*Nubes de polvo y acumulación de partículas; no deberáconsiderarse admisible su presencia. En su caso, se verificará la intensidad de los riegos mediante certificado de la fecha y lugar de su ejecución. No se considerará aceptable cualquier situación en contra de lo previsto, sobre todo en épocas de sequía.*
Periodicidad de la inspección:	*Las inspecciones serán diarias y deberán intensificarse en función dela actividad y de la pluviosidad.*
Medidas de prevención y corrección:	*Riegos o intensificación de los mismos en plataforma y accesos. Limpieza en las zonas que eventualmente pudieran haber sido afectadas.*
Documentación:	*Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, adjuntando un plano de localización de áreas afectadas, así como de lugares donde se estén llevando a cabo riegos. Asimismo, se adjuntarán a estos informes loscertificados*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

Control del ruido. Niveles acústicos de la maquinaria

Objetivos:	*Verificar el correcto estado de la maquinaria ejecutante de las obras en loreferente al ruido emitido por la misma.*
Actuaciones:	*Se exigirá la ficha de Inspección Técnica de Vehículos de todas las máquinas que vayan a emplearse en la ejecución de las obras. Se partiráde la realización de un control de los niveles acústicos de la maquinaria, mediante una identificación del tipo de máquina, así como del campo acústico que origine en las condiciones normales de trabajo. En caso de detectarse una emisión acústica elevada en una determinada máquina, seprocederá a realizar una analítica del ruido emitido por ella según los métodos, criterios y condiciones establecidas en la legislación vigente.*
Lugar de inspección:	*Parque de maquinaria y zona de obras.*
Parámetros de control y umbrales:	*Los límites máximos admisibles para los niveles acústicos emitidos por lamaquinaria serán los establecidos en la legislación vigente.*
Periodicidad de la inspección:	*El primer control se efectuará con el comienzo de las obras, repitiéndosesi fuera preciso, de forma diaria.*
Medidas de prevención y corrección:	*Si se detectase que una determinada máquina sobrepasa los umbrales admisibles, se propondrá su paralización hasta que sea reparada o sustituida por otra.*
Documentación:	*Si fuese necesario realizar una analítica de la emisión sonora de una determinada máquina, se incluirán los métodos operativos dentro de un anejo al correspondiente informe ordinario.*
Recursos necesarios:	*Personal y material especializado.*

9.4.2 Seguimiento de la calidad de los suelos

Control de la alteración y compactación de suelos

Objetivos:	*Asegurar el mantenimiento de las características edafológicas de los terrenos no ocupados directamente por las obras. Verificación de la ejecución de medidas correctoras (subsolados, gradeos, etc.).*
Actuaciones:	*Si se crean zonas auxiliares de acopio, etc. se comprobará la ejecución de labores de descompactación del suelo en los lugares que así lo requieran. Para ello se realizarán inspecciones visuales, midiendo con cinta la profundidad de la labor y verificando el correcto acabado.*
Lugar de inspección:	*El control de la descompactación de suelos serealizará en los lugares donde esté prevista la actuación del proyecto.*
Parámetros de control y umbrales:	*Se controlará la compacidad del suelo, así como la presencia de roderasque indiquen tránsito de maquinaria. Será umbral inadmisible la presenciade excesivas compactaciones por causas imputables a la obra y larealización de cualquier actividad en zonas excluidas. En su caso, se comprobará: tipo de labor; profundidad; y acabado de las superficies descompactadas. El umbral vendrá dado por el "Método del tacón".*
Periodicidad de la inspección:	*De forma paralela a la implantación de zonas auxiliares, verificándose quincenalmente.*
Medidas de prevención y corrección:	*En caso de sobrepasarse los umbrales admisibles se informará a la Dirección de las obras, procediéndose a practicar una labor al suelo, si esta fuese factible, aunque no estuviese contemplada en el proyecto.*
Documentación:	*Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, en el modelo de ficha creado para tal fin.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

Control de la retirada y acopio de tierra vegetal

Objetivos:	*Verificar la correcta ejecución de la retirada y el acopio de la tierra vegetal retirada previo inicio de toda excavación.*
Actuaciones:	*Se comprobará que la retirada se realice en los lugares adecuados y con los espesores inferiores a 1 m. Asimismo, se propondrán los lugares concretos de acopio, verificándose que no se ocupe la red de drenaje superficial. Se supervisarán las condiciones de los acopios hasta su reutilización en obra, y la ejecución de medidas de conservación si fueran precisas.*
Lugar de inspección:	*Retirada de la capa de tierra vegetal en los lugares de excavación, principalmente, trazado de las zanjas, área afectada por la construcción de las balsas y construcciones auxiliares.*
Parámetros de control y umbrales:	*Se verificará el espesor retirado, que deberá corresponder a los primeros centímetros del suelo, según especifique el Proyecto. Dado que se contemple el reempleo de material, será inaceptable su retirada a vertedero y sustitución por tierras vegetales de préstamos o compradas.*
Periodicidad de la inspección:	*Se comprobará que se realice antes del inicio de las excavaciones y que se ejecute una vez finalizado el desbroce, permitiendo así la retirada de los propágulos vegetales que queden en los primeros centímetros del suelo, tanto de los preexistentes como de los aportados con las operaciones de desbroce. Los acopios que pueda haber se inspeccionarán de forma semestral.*
Medidas de prevención y corrección:	*Si se detectasen alteraciones en los acopios que pudieran conllevar una disminución en la calidad de la tierra vegetal, se hará una propuesta de conservación adecuada (siembras, tapado, etc.)*
Documentación:	*Cualquier incidencia en esta operación se reflejará en el correspondiente informe ordinario, al que se adjuntarán los planos de situación de los acopios temporales de tierra vegetal.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

Control de la extensión de la tierra vegetal

Objetivos:	*Verificar la correcta ejecución de esta unidad de obra.*
Actuaciones:	*Se verificará su ejecución en las zonas donde las conducciones se instales en los campos y en los taludes de la balsa de regulación. Tras su ejecución, se controlará que no se produzca circulación de maquinaria pesada.*
Lugar de inspección:	*Trazado de las conducciones y taludes de la balsa de regulación.*
Parámetros de control y umbrales:	*Se verificará el espesor de tierra aportado. La tolerancia máxima en la extensión será de 20 cm de profundidad con una densidad media de 5 mediciones por 500 m^2 de superficie. Cuando se realicen análisis de tierra vegetal, se tomarán muestras en las que se determinará como mínimo la granulometría, el pH y el contenido en materia orgánica.*
Periodicidad de la inspección:	*Las inspecciones se realizarán una vez finalizada la extensión. En caso de realizarse análisis, serán previos a la utilización de la tierra en obra.*
Medidas de prevención y corrección:	*Si se detectase que el espesor aportado es incorrecto, se deberá proceder a repasar las zonas afectadas. En el caso de los análisis, si se detectasen anomalías en la composición de la tierra vegetal, se propondrán enmiendas o mejoras si es posible, o su retirada de la obra en caso contrario.*
Documentación:	*Los resultados de las mediciones del espesor de tierra vegetal se recogerán en los informes ordinarios.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

Control de la alteración de caminos y accesos

Objetivos:	*Verificar que durante toda la fase de construcción y al finalizarse las obras, se mantiene la continuidad de todos los caminos cruzados y que, en caso de cortarse alguno, existen desvíos provisionales o definitivos correctamente señalizados.*
Actuaciones:	*Se verificará la continuidad de los caminos, bien por su mismo trazado, bien por desvíos provisionales y en este último caso, la señalización de los mismos.*
Lugar de inspección:	*Todos los caminos y sendas de tránsito y acceso de maquinaria.*
Parámetros de control y umbrales:	*Se considerará inaceptable la falta de continuidad en algún camino, por su mismo recorrido u otro opcional, o la falta de señalización en los desvíos.*
Periodicidad de la inspección:	*Las inspecciones se realizarán mensualmente, mediante recorridos por latraza y los caminos interceptados.*
Medidas de prevención y corrección:	*En caso de detectarse la falta de continuidad en algún camino, o la falta de acceso a alguna zona, se dispondrá inmediatamente algún acceso alternativo.*
Documentación:	*Los resultados de estas inspecciones se reflejarán en el correspondiente informe.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

Control arqueológico

Objetivos:	*Verificar que durante la fase de ejecución y al finalizar las obras se realizan los trabajos de seguimiento arqueológico previsto. Evitar afecciones no previstas sobre posible valores arqueológicos a consecuencia de las acciones del proyecto que supongan movimiento de tierras.*
Actuaciones:	*Durante la ejecución de las obras, se hará un seguimiento arqueológico por un especialista a pie de obra.*
Lugar de inspección:	*Toda la traza por la que discurran las conducciones, superficie afectada por la construcción de la balsa y cualquier punto donde se produzcan movimientos de tierras.*
Parámetros de control y umbrales:	*Aparición de algún resto o yacimiento arqueológico no previsto.*
Periodicidad de la inspección:	*Durante la ejecución de la obra. Las inspecciones se ajustarán al avance delos trabajos, donde se realicen los movimientos de tierras.*
Medidas de prevención y corrección:	*Si aparece algún resto o yacimiento arqueológico no previsto, se interrumpirán puntualmente las obras en la zona hasta que se realicen las actuaciones pertinentes por el órgano competente (INAGA).*
Documentación:	*Los resultados de las inspecciones se reflejarán en informes mensuales, así como en un informe final tras la terminación de los trabajos.*
Recursos necesarios:	*Especialista arqueólogo.*

9.4.3 Control de accesos temporales

Objetivos:	*Evitar afecciones no previstas a consecuencia de la apertura de caminos de obra y accesos temporales noprevistos en el proyecto.*
Actuaciones:	*De forma previa a la firma del Acta de Replanteo se analizarán los accesos previstos para la obra y los caminos auxiliares. Periódicamente se verificará que no se han construido caminos nuevos no previstos.*
Lugar de inspección:	*Toda la zona de obras y su entorno.*
Parámetros de control y umbrales:	*No se considerará aceptable la apertura de caminos de obra nuevos sin autorización. Si se precisase algún acceso o camino no previsto, se analizarán las posibilidades existentes, seleccionando el que menos afecte al entorno, y se diseñarán las medidas para la restauración de la zona una vez finalizadas las obras.*
Periodicidad de la inspección:	*Se realizará una visita previa a la firma del Acta de Replanteo y visitascuatrimestrales.*
Medidas de prevención y corrección:	*En todos los caminos de obra y accesos temporales que no se mantengan de forma definitiva, se deberá proceder a su desmantelamiento y restauración, con los criterios aportados en el Proyecto de Construcción.*
Documentación:	*La localización de accesos y caminos de obra se reflejará en el primer informe. Las conclusiones de esta actuación se recogerán en el informe final. Si se detectase algún incumplimiento, se recogerá en los informes ordinarios. Si a consecuencia de la apertura de un camino no previsto seafectase alguna zona de alto valor natural o cultural se emitirá un informeextraordinario.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

9.4.4 Desmantelamiento de instalaciones de obra y limpieza de las zonas

Objetivos:	*Verificar que a la finalización de las obras se desmantelan todas lasinstalaciones auxiliares y se procede a la limpieza de los terrenos.*
Actuaciones:	*Antes de la firma del Acta de Recepción se procederá a realizar una inspección general de toda el área de obras, zonas de instalaciones, acopios o cualquier otra relacionada con la obra, verificando su limpieza y el desmantelamiento y retirada de todas las instalaciones auxiliares.*
Lugar de inspección:	*Todas las zonas afectadas por las obras.*
Parámetros de control y umbrales:	*No será aceptable la presencia de ningún tipo de residuo o resto de lasobras.*
Periodicidad de la inspección:	*Una inspección al finalizar las obras, antes de la firma del Acta deRecepción.*
Medidas de prevención y corrección:	*Si se detectase alguna zona con restos de la obra se deberá proceder asu limpieza inmediata, antes de realizar la recepción de la obra.*
Documentación:	*Los resultados de esta inspección se recogerán en el informe final de lafase de construcción.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

9.4.5 Seguimiento de la reposición de servicios afectados

Objetivos:	*Verificar que todos los servicios afectados se reponen de forma inmediata, sin cortes o interrupciones que puedan afectar a la población del entorno.Cuando la entidad o compañía suministradora o propietaria del servicio se haga cargo de la reposición, o de la verificación de ésta, no será preciso realizar ningún control.*
Actuaciones:	*Se realizará un seguimiento de la reposición de servicios afectados, paracomprobar que ésta sea inmediata. No son previsibles molestias en la reposición de los principales servicios, por lo que esta actuación debe centrarse principalmente en los casos en que se crucen zonas con pequeños servicios de importancia local.*
Lugar de inspección:	*Zonas donde las obras intercepten servicios, con especial atención aaquellos de pequeña entidad o interés local.*
Parámetros de control y umbrales:	*Se considerará inaceptable el corte de un servicio o una prolongada interrupción.*
Periodicidad de la inspección:	*Las inspecciones se realizarán coincidiendo con otras visitas de obra y superiodicidad dependerá de la cantidad de servicios afectados.*
Medidas de prevención y corrección:	*Si se detecta la falta de continuidad en algún servicio se repondrá deinmediato.*
Documentación:	*Los resultados de estas inspecciones, si fueran precisas, se recogerán enel informe final de la fase de construcción.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

9.4.6 Vertederos y acopios

Objetivos:	*Será objeto de control que la ubicación y explotación de las zonas de préstamos y vertederos no conlleven afecciones a zonas o elementos desingularidad ambiental.*
Actuaciones:	*Se controlará que los materiales sobrantes sean retirados a los lugares dedestino de la forma más rápida posible y que no se acopien en la zona exterior de las obras. Se verificará que los materiales necesarios para las obras son acopiados únicamente en los lugares autorizados para ello y se controlará que las condiciones de almacenamiento garanticen la ausencia de contaminación de aguas y suelos por arrastres o lixiviados. Las zonas de acopio de materiales peligrosos, perjudiciales o altamente contaminantes se señalizarán convenientemente, comprobándose asimismo que se ubican en terrenos especialmente habilitados e impermeabilizados. Se definirán con exactitud los lugares de acopio de la tierra hasta su reutilización en la obra.*
Lugar de inspección:	*Zonas de préstamos, vertederos y acopios y en general toda la obra y suentorno próximo para verificar que no existen acopios o vertidos noautorizados.*
Parámetros de control y umbrales:	*Los parámetros a controlar serán: presencia de acopios no previstos; forma de acopio de materiales peligrosos; zonas de préstamos o vertederos incontrolados. No se aceptará la formación de ningún tipo de vertedero, acopios o zona de préstamos fuera de las áreas acondicionadas para tal fin.*
Periodicidad de la inspección:	*Los controles se realizarán durante toda la fase de construcción, de formacuatrimestral.*
Medidas de prevención ycorrección:	*Si se detectase la formación de vertederos, zonas de préstamos o acopiosincorrectos, se informará con carácter de urgencia, para que las zonas sean limpiadas y restauradas*
Documentación:	*Los resultados de estos controles se incluirán en los informes ordinarios.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

9.4.7 Control y replanteo

Objetivos:	*El control del replanteo perseguirá evitar la afección a superficies mayoreso distintas de las recogidas en el proyecto. Esta medida deberá evitar alteraciones innecesarias sobre los factores ambientales.*
Actuaciones:	*Se verificará la adecuación de la localización de la infraestructura a los planos de planta incluidos en el proyecto, comprobando que la ocupaciónde la misma no conlleve afecciones mayores de las previstas.*
Lugar de inspección:	*Toda la zona de obras. Asimismo, se verificará que todos los caminos de acceso a las obras son replanteados en esta fase, evitando afecciones innecesarias.*
Parámetros de control y umbrales:	*Los parámetros de control serán los propios recursos valiosos. Los umbrales de alerta serán las afecciones a mayores superficies de las necesarias, o alteraciones de recursos no previstas.*
Periodicidad de lainspección:	*Los controles se realizarán durante la fase de replanteo de las obras, o ala finalización de ésta, antes del inicio de las obras.*
Medidas de prevención ycorrección:	*Para prevenir posibles afecciones, si fuese el caso, se informará al personal ejecutante de las obras de las limitaciones existentes en el replanteo por cuestiones ambientales.*
Documentación:	*Si fuese necesario realizar esta actuación, sus resultados se recogerán en el primer informe emitido paralelo al Acta de Replanteo de la obra.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

9.4.8 Control del cumplimiento de la formación

El contenido del curso de formación establecido será el siguiente:

Mejora de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA

CURSO GENERAL DE CONTENIDOS COMUNES EN BPA
1. Título de la formación
Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA.
2. Objetivo general y específicos
Los objetivos generales son introducir el contexto administrativo y de políticas que han dado lugar al Plan y los principios que soportan la orientación de las directrices. En cuanto a los objetivos específicos, el curso proporciona, por un lado, una visión integrada y equilibrada de las medidas que se han recomendado en las directrices 1-4 para mejorar la gestión ambiental y la eficiencia del regadío y, por otro lado, los conocimientos básicos necesarios para aplicar el CBPA en zonas agrícolas de regadío mediante conceptos que van más allá de los recogidos en las directrices 1-4 y que son relevantes para las buenas prácticas agrícolas.
3. Contenidos
1. Aspectos generales. Origen y condicionantes del Plan, aplicación del principio DNSH en el marco del Plan y visión general de las medidas integradas en las directrices 1-4. 2. Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío. 3. Balance de agua en los suelos. 4. Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas. 5. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados. 6. Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas. 7. Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas.
4. Cronograma tentativo y carga horaria total (20 h).
1. Aspectos generales (2 h): El Plan para la Mejora de la Eficiencia y la Sostenibilidad en Regadíos, origen y contexto. Aplicación del principio DNSH en el marco del Plan (0,5 h). Resumen de las medidas descritas en las directrices 1-4 (1,5 h). 2. Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío (3 h). 3. Balance de agua en suelo para determinar el momento y dosis de riego (3 h). 4. Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas (3 h). 5. Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados (3 h). 6. Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas (3 h). 7. Agroecosistemas (3h): El funcionamiento de los paisajes agrarios (1,5 h) Elementos no productivos del paisaje agrario: Estructuras vegetales de conservación y mejora de la habitabilidad para la fauna acompañante (1,5 h)

5. Perfil de formadores
- Ingeniero Técnico Agrícola, Ingeniero Agrónomo, Graduado en Ingeniería Forestal, Graduado en Ingeniería del Medio Natural, Ingeniero de Montes, Licenciado o Graduado en Ciencias Ambientales, Licenciado o Graduado en Biología, Licenciado o Graduado en Química especialidad Agrícola. - Experiencia acreditada en formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año, así como experiencia en particular en alguno o varios de los campos mostrados en el resumen de contenidos.
6. Destinatarios
Técnicos de las CCRR y comuneros.
7. Presupuesto estimativo
3.800 € (sin IVA)
8. Recursos (Materiales necesarios)
La mayoría del material será impartido mediante presentaciones (PowerPoint o similar) especialmente preparadas para abordar la formación. El material de los casos prácticos se entregará al comienzo del curso para que los asistentes puedan revisarlo durante unos días.
9. Estrategias metodológicas
Se trata de un curso intensivo y presencial concebido para proporcionar conocimientos generales relacionados con las directrices y otros conceptos relevantes en el CBPA. Al final de cada clase magistral se reservará entre 15 y 30' para discusión y casos prácticos que se diseñarán fundamentalmente como una herramienta para que los asistentes, bajo supervisión del formador, apliquen los conocimientos adquiridos en la parte teórica del curso.
10. Criterios de valoración
Certificado de asistencia (control del total de horas a las que asiste cada alumno). Certificado de aprovechamiento para los técnicos de las CCRR tras aprobar un test de evaluación final.

Cada uno de los siete apartados/módulos en los que se divide el contenido del curso general de contenidos comunes en BPA se detalla a continuación:

Aspectos generales

1. Objetivo general
Entender el origen y los condicionantes del Plan, aplicación del principio DNSH en el marco del Plan y visión generalizada de las medidas integradas en las directrices 1-4
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (2h)
1. Origen y condicionantes del Plan. Principio DNSH en el marco del Plan (0,5 h). 2. Visión generalizada de las medidas descritas en las directrices 1-4 (1,5 h): 2.1. Monitorización de las necesidades de riego y su gestión. 2.2. Control de la calidad del agua de riego y sus retornos. 2.3. Medidas para la mejora de la integración ambiental del regadío y sus servicios ecosistémicos. 2.4. Síntesis de los contenidos teóricos utilizando uno o dos casos prácticos donde se aplican todas las herramientas revisadas en los contenidos 2.1-2.3.
3. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación teórica en forma de presentaciones PowerPoint o similar.

Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío

Conservación y calidad de suelos en zonas agrícolas de regadío
1. Objetivo general
Mostrar los principales problemas relacionados con el uso de los suelos en sistemas agrarios de regadío. Establecer el marco conceptual para la gestión del suelo en regadíos con el objeto de mantener su calidad, mitigar la erosión y mantener y/o mejorar el contenido en carbono.
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (3h)
1. Introducción: El suelo, factores que inciden en su calidad, características de los suelos y los problemas de uso en regadío. Directivas asociadas a la protección del suelo (0,5 h). 2. La dinámica del carbono en el suelo, influencia de las prácticas agrarias. Erosión del suelo en paisajes agrarios, con especial atención a regadíos (1 h). 3. Catálogo de Buenas Prácticas para mitigar los efectos de los procesos de degradación del suelo. Técnicas para mantener o mejorar la calidad del suelo (1 h). 4. Discusión final de todos los aspectos revisados en relación con las zonas regable y/o explotaciones de los asistentes. Estudio de casos (0,5 h)
3. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (Powerpoint o similar). Datos medidos en suelos de zonas regables para relacionarlos con las características locales y evaluar posibilidades de mitigación de los impactos de los procesos de degradación.

4. Estrategias metodológicas
El curso aborda aspectos teóricos de funcionamiento de los suelos y prácticos sobre el manejo de estos. Los aspectos teóricos consistirán en conceptos básicos para que cualquier persona pueda seguir el curso, independientemente de su nivel de conocimiento en edafología. La formación está orientada a introducir los problemas de gestión del contenido en carbono del suelo y de la erosión en terrenos agrarios, especialmente de regadío. La información se proporcionará en forma de presentaciones y se reserva un espacio al final para una discusión global del contenido del curso en relación con los problemas concretos que afrontan los asistentes en cada una de sus zonas. (por ejemplo, tipología de suelos, etc.).

Balance de agua en el suelo para determinar el momento y la dosis de riego

Balance de agua en el suelo
1. Objetivo general y específicos
El objetivo general del curso es proporcionar a los alumnos los conocimientos básicos necesarios para explotar los datos disponibles del diseño de su instalación de riego (características de la instalación y mapas de capacidad de retención de agua disponible, CRAD) y de los servicios de asesoramiento al regante (coeficiente de uniformidad, evapotranspiración). 1. Calcular las necesidades hídricas de los cultivos utilizando los servicios de asesoramiento al regante de la red SIAR nacional y de las CCAA 2. Manejar los datos de CRAD de los mapas de suelos. Significado y aplicación a la gestión del riego de la parcela. 3. Estimar las Pérdidas por Evaporación y Arrastre y la Uniformidad del riego. Integración en las decisiones del riego 4. Balance hídrico del suelo. Humedad inicial del suelo, entradas y salidas de agua del suelo.
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (3 h)
1. Cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos de una determinada zona utilizando la información de los servicios de asesoramiento al regante. Red SIAR y Autonómicas (0,5 h). 2. Determinar el contenido inicial de agua de un suelo y su Capacidad de Retención. Muestreos, métodos de medida. Utilidad de los datos de suelo (1 h). 3. Estimación de las pérdidas por evaporación y arrastre y la uniformidad del riego. Integración de estas variables en las decisiones del riego (1 h). 4. Diseño de un calendario de riego ajustado a mi instalación y suelo (0,5 h).
3. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (Powerpoint o similar) y enlaces a otras fuentes de información de interés.
4. Estrategias metodológicas
Principalmente, clases prácticas en las que se maneje la información disponible: mapas de suelos de CRAD, diseños de la instalación, acceso y explotación de los datos de las redes SIAR.

Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas

Agricultura de precision y uso sostenible de plaguicidas
1. Objetivo general y específicos
Los objetivos del curso son varios: 1. Análisis de los suelos y cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos. 2. Conocer tanto las tecnologías convencionales como las nuevas tecnologías de la Información (TIC) disponibles para llevar a cabo una agricultura de precisión. 3. Fomentar el uso eficaz de estas tecnologías para reducir la necesidad de insumos agrícolas y optimizar la eficiencia en el uso del agua y la energía. 4. Reducir costes de producción y efectos adversos sobre el medio ambiente mediante el empleo de estas tecnologías. 5. Uso sostenible de productos fitosanitarios reduciendo sus riesgos y efectos para la salud humana y el medioambiente, mediante la agricultura de precisión.
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (3 h)
1. Muestreo de suelo y parámetros físico-químicos a medir. Métodos de cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos (0,5 h). 2. Tecnologías aplicadas al mundo de la agricultura de precisión (drones, satélites, sensores del estado hídrico, previsiones meteorológicas, sistemas de apoyo a la toma de decisiones, etc.) (1 h). 3. Evaluación de las ventajas e inconvenientes, así como la facilidad de uso, de cada grupo de tecnologías (0,5 h). 4. Mejorar los controles sobre el uso de plaguicidas y fomentar una agricultura con un uso reducido o nulo de plaguicidas (1 h).
3. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (Powerpoint o similar). Se plantean, por un lado, la impartición de clases magistrales que abarquen cada uno de los puntos señalados en el apartado de contenidos del curso y, por otro lado, clases prácticas que promuevan la participación de los participantes.

Eficiencia en la aplicación de fertilizantes nitrogenados – mitigación

Eficiencia en la aplicación de fertilizantes nitrogenados
1. Objetivo general
El objetivo general del apartado es proporcionar a los participantes los conocimientos básicos necesarios para realizar planes de abonado racionales para cada parcela/cultivo. La motivación es variada ya que se pretende: 1. Optimizar la utilización de fertilizantes nitrogenados permitiendo ajustar las dosis y reducir los costes de producción. 2. Disminuir las pérdidas de nitrógeno de las parcelas de cultivo en sus distintas formas (lavado, emisiones de gases de efecto invernadero, amoniaco), con lo que se consigue disminuir el impacto negativo de los sistemas agrarios sobre el medio ambiente cercano y la atmósfera.
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (3 h)
1. Problemas asociados a la falta de eficiencia de los sistemas agrarios (0,5 h). 2. Nutrientes esenciales y su absorción por las plantas (0,5 h). 3. Conceptos generales de suelos: textura, estructura, pH, salinidad, fertilidad, materia orgánica, capacidad de retención de agua, infiltración. (0,5 h). 4. Cálculo de las necesidades de fertilización de los cultivos. Ilustrar mediante varios cultivos tipo dependiendo de la zona, un cultivo extensivo (p. ej. maíz) y otro leñoso (p. ej. melocotonero) (0,5 h). 5. Aplicación de fertilizantes. Tipos de maquinaria disponible, sistemas de regulación (0,5 h). 6. Fertirriego. Equipos básicos y modo de utilización (0,5 h).
3. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (Powerpoint o similar) y enlaces a otras fuentes de interés. Sería deseable utilizar programas o plataformas disponibles (en abierto) para ilustrar las distintas posibilidades ya existentes para optimizar las prácticas de fertilización.
4. Estrategias metodológicas
El módulo puede plantearse como una clase magistral, pero promoviendo la colaboración de los participantes, mediante distintas formas: 1. Fomentar la discusión de los contenidos entre los participantes. 2. Evaluación de la calidad de los suelos de las explotaciones de los participantes. 3. Cuando sea viable, visita a explotaciones particulares para conocer problemáticas específicas que permitan una discusión conjunta de los problemas y sus soluciones.

Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas

Eficiencia del uso de la energía
1. Objetivo general
Conocimiento general sobre las necesidades energéticas de la Comunidad de Regantes: desde la parcela hasta la estación de bombeo. ¿Cómo se puede ahorrar energía?
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria
1. Las necesidades energéticas de los riegos presurizados en parcela. Presiones en el hidrante y en los emisores (aspersores, goteros, microaspersores) (1 h). 2. Las necesidades energéticas de una red colectiva. Necesidades energéticas en la estación de bombeo y en los diferentes puntos de la red (1 h). 3. Funcionamiento y mantenimiento de la estación de bombeo (1 h).
3. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar esta formación teórica. Equipos de medida de presión en la red, manómetros manuales. Parcelas, redes de riego y estación de bombeo sobre los que realizar la formación práctica.
4. Estrategias metodológicas
Esta formación tendrá un carácter eminentemente práctico, de forma que el técnico que no tiene una formación específica en energía y redes de riego entienda los conceptos del curso y sea capaz de implementarlos en su zona regable.

Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas

i. El funcionamiento de los paisajes agrarios.

Su objetivo es proporcionar una formación básica sobre el funcionamiento de paisajes agrarios desde la perspectiva ecosistémica, mostrando como la actividad agraria se puede describir y entender como procesos ecológicos. Se abordan las relaciones entre los elementos agrícolas y no agrícolas del paisaje. Esta formación refuerza desde una perspectiva más general los conocimientos necesarios para abordar el curso más concreto ligado directamente a la regulación de las directrices 3 y 4.

1. Objetivo general
El objetivo es proporcionar a los alumnos un conocimiento adecuado de los paisajes agrarios como agroecosistemas, como elementos de un paisaje compuesto con más elementos con los que interactúan y que influyen la productividad de los sistemas agrarios y éstos en la calidad ambiental de todo el sistema.
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (1,5 h)
1. Aspectos generales (1 h). Aproximación ecológica al paisaje. Interrelaciones entre sus elementos. Valor ambiental de los paisajes agrarios y externalidades negativas. Sostenibilidad Servicios ecosistémicos e intensificación ecológica, una oportunidad para la intensificación agraria. 2.Casos de estudio (0.5 h)
3. Recursos
La formación teórica se basa en presentaciones con PowerPoint o similar. Los casos de estudio se proporcionan en un dosier por adelantado, para que pueda ser revisado por los asistentes al curso previamente a la sesión.
4. Estrategias metodológicas
Se realizará como clases magistrales, introduciendo los casos de estudio como un elemento en el que los asistentes al curso pueden participar en la discusión

ii. Elementos no productivos del paisaje agrario: estructuras vegetales de conservación y mejora de la habitabilidad para la fauna acompañante.

En el módulo anterior se proporciona una formación general que se traslada a la aplicación práctica mediante los contenidos de este módulo.

1. Objetivo general
Establecer el marco conceptual y normativo sobre la implementación de buenas prácticas conducentes a la sostenibilidad ambiental de la producción agrícola, basadas en el conocimiento de las características intrínsecas del territorio.
2. Contenidos teórico-prácticos y carga horaria total (1,5 h)
1. Marco normativo: Los ecorregímenes de la PAC y aspectos concretos relacionados con el principio DNSH (Do No Significant Harm) (0.5 h). 2. Los elementos no productivos del paisaje como facilitadores de la mejora ambiental de las explotaciones agrícolas. Definición y presentación de casos prácticos (1 h): Estructuras vegetales de conservación, definición, tipología y uso. La fauna en paisajes agrarios, técnicas de facilitación de especies beneficiosas.
3. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación teórica en presentaciones (PowerPoint o similar) y documentación para la presentación y estudio de los casos prácticos.
4. Estrategias metodológicas
Esta formación está encaminada fundamentalmente a conectar a los técnicos o comuneros con las líneas estratégicas de gestión agraria que están siendo marcadas por las políticas europeas, estatales y autonómicas. Se proporciona una revisión de este marco y se aportarán medidas contempladas en las directrices que pueden ser implementadas con facilidad con ejemplos reales como casos prácticos.

9.4.8.1 *Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas.*

CURSO 1
1. Título de la formación
Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas
2. Objetivo general
Debido a la necesidad de optimizar los recursos hídricos en la agricultura, así como reducir las pérdidas de nutrientes por percolación y lixiviado, uno de los aspectos clave a mejorar son las estrategias de riego en parcela. Para ello, se hace necesario conocer los requerimientos hídricos del cultivo, así como la disponibilidad de agua en el suelo. En este contexto, el objetivo de esta formación es mostrar a los destinatarios la variedad de sensores de medida de humedad del suelo que existen en el mercado, cómo localizar el lugar más representativo para instalarlos dentro de una finca, y, principalmente, qué mantenimiento conllevan y cómo interpretar los datos que ofrecen.
3. Contenidos teórico-prácticos
1. Tipos de sensores: ventajas y desventajas. 2. Selección de puntos representativos dentro de una parcela. 3. Instalación y mantenimiento de los sensores (¿Cómo y dónde se deben instalar los sensores y por qué?). 4. Interpretación de las lecturas obtenidas por los sensores. 5. Gestionar el riego de la parcela en función del cultivo y de los criterios de producción. 6. 6. Casos prácticos (tres ejemplos variando tamaño de parcelas, tipo de cultivo y vulnerabilidad de la zona).
4. Cronograma tentativo y carga horaria total (8 h)
1. Tipos de sensores: criterios para decidir cuál es más adecuado (1 h). 2. Selección de puntos representativos dentro de una parcela (1 h). 3. Instalación y mantenimiento de los sensores (1 h). 4. Interpretación de las lecturas obtenidas por los sensores (1h) 5. Gestionar el riego de la parcela en función del cultivo y de los criterios de producción (1 h). 6. Casos prácticos en aula y, cuando sea posible, se realizará una sesión práctica de instalación de sensores y lectura de datos (3 h).

5. Perfil de formadores
Ingeniero Técnico Agrícola, Ingeniero Agrónomo, Biólogo, Graduado o Licenciado en Ciencias Ambientales. Además, el formador debe cumplir, al menos, uno de los siguientes requisitos: - Experiencia acreditada en docencia/formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año. - Experiencia laboral en materia de edafología (especialmente en física del suelo o hidráulica) y sensórica, de al menos, un año.
6. Destinatarios
Técnicos de las CCRR y comuneros interesados.
7. Presupuesto estimativo
2000 € (sin IVA).
8. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación en forma de presentaciones (PowerPoint o similar) y enlaces a otras fuentes de información de interés. Es recomendable disponer de varios tipos de sensores para mostrar a los alumnos.
9. Estrategias metodológicas
A decidir por los formadores, pero se puede plantear una serie de clases magistrales que abarquen cada uno de los puntos señalados en el apartado de contenidos del curso y promover la participación de los participantes mediante acciones como: - Discusiones entre los participantes sobre su experiencia con sensores de humedad del suelo. - Evaluación de diferentes sensores de humedad del suelo bajo unas determinadas condiciones edafoclimáticas.
10. Criterios de valoración
Certificado de asistencia (control del total de horas a las que asiste el alumno). Certificado de aprovechamiento para los técnicos de las CCRR tras aprobar un test de evaluación final.

9.4.8.2 *Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente.*

CURSO 3
1. Título de la formación
Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente.
2. Objetivo general
Conocimiento general sobre la normativa de calidad de agua, de los elementos que debe de tener una estación de control de los retornos de riego con drenaje superficial, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.
3. Contenidos teórico-prácticos
1. Introducción: propósito (objetivos posibles) de una red de control de los retornos de riego. Optimización del uso de los recursos. Disminución del impacto ambiental. Normativa vigente. 2. Diseño e instalación de una estación de control de retornos de riego con drenaje superficial. Localización de los puntos de aforo, infraestructuras a instalar, variables a medir, sensores necesarios y mantenimiento de la estación. 3. Establecer rangos permisibles de las diferentes variables en función de las condiciones locales. Interpretación básica de los datos.
4. Cronograma tentativo y carga horaria total (8 h)
1. Introducción (1 h teórica). 2. Establecimiento de una estación de control de retornos de riego en un cauce superficial (2 h teóricas). 3. Caso práctico de una zona concreta, visita a la estación de aforo instalada cuando sea posible: Explicación de las diferentes partes, sensores, equipos de trasmisión de datos, variables medidas, interpretación de los datos, medidas de mantenimiento (3 h de trabajo práctico). 4. Casos prácticos sobre valores medidos en diferentes zonas, aproximación al establecimiento de rangos permisibles (2 h prácticas).
5. Perfil de formadores
Ingeniero Agrónomo, Ingeniero o Graduado en Ciencias Ambientales, Hidrogeólogo. Además, el formador debe cumplir, al menos, uno de los siguientes requisitos: - Experiencia acreditada en docencia/formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año. - Experiencia laboral en sistemas de control de calidad de aguas, de al menos, un año.
6. Destinatarios
Técnicos de las CCRR y comuneros interesados en el funcionamiento de las redes de control de calidad de los retornos de riego.

7. **Presupuesto estimativo**
2000 € (sin IVA).
8. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación teórica. Casos prácticos, modelos digitales del terreno, información cartográfica relacionada (mapas topográficos y geológicos) que permita localizar y hacer el diseño de la infraestructura. Datos medidos de zonas regables para relacionarlos con las características locales y establecer rangos permisibles y de alarma.
9. Estrategias metodológicas
Esta formación tendrá un carácter eminentemente práctico, de forma que el técnico que no tiene una formación específica en control de calidad de agua entienda los conceptos del curso y sea capaz de implementarlos en su zona regable.
10. Criterios de valoración
Se realizará un test de evaluación final y, tras su aprobación, se otorgará a cada alumno un certificado de aprovechamiento y asistencia a las actividades del curso.

9.4.8.3 *Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores.*

CURSO 4
1. Título de la formación
Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores.
2. Objetivo general
Conocimiento general sobre los elementos que debe de tener una estación de control de los retornos de riego que drenan a aguas subsuperficiales, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.
3. Contenidos teórico-prácticos
1. Introducción: propósito (objetivos posibles) de una red de control de los retornos de riego. Optimización del uso de los recursos. Disminución del impacto ambiental. Normativa vigente. 2. Diseño e instalación de una red de control de retornos de riego que drenan a través de un acuífero subsuperficial. Localización de pozos de observación, variables a medir, ensayos necesarios, sensores utilizados y necesidades de mantenimiento. 3. Establecer rangos permisibles de las diferentes variables en función de las condiciones locales. Interpretación básica de los datos.
4. Cronograma tentativo y carga horaria total (8 h)
1. Introducción (1 h teórica). 2. Establecimiento de una estación de control de retornos de riego en un cauce subterráneo (2 h teóricas). 3. Caso práctico de una zona concreta: Infraestructura de medida del nivel y la calidad de aguas subterráneas: pozos de observación, variables medidas, sensores utilizados, interpretación de datos, mantenimiento (3h de trabajo práctico).

4. Casos prácticos sobre valores medidos en diferentes zonas, aproximación al establecimiento de rangos permisibles (2 h prácticas).
5. Perfil de formadores
Ingeniero Agrónomo, Ingeniero o Graduado en Ciencias Ambientales, Hidrogeólogo. Además, el formador debe cumplir, al menos, uno de los siguientes requisitos: - Experiencia acreditada en docencia/formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año. - Experiencia laboral en sistemas de control de calidad de aguas, de al menos, un año.
6. Destinatarios
Técnicos de las CCRR y comuneros interesados en el funcionamiento de las redes de control de calidad de los retornos de riego.
7. **Presupuesto estimativo**
2000 € (sin IVA).
8. Recursos
Materiales especialmente preparados para abordar la formación teórica. Casos prácticos, modelos digitales del terreno, información cartográfica relacionada (mapas topográficos y geológicos) que permita localizar y hacer el diseño de la infraestructura. Datos medidos de zonas regables para relacionarlos con las características locales y establecer rangos permisibles y de alarma.
9. Estrategias metodológicas
Esta formación tendrá un carácter eminentemente práctico, de forma que el técnico que no tiene una formación específica en control de calidad de agua entienda los conceptos del curso y sea capaz de implementarlos en su zona regable.
10. Criterios de valoración
Se realizará un test de evaluación final y, tras su aprobación, se otorgará a cada alumno un certificado de aprovechamiento y asistencia a las actividades del curso.

9.4.8.4 *Curso específico: Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental de los paisajes agrarios de regadíos*

CURSO 5
1. Título de la formación
Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios de regadíos.
2. Objetivo general
La capacitación de técnicos y comuneros en buenas prácticas agrarias basadas en la naturaleza conducentes a la sostenibilidad ambiental de la producción agrícola en los paisajes de regadío. Los contenidos del módulo 7 del curso general de contenidos comunes son aplicados en este curso a resolver dos casos prácticos.
3. Contenidos teórico-prácticos
Introducción: Recapitulación del módulo 7 del curso general de contenidos comunes, metodología y técnicas para la diversificación del paisaje rural. Normativa vigente. Infraestructura verde. Soluciones basadas en la naturaleza. Renaturalización. Implementación de barreras vegetales: localización, diseño, ejecución y mantenimiento. Implementación de acciones para la conservación de fauna en los paisajes de regadío. Dos casos prácticos a realizar por grupo.
4. Cronograma tentativo y carga horaria total (8 h)
1. Identificación y diagnóstico previo del área de estudio a través del conocimiento y caracterización del paisaje de la comunidad de regantes para la localización de futuras acciones de diversificación y renaturalización: medio natural, matriz agraria, parcelario y distribución de la propiedad, dominios públicos, dinámica del sistema de producción de los cultivos, infraestructuras, singularidades, etc. (2 h teórica/práctica). 2. Casos prácticos de establecimiento de barreras vegetales y medidas para la fauna con los formadores: Localización del área de actuación, diseño de las plantaciones, elección de especies vegetales, sistemas de plantación, mantenimiento, medidas para mejorar la habitabilidad para la fauna (2 h de trabajo práctico). 3. Caso práctico a realizar por grupos en un lugar de elección de cada grupo de trabajo que se presenta posteriormente a formadores y compañeros (4 h).

5. Perfil de formadores
Ingeniero Agrónomo, Máster en Ingeniería Agronómica, Graduado en Ingeniería Agroalimentaria, Ingeniero de Montes, Máster en Ingeniería de Montes, Graduado en Ingeniería Forestal, Graduado en Ingeniería del Medio Natural, Licenciado o Graduado en Ciencias Ambientales, Licenciado o Graduado en Biología. Además, el formador debe cumplir, al menos, uno de los siguientes requisitos: - Experiencia acreditada en docencia/formación agraria y/o en servicios de extensión agraria de, al menos, un año - Experiencia laboral en sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios, de al menos, un año.
6. Destinatarios
Técnicos de las CCRR, cooperativas y otras asociaciones profesionales y comuneros interesados.
7. Presupuesto estimativo
2.000 € (sin IVA).
8. Recursos (Materiales necesarios)
Materiales especialmente preparados para abordar la formación teórica. Sistema de Información Geográfica (Qgis) Acceso interactivo a GoogleEarth Capas SIGPAC, Catastro, modelos digitales del terreno, información cartográfica y estudios relacionados con el medio físico y natural que permitan identificar y diagnosticar a las comunidades de regantes localizar y hacer el diseño de la Infraestructura.
9. Estrategias metodológicas
Formación eminentemente práctica que se nutre de la formación teórica introducida en el curso general. Se plantean dos casos prácticos, el primero se presenta por los formadores y se resuelve interactivamente con los asistentes. Posteriormente los asistentes se organizan en grupos y replican el trabajo en un lugar de su elección para presentarlo posteriormente a sus compañeros de curso y los formadores. Se requiere una preparación previa de un material base para cada curso adaptado a la comunidad de regantes para resolver este segundo caso práctico, este material básico se dará al menos para dos sectores diferenciados de la comunidad, con el fin de dar opciones a los distintos grupos de trabajo.
10. Criterios de valoración
Certificado de asistencia (control del total de horas a las que asiste el alumno). Certificado de aprovechamiento para los técnicos de las CCRR tras aprobar un test de evaluación final.

9.4.9 Informes

Los tipos de informes y su periodicidad vendrán marcados por el Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental, proponiéndose los siguientes:

- Informe paralelo al Acta de Replanteo: en este informe se recogerán todos aquellos estudios, muestreos o análisis que pudieran precisarse y que deban ser previos al inicio de las obras y en caso de ser necesario, la ubicación del parque de maquinaria y zona de instalaciones, préstamos y vertederos o zonas de acopios temporales.
- Informe paralelo al Acta de Recepción: en este informe se incluirá un resumen y unas conclusiones de todos los aspectos desarrollados a lo largo de la vigilancia y seguimiento ambiental de las obras.
- Informes ordinarios: se realizarán para reflejar el desarrollo de las labores de vigilancia y seguimiento ambiental. Dependiendo de los impactos previstos y de los valores naturales de la zona, se determinará su periodicidad, que podrá ser mensual, trimestral o semestral.
- Informes extraordinarios: se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise una actuación inmediata y que, por su importancia, merezca la emisión de un informe especial. Estarán referidos a un único tema, no sustituyendo a ningún otro informe.

Los informes incluirán únicamente aquellos aspectos que hayan sido objeto de control o seguimiento durante el plazo a que haga referencia el informe. En ellos se incluirá, para cada apartado contemplado, un breve resumen de las operaciones desarrolladas al respecto y en su caso, los modelos de las fichas exigidas cumplimentados.

Los informes incluirán unas conclusiones sobre el desarrollo de las obras y el cumplimiento de las medidas propuestas en la presente documentación ambiental.

El informe final de la fase de construcción será un resumen de todos los informes ordinarios y extraordinarios, incluyendo un apartado de conclusiones para cada aspecto que haya sido objeto de control o seguimiento.

9.5 SEGUIMIENTO AMBIENTAL EN LA FASE DE EXPLOTACIÓN

Durante la segunda fase, que coincide con los cinco primeros años de la explotación del sistema de riego, los objetivos del Programa de Vigilancia serán:

- Comprobar y verificar la efectividad de las medidas preventivas y correctoras aplicadas durante la fase de ejecución, situación que solo se podrá valorar una vez se terminan las obras y los usuarios inicien las actuaciones necesarias en parcela para aplicar el nuevo método de riego. Además, se deberá tener en cuenta que ciertos elementos del sistema como pueden ser los balances de agua, sales y nitrógeno o la evolución de las medidas de revegetación precisan un tiempo para empezar a ver los primeros resultados. En caso de no cumplir los objetivos previstos, será preciso plantear el refuerzo o complementación de estas medidas.
- Verificar que durante la fase de explotación se están desarrollando las labores de conservación y mantenimiento que pudiesen precisar las medidas aplicadas.

- Detectar afecciones no previstas y articular las medidas necesarias para evitarlas o corregirlas.

9.5.1 Seguimiento de los Flujos de Retorno del Regadío (FRR)

Control del volumen de agua de drenado por el regadío

Objetivo:	*Verificar la reducción de los volúmenes de agua de los retornos del regadío después de la modernización.*
Actuaciones:	*Se realizará un seguimiento del volumen de agua drenado por los colectores y desagües (FRR) mediante su aforo.* *También se determinará el volumen de riego aplicado (Rp), las Necesidades Hídricas netas (NHn) de los cultivos y las Necesidades de Lavado (NL) para garantizar el lavado de las sales aportadas con el agua de riego.*
Lugar de inspección:	*En los colectores y desagües que recogen los flujos de retorno de regadío de la zona y en particular los colectores D-XVIII-3 y el D-XVIII-9. representativos del regadío se determinará los FRR.* *En los hidrantes de las parcelas situadas dentro de la cuenca que drena los colectores D-XVIII-3 y el D-XVIII-9 se determinarán los Rp y las NHn.*
Parámetros de control y umbrales:	*Volumen de agua de los FRR (m^3) y superficie de regadío comprendida dentro de las cuencas del desagüe en los colectores D-XVIII-3 y el D-XVIII-9.* *Suma de los volúmenes de riego aplicado (Rp) por los hidrantes de las parcelas situadas dentro de la cuenca que drena el colector C3 y suma de los volúmenes de NHn de los cultivos de las parcelas situadas dentro de las cuencas que drenan los colectores D-XVIII-3 y el D-XVIII-9.* *Se establece que cuando la diferencia entre FRR y NL es superior al 10% de las NHn se plantean estrategias para mejorar la eficiencia de riego tal y como marca la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).* *FRR-NL>10%·NHn → hay que reducir Rp*
Periodicidad de la inspección:	*La inspección de los FRR será continua gracias al aforador proyectado.*
Medidas de prevención y corrección:	*Aplicar las buenas prácticas agrícolas (BPAs) sobre todo en la programación del riego para evitar fracciones de drenaje elevadas. Revisión y corrección del volumen de riego aplicado (Rp) de los hidrantes comprendidos dentro de la cuenca del desagüe.* *Reducir Rp hasta que → FRR-NL<10%·NHn*
Documentación:	*Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, adjuntando el volumen de agua drenada (FRR) el volumen de*

	riego aplicado (Rp) de los hidrantes comprendidos dentro de la cuenca y las NHn de los cultivos. Así como un balance de agua de las cuencas.
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

9.5.2 Seguimiento de la contaminación difusa

Control del seguimiento de la red de control de nivel piezométrico y calidad de las aguas subterráneas

Objetivo:	*Verificar la reducción de la masa de nitrógeno exportada por los retornos del regadío después de la modernización.*
Actuaciones:	*Se realizará un seguimiento del nivel piezométrico y la concentración de nitrato [NO_3^-] en los puntos de control de aguas subterráneos.* *También se determinará la fertilización nitrogenada (NF) y las extracciones de los principales cultivos de la zona (NC).*
Lugar de inspección:	*En los puntos de control de agua subterránea de la zona a modernizar.*
Parámetros de control y umbrales:	*Se determinará la conductividad eléctrica, nitrato, nitrito, amonio, fósforo, plaguicidas y componentes mayoritarios.* *La toma de muestras de aguas subterráneas lleva asociado también la medida in situ de la temperatura del agua, temperatura del aire, pH, Eh (potencial Redox), conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y nivel freático, como marcan los protocolos habituales del muestreo en aguas subterráneas. Se calcularán los indicadores de uso del Nitrógeno establecidos por la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada el CSIC: Se determinarán los valores de NF y NC a partir de la superficie de cada cultivo presente en la zona y mediante un balance de nitrógeno se determinará la Fracción de N lixiviado (FN_{LIX}) y la Fracción de N extraído (FN_{EXT}).* *No deberá considerarse admisible un valor de FN_{LIX} por encima del 20% que marca la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada por el CSIC.*

Periodicidad de la inspección (Tabla 50):	*A este acuífero constituidos por depósitos cuaternarios (Cuaternario) se le debe aplicar el primer año una frecuencia de medida elevada, tal y como se detalla a continuación:* *En función de los resultados analizados en el primer año podrá limitarse el número de puntos, frecuencia y parámetros de control o reforzar aquellos periodos con una mayor variabilidad o incorporar nuevos puntos en zonas en las que no se conozca el grado de afección de las aguas subterráneas y/o soporten una elevada presión agrícola.* *Para los puntos de control piezométrico, se plantea la instalación de dos sondas de control de nivel freático en continuo. La frecuencia de lectura deberá ser diaria.*
Medidas de prevención y corrección:	*Aplicar las buenas prácticas agrícolas (BPAs) sobre todo en la programación del riego, fertilización nitrogenada mineral y fertilización orgánica para conseguir FN_{LIX} menores al 20% y elevar la FN_{EXT}.* *Si la FN_{LIX} > 20%:* *Se realizarán cursos de capacitación sobre el manejo de la fertilización y el riego.* *Se mejorará el aprovechamiento de los fertilizantes orgánicos, en su caso.* *Revisión y corrección del volumen de riego aplicado (Rp) y de fertilización nitrogenada (NF) de los hidrantes de las parcelas que drenen al acuífero.* *Reducir Rp y NF hasta que → FN_{LIX} < 20%*
Documentación:	*Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, adjuntando una gráfica de la evolución del nivel freático, la [NO_3^-], conductividad eléctrica, nitrito, amonio, fósforo, plaguicidas y componentes mayoritarios y masa de nitrógeno nítrico lixiviado. Así como las facciones FN_{LIX}, FN_{EXT} de la zona.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

Tabla nº 50. **Periodicidad Muestreo masas subterráneas**

CE	NO_3	NO_2	NH_4	PO_4	Plaguicidas	Component. mayoritar
Mensual	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Semestral	Semestral

Control de la masa de nitrógeno exportada a través del drenaje

Objetivo:	*Verificar la reducción de la masa de nitrógeno exportada por los retornos del regadío después de la modernización.*
Actuaciones:	*Se realizará un seguimiento de la concentración de nitrato [NO_3^-] en los FRR y se calculará la masa de nitrógeno exportado por el regadío (N_Q), como el producto del volumen de agua aforado en los desagües, por la concentración de nitrógeno nítrico.* *La masa de nitrógeno nítrico exportada por el regadío se calculará como:* ***N_Q (kg N-NO_3^-) = Concentración de nitrato NO_3^- (mg/l) x (14/62)/1.000 x volumen de agua drenado por el regadío FRR (m^3)*** *También se determinará la fertilización nitrogenada (NF) y las extracciones de los principales cultivos de la zona (NC).*
Lugar de inspección:	*En los colectores y desagües que recogen los flujos de retorno de regadío de la zona y en particular en los colectores D-XVIII-3 y el D-XVIII-9 representativos del regadío se calculará N_Q.*
Parámetros de control y umbrales:	*Se determinará el valor de la masa de nitrógeno exportada por el regadío N_Q.* *También se determinarán los valores de NF y NC a partir de la superficie de cada cultivo presente en la cuenca. Los valores de NF se recogerán a partir de los libros de Fertilización de los agricultores (ORDEN AGM/83/2021, de 15 de febrero, por la que se designan y modifican las Zonas Vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos procedentes de fuentes agrarias en la Comunidad Autónoma de Aragón y por la que se aprueba el V Programa de Actuación sobre las Zonas Vulnerables de Aragón).* *Se calcularán los indicadores de uso del Nitrógeno establecidos por la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada el CSIC:* ***Fracción de N lixiviado (FN_{LIX})=N_Q/NF*** ***Fracción de N extraído (FN_{EXT})=NC/NF*** *No deberáconsiderarse admisible un valor de FN_{LIX} por encima del 20% que marca la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada por el CSIC*
Periodicidad de la inspección:	*La inspección será continua gracias al aforador y mensual para control de la concentración de nitratos de los colectores D-XVIII3 y el D-XVIII-9.*

Medidas de prevención y corrección:	*Aplicar las buenas prácticas agrícolas (BPAs) sobre todo en la programación del riego, fertilización nitrogenada mineral y fertilización orgánica para conseguir FN_{LIX} menores al 10% y elevar la FN_{EXT}.* ***Si la FN_{LIX} > 20%:*** *Se realizarán cursos de capacitación sobre el manejo de la fertilización y el riego.* *Se mejorará el aprovechamiento de los fertilizantes orgánicos, en su caso.*
Documentación:	*Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, adjuntando una gráfica de la evolución de la $[NO_3^-]$, volumen de agua drenada y masa de nitrógeno nítrico exportada por el colector. Así como las facciones FN_{LIX}, FN_{EXT} de la cuenca.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

Control de la masa de sales exportada a través del drenaje

Objetivo:	*Verificar el mantenimiento del balance de sales en el suelo después de la modernización.*
Actuaciones:	*Se realizará un seguimiento de la Conductividad Eléctrica (CE) en los FRR y se calculará la masa de sales exportada por el regadío (MS_{salida}).* *La salinidad, Sólidos Disueltos Totales (SDT) del agua de drenaje se calculará a partir de la CE y la regresión SDT-CE.* *También se determinará la masa de sales importada por el agua de riego ($MS_{entrada}$).*
Lugar de inspección:	*En los colectores y desagües que recogen los flujos de retorno de regadío de la zona y en particular los colectores D-XVIII-3 y el D-XVIII-9 representativos del regadío se medirá la CE y se calculará MS_{salida}.*
Parámetros de control y umbrales:	*Se determinará la masa de sales exportada por el regadío MS_{salida}. y la $MS_{entrada}$ a partir de la CE del agua de riego y volúmenes de riego aplicado (Rp) en la cuenca.* *Se calculará el balance de sales (BS) de la cuenca tal y como establece la directriz científico-técnica nº 2 para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego redactada por el CSIC.* $$BS = MS_{entrada} - MS_{salida}$$ *Para asegurar un lavado de sales suficiente el BS < 0*
Periodicidad de la inspección:	*La inspección será continua gracias al aforador y equipo de control CE proyectado.*
Medidas de prevención y corrección:	*Aplicar las buenas prácticas agrícolas (BPAs) sobre todo en la programación del riego para conseguir una fracción de lavado FL adecuada para garantizar el lavado de las sales aportadas con el agua de riego y evitar la salinización del suelo.*

Documentación:	*Los resultados de las inspecciones se reflejarán en los informes ordinarios, adjuntando una gráfica de la evolución de la CE, volumen de agua drenada y masa de sales exportada por el colector MS_{salida}. Así como el balance de sales de la cuenca.*
Recursos necesarios:	*Equipo de seguimiento ambiental.*

9.5.3 Seguimiento de flora y vegetación

Seguimiento de las plantaciones lineales de ocultación, las siembras y la hidrosiembra

Objetivos:	*Verificar que aquellas zonas en las que se había previsto la regeneración de la vegetación esta se encuentran presente y establecida.*
Actuaciones:	*Inspecciones visuales de la superficie en la que se reincorporó tierra vegetal con el fin de que la vegetación pudiera instalarse de manera autónoma, especialmente sobre la traza abierta para la instalación de las tuberías de la red.* *Revisión del correcto establecimiento de las especies plantadas, especialmente sobre los terraplenes de la balsa, además se verificará que de ninguna manera el desarrollo radicular de la vegetación está suponiendo un deterioro de la estabilidad estructural de estos.*
Lugar de inspección:	*Talud exterior de la balsa de regulación* *Barrera vegetal perimetral al vallado de la balsa de regulación* *Barrera vegetal perimetral al vallado de la estación de filtrado* *Barrera vegetal perimetral al vallado de la estacione de bombeo* *Barrera vegetal perimetral al vallado de los nudos aéreos*
Parámetros de control y umbrales:	*Verificar la correcta implantación y estado de desarrollo de la vegetación, identificando ejemplares muertos o con problemas de adaptación al suelo de plantación.* *Suelo despoblado de vegetación o fallos en el desarrollo de los ejemplares plantados*
Periodicidad de la inspección:	*A los 6 meses tras la plantación, tras lo cual anualmente durante los cinco años siguientes a la entrega del proyecto.*
Medidas complementarias:	*Repetición de la hidrosiembra o plantación de árboles y arbustos*

Documentación:	*Seguimiento del estado de la vegetación implantada durante un período de 5 años con la elaboración de informes anuales que recojan la información relevante en relación con el desarrollo de la medida.* *Diseño de un protocolo de seguimiento cumplimentando lo siguientes datos de registro:* ***Protocolo para estructuras vegetales*** - *Código individual de identificación de la medida: código del proyecto SEIASA-EV-número secuencial* - *Indicador del tipo de medida* - *Indicación de la actuación a la que se encuentra asociada* - *Número de plantones introducidos por especie. Características de los plantones por especie: nº de savias, altura media aproximada, vivero de procedencia* - *Modo de implantación* - *Indicar si se aplica riego localizado o suministrado de manera manual* - *Fecha de implantación: mes y año* - *Documentación gráfica previa a la actuación, labores de preparación, labores de plantación, estado final. Al menos tres imágenes por cada fase. Las imágenes han de incluir georreferencia de los metadatos.* - *Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georeferenciada*

Seguimiento de las zonas de recuperación natural mediante repoblación

Objetivos:	*Verificar que aquellas zonas en las que se había previsto la regeneración de la vegetación esta se encuentran presente y establecida.*
Actuaciones:	*Inspecciones visuales de la superficie en la que se han ejecutado las zonas de recuperación verificando el estado de los ejemplares plantados.* *Revisión del éxito de la actuación a través de la presencia de animales en dichas zonas*
Lugar de inspección:	*Las dos parcelas expropiadas por la CR-V para su revegetación (4 ha).*
Parámetros de control y umbrales:	- *Verificar la correcta implantación y estado de desarrollo de la vegetación, identificando ejemplares muertos o con problemas de adaptación al suelo de plantación.* - *Fallos en el desarrollo de los ejemplares plantados* - *No presencia de agua en las charcas abrevaderos* - *No utilización de las zonas de recuperación por especies de la fauna local.*

Periodicidad de la inspección:	*A los 6 meses tras la plantación, tras lo cual anualmente durante los cinco años siguientes a la entrega del proyecto.*
Medidas de prevención y corrección:	*Repetición de la plantación de árboles y arbustos.* *Selección de especies alternativas de mejor adaptación a las condiciones edáficas y climáticas locales.*
Documentación:	*Seguimiento del estado de la vegetación implantada durante un período de 5 años con la elaboración de informes anuales que recojan la información relevante en relación con el desarrollo de la medida.* *Diseño de un protocolo de seguimiento cumplimentando lo siguientes datos de registro:* ***Protocolo para estructuras vegetales*** - *Código individual de identificación de la medida: código del proyecto SEIASA-EV-número secuencial* - *Indicador del tipo de medida* - *Indicación de la actuación a la que se encuentra asociada* - *Número de plantones introducidos por especie. Características de los plantones por especie: nº de savias, altura media aproximada, vivero de procedencia* - *Modo de implantación* - *Indicar si se aplica riego localizado o suministrado de manera manual* - *Fecha de implantación: mes y año* - *Documentación gráfica previa a la actuación, labores de preparación, labores de plantación, estado final. Al menos tres imágenes por cada fase. Las imágenes han de incluir georreferencia de los metadatos.* - *Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georeferenciada*

9.5.4 Seguimiento de la fauna

Seguimiento de las cajas nido, cajas para insectos y refugios para murciélagos

Objetivos:	*Verificar la presencia de aves anidando en las cajas nido instaladas, el buen estado de las cajas para insectos y la utilización de los refugios por los murciélagos.*
Actuaciones:	- *Inspecciones visuales del estado de las cajas nido, las cajas para insectos y los refugios para quirópteros.* - *Revisión del éxito de utilización de las cajas nido, cajas para insectos y refugios por los animales.* - *Limpieza de las cajas nido.* - *Inventario y registro de las especies usuarias de los elementos instalados.*
Lugar de inspección:	*Lugares designados para la instalación de las cajas nido, refugios de murciélagos y cajas para insectos.*
Parámetros de control y umbrales:	*Buen estado de las cajas nido y de los refugios, asegurando su impermeabilidad al agua.* *Estado de limpieza del interior de las cajas y refugios* *Utilización por las especies para las que fueron instaladas..*
Periodicidad de la inspección:	*Anual tras la entrega de las obras.*
Medidas de prevención y corrección:	*Reubicación de las cajas nido o de los refugios que no hayan sido colonizados tras un período de 1 año tras su instalación* *Reparación y limpieza de las cajas nido y de los refugios instalados en caso de necesidad*
Documentación:	*Seguimiento del estado del estado de las cajas nido y de los refugios para quirópteros, así como el éxito de colonización durante un período de 5 años con la elaboración de informes anuales que recojan la información relevante en relación con el desarrollo de la medida.* *Diseño de un protocolo de seguimiento cumplimentando lo siguientes datos de registro:* ***Protocolo para implantación de nidales para aves y refugios para quirópteros*** *Código individual de identificación de la medida: código del proyecto SEIASA-NR-número secuencial* - *Indicar qué actuación está asociada de acuerdo con la clasificación*

	- *Indicar fabricante y referencia del fabricante del modelo del nido o tipo de refugio* - *Especificar superficie instalada: árbol o arbusto, indicando especie, poste, pared, etc.* - *Altura de instalación* - *Orientación de la entrada, con una precisión de 45º (N, NE, E...)* - *Fecha de implantación: mes y año* - *Documentación gráfica. Al menos una imagen tras la instalación. Las fotografías deben incluir georreferencia en los metadatos de la imagen.* - *Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georeferenciada.*

Seguimiento de las medias para la protección de la fauna en la balsa de regulación

Objetivos:	*Verificar la eficacia de las mallas de salvamento, la integridad del vallado perimetral de las balsas de regulación y el buen estado de las islas flotantes para la nidificación de las aves acuáticas.*
Actuaciones:	- *Inspecciones visuales del estado de las mallas de salvamente instaladas.* - *Revisión del estado del vallado perimetral de las balsas, verificando que no existan huecos por los que puedan acceder los animales al interior del recinto.* - *Revisión del estado de las islas flotantes.* - *Revisión del éxito dela utilización de las islas flotantes.*
Lugar de inspección:	*Balsa de regulación.*
Parámetros de control y umbrales:	- *Buen estado de las redes* - *Buen estado del vallado perimetral a las balsas.* - *Rotura de redes* - *Liberación de los anclajes de sujeción de las mallas a la coronación y fondo de las balsas* - *Huecos en el vallado perimetral* - *Buen estado de las islas flotantes.* - *Grado de colonización de las islas flotantes.*
Periodicidad de la inspección:	*Anual tras la entrega de las obras.*
Medidas de prevención y corrección:	*Reparación del vallado deteriorado* *Reposición de redes deterioradas* *Afianzar las sujeciones y lastres de las redes al fondo y coronación de las balsas* *Reposición de las islas flotantes*

Documentación:	*Seguimiento del estado del vallado y de las redes durante un período de 5 años con la elaboración de informes anuales que recojan la información relevante en relación con el desarrollo de la medida.* *Diseño de un protocolo de seguimiento cumplimentando lo siguientes datos de registro: código del proyecto SEIASA-NR-número secuencial* ***Protocolo para balsas:*** - *Código individual de identificación de la medida* - *Descripción básica de la balsa: dimensiones y volumen* - *Georreferenciación de la balsa* - *Tipo y localización del cerramiento general* - *Redes para facilitar la salida: material, proporción del perímetro/equipo* - *Estructuras vegetales asociadas a la balsa, cada estructura vegetal se documentará conforme al protocolo expuesto a continuación.* - *Fecha de puesta en funcionamiento: mes y año.* - *Documentación gráfica. Al menos tres imágenes generales. Imágenes de detalle de las mallas de seguridad. Las fotografías deben incluir georeferencia en los metadatos de la imagen.* - *Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georeferenciada* ***Protocolo para estructuras vegetales asociadas a las balsas (islas)*** - *Código individual de identificación de la medida* - *Indicador del tipo de medida* - *Indicación de la actuación a la que se encuentra asociada* - *Código de la isla flotante* - *Fecha de implantación: mes y año* - *Documentación gráfica previa a la actuación y estado final, previa entrega del proyecto. Al menos tres imágenes por cada fase. Las imágenes han de incluir georreferencia de los metadatos.* - *Seguimiento anual de la evolución de la medida mediante documentación gráfica georeferenciada.* - *Registro de las especies de aves identificadas como usuarias.*

9.5.5 Informes

- Informes ordinarios: se realizarán para reflejar el desarrollo de las labores de seguimiento ambiental. La periodicidad será anual.
- Informes extraordinarios: se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise una actuación inmediata y que, por su importancia, merezca la emisión de un informe específico.
- Informe final del Programa de Vigilancia y Seguimiento: el informe final contendrá el resumen y conclusiones de todas las actuaciones de vigilancia y seguimiento desarrolladas y de los informes emitidos, tanto en la fase primera como en la segunda.

Los informes incluirán solo aquellos aspectos que hayan sido objeto de control o seguimiento durante el plazo a que hagan referencia. En ellos se incluirá, para cada apartado contemplado, un breve resumen de las operaciones desarrolladas al respecto y en su caso, los modelos de fichas pertinentes cumplimentados. El informe incluirá unas conclusiones sobre las actuaciones desarrolladas y el desarrollo de la explotación.

El informe final será un resumen de todos los informes y actuaciones del Programa de Vigilancia y Seguimiento Ambiental, incluyendo u apartado de conclusiones para cada aspecto que haya sido objeto de control o seguimiento. Se incluirá una conclusión final sobre el cumplimiento del contenido de la presente documentación ambiental.

10 CONCLUSIONES

El objeto del proyecto es realizar una modernización integral de los sistemas de riego pasando de un riego por inundación a un riego por aspersión, con los consiguientes beneficios medioambientales y económicos que ello supone, repercutiendo además en una mejora en la calidad de vida de los agricultores. Se pasará a realizar un riego presurizado mediante una balsa de regulación, buscando la presión natural de toda la zona. De esta forma se quiere realizar un uso sostenible del agua de riego evitando las pérdidas que actualmente se producen en las infraestructuras existentes y reduciendo el actual consumo energético.

Las actuaciones contempladas permitirán la modernización de 3.710,73 Ha pertenecientes a la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas, que riegan actualmente por inundación.

Para abastecer a esta superficie y a las 2.144,55 Ha incluidas en el "Proyecto de modernización del regadío de los Sector XXIV y XXV" de la misma Comunidad de Regantes, se va a realizar una balsa de 426.962,73 m^3 de capacidad ubicada junto al canal de Bardenas.

El sistema de riego consta de 86,818 Km de tuberías principales y 8,306 Km de tuberías terciarias. Se han proyectado 261 hidrantes, de los cuales 37 son compartido y 224 individuales. De estos últimos, 23 son deficitarios por lo que se va a instalar un sistema de bombeo para las 268,79 Ha que se ven afectadas.

Ddado que el ámbito de la modernización proyectada coincide con una masa de agua subterránea que se encuentra en mal estado químico por contaminación de nutrientes (nitratos) y por la existencia de transferencia de nutrientes a las masas superficiales con las que se relaciona, y atendiendo a los principios de prevención y cautela, se propone llevar a cabo un sometimiento al **procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario** que analice en profundidad los componentes medioambientales del entorno afectado por la modernización, los impactos y la magnitud de los mismos, para proponer las medidas preventivas, correctoras o compensatorias necesarias.

El medio receptor de las infraestructuras de riego previstas corresponde a las siguientes características descriptivas:

- Medio físico: el medio físico directamente afectado por las obras lo constituye la zona a través de la cual se instalará la conducción de transporte. En ella no existen recursos naturales o culturales protegidos.
- Medio biótico: la flora es de escaso valor intrínseco y la fauna de la zona corresponde al biotipo agrícola. Sobre su incidencia paisajística, la zona presenta una calidad media, quedando la infraestructura prevista enterrada a excepción de las edificaciones de los cabezales de riego, la caseta de filtrado y la balsa de regulación, elementos para los que se prevé medidas correctoras para su integración paisajística.
- Medio socioeconómico: las obras previstas proporcionarán un impacto positivo en el medio socioeconómico de los municipios, en cuanto a que supone una mejora de la disponibilidad de recursos hídricos y de la calidad del trabajo en el medio rural.

Todos los impactos ambientales detectados son de magnitud compatible y moderada, no encontrándose ninguno de ellos con magnitud severa o crítica.

Entre los impactos más significativos, durante la ejecución, destacar la construcción de la balsa de regulación, la excavación de las zanjas para las conducciones, el tránsito de maquinaria durante la instalación de la red de tuberías y los movimientos de tierras.

En la situación actual, el consumo medio de agua en la zona a modernizar es de 33,80 Hm^3, de los cuales se desaprovecha un volumen anual estimado en 5,5 Hm^3 por las pérdidas que sufre la red de distribución. Esta circunstancia limita la disponibilidad media para riego a 28,3 Hm^3, inferior a las necesidades teóricas de los cultivos actuales. También, de los volúmenes de riego aplicados, una proporción considerable se infiltra, sin poder ser aprovechado por el cultivo, contribuyendo a la recarga del acuífero detrítico sobre el que se asienta el regadío.

La modernización proyectada implica un cambio muy favorable en el balance hídrico, tanto desde un punto de vista agronómico como ambiental. En primer lugar, permite reducir los consumos medios anuales detraídos del canal a 29,77, liberando un volumen de 4 hm^3 que quedan disponibles para la integración ambiental del regadío. Esta reducción de los consumos se consigue mediante la sustitución de la red de distribución, suprimiéndose las pérdidas. Por otra parte, se incrementa notablemente la eficiencia del riego, reemplazándose las modalidades de inundación actualmente predominantes por sistemas presurizados, fundamentalmente aspersión y, en menor medida, goteo. El cambio en el sistema de riego supone un mejor aprovechamiento del recurso, con una menor infiltración, y un apreciable incremento de productividad en la nueva alternativa de cultivos (ver estudio agronómico). Así mismo, aumenta la garantía del suministro evitándose episodios de infradotación.

Por otro lado, respecto a la contaminación difusa, la exportación actual de nitratos de la zona regable considerando el volumen de drenaje y la concentración de referencia en las aguas subterráneas (97,76 mg/l), arroja una masa total exportada anualmente de 959,49 t. Una vez realizada la modernización, se parte del objetivo de reducir las concentraciones de los lixiviados por debajo de 37,5 mg/l, valor que marca el límite de referencia para aguas subterráneas afectadas por la contaminación por nitratos (Real Decreto 47/2022). La consecución de este objetivo se considera un requisito fundamental en la gestión ambiental de la zona regable, que deberá alcanzarse mediante un adecuado seguimiento y control de la fertilización y, en su caso, mediante una adaptación de la alternativa de cultivos que permita reducir de forma efectiva los inputs de nitrógeno.

Respondiendo al objetivo del estudio de impacto ambiental, se han propuesto una serie de medidas preventivas y correctoras para, en función del medio afectado, la tipología y la magnitud de los impactos ocasionados se asegure que las afecciones al medio receptor sean compatibles en términos medioambientales.

- Medidas preventivas en fase de ejecución, como lo son la supervisión de las emisiones de polvo, el mantenimiento del confort sonoro, la protección del suelo, de las aguas, de la fauna, así como la correcta gestión de los residuos generados durante la ejecución de las actuaciones. En lo que respecta al patrimonio cultural/arqueológico se realizará seguimiento del movimiento de tierras, balizamiento y protección de los restos arqueológicos localizados a menos de 100 metros de las obras.
- Medidas correctoras en fase de ejecución, reposición de infraestructuras alteradas como carreteras, caminos o acequias, la reposición de la tierra vegetal de las superficies

afectadas por la construcción de la balsa de regulación o la excavación de las zanjas para la instalación de las tuberías o la protección y restauración de los tramos de vías pecuarias afectadas por el trazado. En caso de localizar restos arqueológicos durante la ejecución de las obras, se notificará a la Dirección General de Patrimonio Cultural.

- Medidas preventivas en fase de explotación, como lo son el control de la cantidad y calidad de los retornos, la red de control de la evolución de la calidad de los recursos subterráneos, el seguimiento de la evolución de las medidas de integración paisajística mediante la plantación de especies arbóreas, el seguimiento de la eficacia y el mantenimiento de los elementos instalados para la fauna local, etc.
- También en la fase de explotación, para asegurar no comprometer un deterioro en relación al estado de las masas de agua involucradas se han dispuesto dos medias especialmente relevantes:
    - El diseño de la modernización permite una reducción del consumo anual estimada en 4 Hm3, susceptible de uso para la integración ambiental del regadío, que se prevé su derivación a través del Barranco de Valareña para la mejora ambiental de los ríos Arba de Riguel y Arba de Luesia. El objetivo es que la concentración de nitratos del efluente de la zona regable, se sitúe por debajo del valor umbral de 25 mg/l, de modo que este vertido sea compatible con la mejora en el estado de la masa. Eventualmente, este volumen para la integración ambiental, también podría destinarse para la mejora ecológica (en el caso de que fuese preciso) de la laguna el Moncayuelo.
    - El proyecto se marca como objetivo, en su fase de explotación, obtener una concentración de nitratos inferior a 37,5 mg/l en los lixiviados del regadío, de modo que puedan cumplirse los requisitos relativos a las masas de agua afectadas, tanto superficiales como subterráneas. Para ello se prevén mejorar en la fertilización a adoptar por los regantes. En caso de que se supera la concentración objetivo en las aguas subterráneas, se iniciará una segunda fase orientada a reducir la superficie de los cultivos más demandantes en nitrógeno y su sustitución por cultivos de leguminosas.

Mediante el Programa de Vigilancia Ambiental se velará por el cumplimiento y buena ejecución de todas las medidas protectoras y correctoras incluidas en el presente documento y los que fije la Administración competente en su Informe de Ambiental.

Por otra parte, se deberá advertir de alteraciones por cambios repentinos en las tendencias del impacto, efectos negativos no identificados durante la redacción del presente documento y establecer un control que permita introducir los elementos correctores oportunos con la suficiente diligencia.

Con todo lo anterior se considera que las **PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS, ZONA 1 (ZARAGOZA)** es medioambientalmente viable, no produciéndose ninguna alteración que suponga una pérdida destacada de recursos naturales o culturales de interés. Bastará con desarrollar el conjunto de medidas protectoras y correctoras propuestas en el presente estudio y las que puedan considerarse en la estimación del impacto.

El impacto ocasionado por la ejecución de este proyecto, teniendo en cuenta las medidas preventivas y correctoras establecidas, así como el adecuado seguimiento del Plan de Vigilancia Ambiental, se considera **COMPATIBLE**.

11 PRESUPUESTO

MEDIDAS AMBIENTALES	PRESUPUESTO
FORMACIÓN EN BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	
Curso general sobre la "Mejora de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA".	3.800,06
Curso específico sobre "Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas".	1.992,78
Curso específico sobre "Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente".	1.992,78
Curso específico sobre "Estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores".	1.992,78
Curso específico sobre "Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios"	1.992,78
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LOS EFECTOS SOBRE LAS MASAS DE AGUA	
Estación de control de caudal y calidad de aguas (SUP)	54.224,24
Unidad portátil para medida de concentración de nitratos	650
Instalación de piezómetro hasta 3 metros medios manuales	906,24
ELABORACIÓN DE MAPA DE CRAD DEL SUELO	
Descripción de calicata en estudios de suelos	10.054,44
Ensayo de capacidad de campo y punto de marchitez permanente	7.400,00
Apertura y tapado calicata hasto 2 m de profundidad	579,26
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN	
Desbroce y limpieza entre 10-20 cm, D>=20 m	800,00
Ejecución de hidrosiembra en superficies menores de 10.000 m²	3.302,40
Mulching manual en fajas con paja de cereal en zonas de pendiente hasat 30% d>500m	3.007,80
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA FAUNA	
Islas flotantes cría aves acuáticas	2.651,95
Refugio para quirópteros	972,80
Caja nido para aves	1.025,60
Nido murciélago instalado	1.617,92
Nido pared tipo insectos instalado	458,1
Charca bebedero	2470,8
Escala salvamento de hasta 18 m de longitud	5.366,64
MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LA FLORA Y VEGETACIÓN	
Suministro, transporte y plantación de las especies seleccionadas	32.306,89

MEDIDAS PARA EL CONTROL DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	
Proyecto básico arqueología	494,8
Visita obra arqueólogo	50.408,82
Informe mensual de seguimiento arqueológico	1.669,95
Informe de seguimiento arqueológico	816,42
Memoria arqueológica básica	1.979,20
TOTAL MEDIDAS AMBIENTALES	**194.935,45**

PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	PRESUPUESTO
FASE DE EJECUCIÓN (Incluyendo técnico e informes)	
Control de calidad atmosférica, de suelos, de accesos temporales, de acopios, de gestión residuos, de desmantelamiento de instalaciones auxiliares	5.800,00
TOTAL FASE EJECUCIÓN	**5.800,00**
FASE DE EXPLOTACIÓN (Incluyendo técnico e informes) *	
AÑO 1	
Seguimiento de los flujos de retorno de regadío y de la contaminación difusa **	
Muestreos Masas de agua Superficiales	32.476,00
Muestreos Masas de agua Subterráneas	7.832,00
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones, siembras e hidrosiembras. Reposición de marras y riegos (2 uds, a los 6 meses y al año)	5.450,00
Seguimiento de fauna	
Revisión cajas nido y escala de salvamento e islas flotantes de la balsa	600
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 1	**46.358,00**
AÑO 2	
Seguimiento de los flujos de retorno de regadío y de la contaminación difusa **	
Muestreos Masas de agua Superficiales	32.476,00
Muestreos Masas de agua Subterráneas	7.832,00
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones, siembras e hidrosiembras. Reposición de marras y riegos	2.725,00
Seguimiento de fauna	
Revisión cajas nido y escala de salvamento e islas flotantes de la balsa	300
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 2	**43.333,00**

AÑO 3	
Seguimiento de los flujos de retorno de regadío y de la contaminación difusa **	
Muestreos Masas de agua Superficiales	32.476,00
Muestreos Masas de agua Subterráneas	7.832,00
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones, siembras e hidrosiembras. Reposición de marras y riegos	2.725,00
Seguimiento de fauna	
Revisión cajas nido y escala de salvamento e islas flotantes de la balsa	300
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 3	**43.333,00**
AÑO 4	
Seguimiento de los flujos de retorno de regadío y de la contaminación difusa **	
Muestreos Masas de agua Superficiales	32.476,00
Muestreos Masas de agua Subterráneas	7.832,00
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones, siembras e hidrosiembras.	200
Seguimiento de fauna	
Revisión cajas nido y escala de salvamento e islas flotantes de la balsa	300
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 4	**40.808,00**
AÑO 5	
Seguimiento de los flujos de retorno de regadío y de la contaminación difusa **	
Muestreos Masas de agua Superficiales	32.476,00
Muestreos Masas de agua Subterráneas	7.832,00
Seguimiento de flora y vegetación	
Seguimiento de plantaciones, siembras e hidrosiembras.	200
Seguimiento de fauna	
Revisión cajas nido y escala de salvamento e islas flotantes de la balsa	300
TOTAL FASE EXPLOTACIÓN AÑO 5	**40.808,00**
TOTAL PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL	**220.440,00**

* A cargo del Convenio firmado por el SEIASA y la Comunidad de Regantes nº V de Bardenas.

** Revisable tras los resultados obtenidos en las primeras mediciones.

12 EQUIPO REDACTOR

Los proyectistas de este Estudio de Impacto Ambiental son:

José Miguel Laplaza de Marco, Ingeniero Agrónomo, con D.N.I.: 29.085.991F, domicilio en C/Bomberos, 41, CP. 50600. Ejea de los Caballeros (Zaragoza).

Samuel Sarría Lario, Ingeniero Agrónomo, con D.N.I.: 73.091.731-P, domicilio en C/ Sol, 21, CP. 50694. Bardenas (Zaragoza)

13 BIBLIOGRAFÍA

Abrahão, R. 2010. Impactos ambientales del riego: La transformación de la cuenca de Lerma (Zaragoza, España). Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. Departamento de ingeniería química y tecnologías del medio ambiente. 143 pp.

Causapé, J. 2002. Repercusiones medioambientales de la agricultura sobre los recursos hídricos de la Comunidad de regantes nº V de Bardenas (Zaragoza). Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. Área de Petrología y Geoquímica. 153 pp.

CHE, 2021. Informe sobre la determinación de las aguas afectadas o en riesgo de contaminación por nitratos de origen agrario en la demarcación del Ebro (PERIODO 2016-2019). 291pp.

CHE-CITA, 2017. Evaluación de la afección al estado de las masas de agua superficiales por los retornos de riego de cuatro sistemas de la Cuenca del Ebro, informe final del convenio de colaboración entre la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) y el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA-DGA) para los años 2013-2015, 349 p.

CHE-CITA, 2009. Evaluación del impacto medioambiental de las actividades agrarias en tres sistemas de riego de la Cuenca del Ebro, informe final del convenio de colaboración entre la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) y el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA-DGA) de los años 2007-08, 125 p.

CHE, 2011. Evaluación del impacto medioambiental de las actividades agrarias en cinco sistemas de riego de la cuenca del Ebro. Informe final del convenio de colaboración entre la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE) y el Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA-DGA). 252 pp.

Dirección General de Cambio Climático y Educación Ambiental, GA. Estrategia Aragonesa de Cambio Climático. Horizonte 2030. (Documento - Estrategia Aragonesa Cambio Climático (estrategiaaragonesacambioclimatico.es))

CSIC, 2021. DIRECTRIZ Nº 1. Directrices científico-técnicas para establecimiento de sistemas de monitorización por sensores de contenido de humedad en el suelo. 68 pp.

CISC, 2022. DIRECTRIZ Nº2. Directrices científico-técnicas para el establecimiento de sistemas de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua y de los retornos de riego. 93 pp.

CISC, 2022. DIRECTRICES Nº3 y 4. Directrices científico-técnicas para la ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación. Y Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas. 109 pp.

CISC, 2022. DIRECTRIZ Nº 5. Programa de divulgación y formación de buenas prácticas agrarias (BPA). 24 pp.

D. Merchán, J. Causapé & R. Abrahão (2013) Impact of irrigation implementation on hydrology and water quality in a small agricultural basin in Spain, Hydrological Sciences Journal, 58:7, 1400-1413, DOI:10.1080/02626667.2013.829576

García-Garizábal, I. 2010. Evaluación de alternativas de gestión del regadío tradicional para la reducción del impacto agroambiental. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Departamento de Ciencias de la Tierra. 137 pp

Lecina, S., Aragüés, R., Playán, E., Isidoro, D., 2008. Modernización de regadíos en la Cuenca del Ebro: Efectos sobre la cantidad y calidad del agua. Confederación Hidrográfica del Ebro CHE. 143 pp.

Lecina, S., Isidoro, D., Playán, E., Aragüés, R., 2009. Efecto de la modernización de regadíos sobre la cantidad y calidad de las aguas: la cuenca del Ebro como caso de estudio Monografías INIA: Serie agrícola, 26. 92 pp.

MITECO 2019. Guía metodológica de evaluación de impacto ambiental en red Natura 2000: Criterios utilizados por la Subdirección General de Biodiversidad y Medio Natural para la determinación del perjuicio a la integridad de Espacios de la Red Natura 2000 por afección a Hábitats de interés comunitario. Madrid.

MITECO. Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2021-2030. 236 pp. (pnacc-2021-2030_tcm30-512156.pdf (miteco.gob.es)).

MITECO, 2019. Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos. Versión actualizada. Código M-R-HMF-2019.

MITECO, 2019. 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. Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid.

MITECO, 2022. Recomendaciones para evaluar los impactos más relevantes de los proyectos de modernización de regadíos y para elaborar sus documentos ambientales. Ministerio para la Transición Ecológica. Madrid.

VV.AA., 2009. Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.

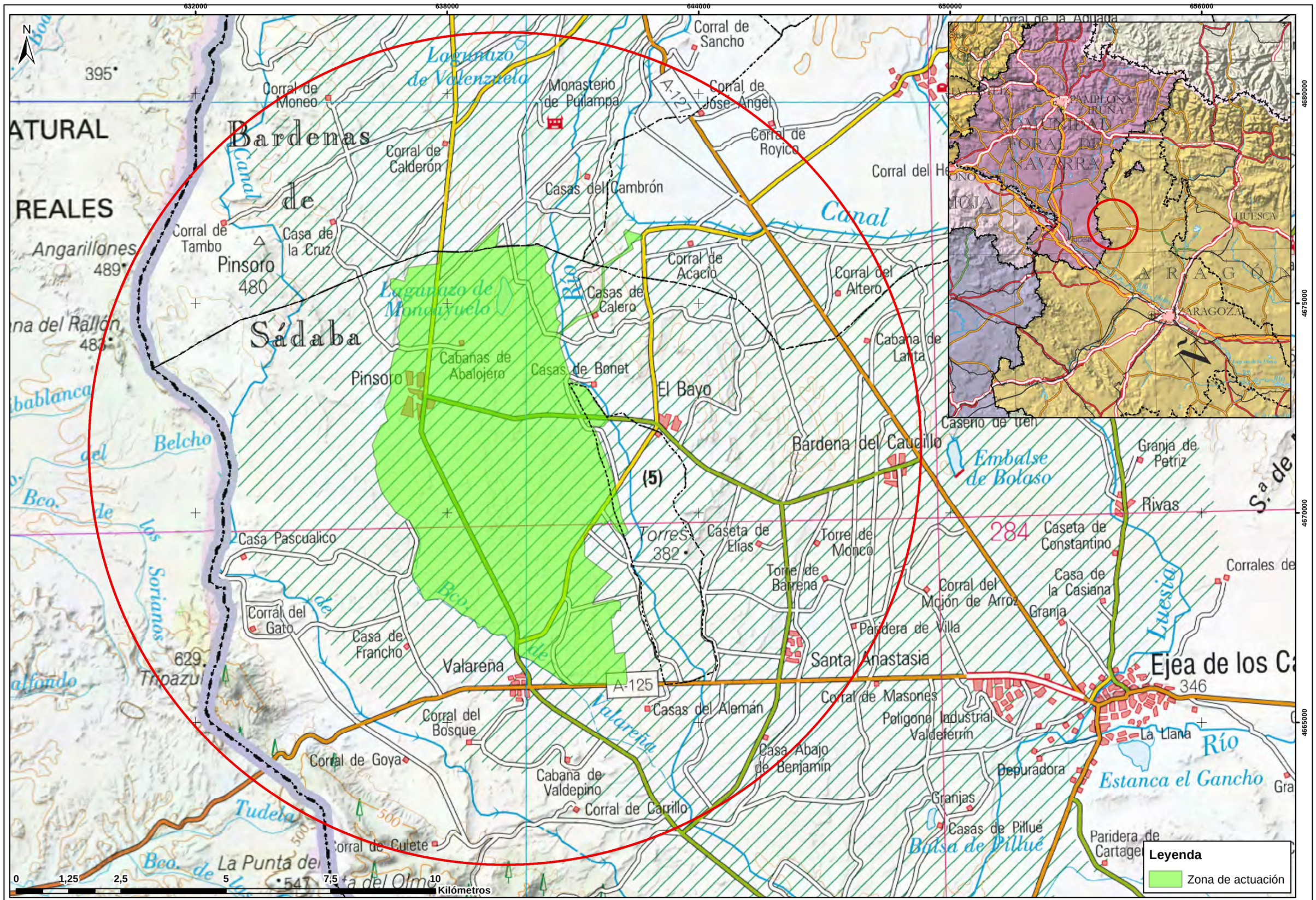
14 ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01.- Planos EIA

Plano 01.- Situación
Plano 02.0.- Emplazamiento Actuaciones. General.
Plano 02.1.- Emplazamiento Actuaciones. Balsa y zonas de acopio.
Plano 02.2.- Emplazamiento Actuaciones. Estación de filtrado.
Plano 02.3.- Emplazamiento Actuaciones. Estación de bombeo.
Plano 02.4.- Emplazamiento Actuaciones. Nudos aéreos.
Plano 02.5.- Emplazamiento Actuaciones. Parque de maquinaria.
Plano 03.1.- Hidrología superficial.
Plano 03.2.- Afección nitratos agua superficial.
Plano 04.1.- Hidrología subterránea.
Plano 04.2.- Afección nitratos agua subterránea.
Plano 05.- Vegetación y Usos del Suelo.
Plano 06.- HIC, Montes UP y Vías Pecuarias.
Plano 07.- Fauna
Plano 08.- Paisaje
Plano 09.1.- Red Natura 2000: ZEPAs y LICs
Plano 09.2.- Red Natura 2000: ZEPAs y LICs. Detalle afección a ZEPA
Plano 10.- ENP
Plano 11.1.- Medidas ambientales. Masas de agua subterránea.
Plano 11.2.- Medidas ambientales. Masas de agua superficial.
Plano 12.1.- Medidas ambientales. Flora. Plantaciones superficiales.
Plano 12.2.- Medidas ambientales. Flora. Plantaciones lineales. (2 hojas)
Plano 12.3.- Medidas ambientales. Flora. Siembras. (3 hojas)
Plano 13.- Medidas ambientales. Balsa.
Plano 14.- Medidas ambientales. Fauna.
Plano 15.- Medidas ambientales. Red Natura 2000.

Fuentes empleadas:

- CHE: Confederación Hidrográfica del Ebro.
- IDE Aragón: Infraestructuras de Datos Espaciales de Aragón (Gobierno de Aragón).
- IDE: Infraestructuras de Datos Espaciales (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).
- IGN: Instituto Geográfico Nacional (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana).
- INAGA: Instituto Aragonés de Gestión Ambiental.
- MITERD: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- PNOA: Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (IGN).



Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU · Gobierno de España · Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación · seiasa	Comunidad de regantes V de los Riegos de Bardenas	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)	Escala: 1:80.000	Fecha: ENERO 2023	Autor del Proyecto: INGENIERÍA L2 — EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO SAMUEL SARRÍA LARIO	Título del plano: SITUACIÓN — Plano nº: 1 — Hoja nº:

632000 636000 640000 644000 648000

4675000

4671500

4668000

N

Bardenas Reales

Sádaba

Biota

BARRANCO DE PINORTA

BARRANCO DE LA VALTIERTA

BARRANCO DE LAS SARDAS

BARRANCO DE ONZANOVA

Pinsoro

Ejea de los Caballeros

El Bayo

Biota

Bardenas Reales

BARRANCO DE LA NAVA

BARRANCO DE TRIPAZUL

RIO RIGUEL

BARRANCO DE VALAREÑA

Valareña

0 0,75 1,5 3 4,5 6 Kilómetros

Leyenda

- Balsa
- Estación de Bombeo
- Estación de Filtrado
- Acopio de materiales
- Parque de maquinaria
- Nudos aéreos
- Hidrantes
- Tuberías
- Hidrología lineal (Fuente: IDE Agua)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:45.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — INGENIERÍA — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: EMPLAZAMIENTO ACTUACIONES. GENERAL

Plano nº: 2.0.

Hoja nº:

642200 642500 642800 643100

4677000 4676750 4676500 4676250

N

Biota

0 62,5 125 250 375 500 Metros

Leyenda

- Balsa
- Estación de Bombeo
- Estación de Filtrado
- Acopio de materiales
- Parque de maquinaria
- Nudos aéreos
- Hidrantes
- Tuberías
- Hidrología lineal (Fuente: IDE Agua)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:3.500

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — INGENIERÍA L2 — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: EMPLAZAMIENTO ACTUACIONES. BALSA Y ZONAS DE ACOPIO.

Plano nº: 2.1.

Hoja nº:

640700
641000
641300
4675000
4674750
4674500
N
RIO RIGUEL
RIO RIGUEL
Ejea de los Caballeros
0
62,5
125
250
375
500
Metros

Leyenda

- Balsa
- Estacion de Bombeo
- Estacion de Filtrado
- Acopio de materiales
- Parque de maquinaria
- Nudos aéreos
- Hidrantes
- Tuberías
- Hidrología lineal (Fuente: IDE Agua)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:2.500

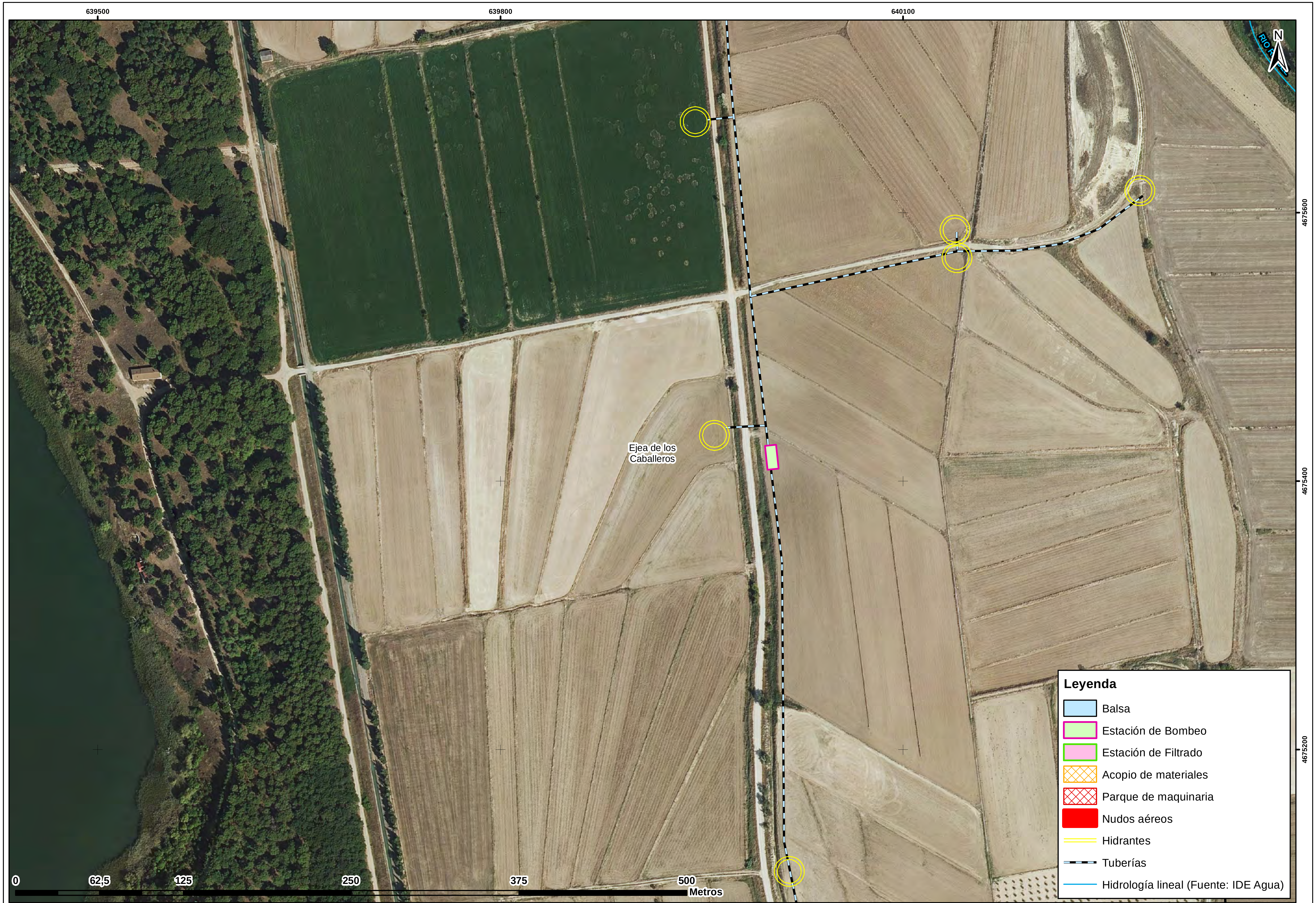
Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: L2 INGENIERÍA — EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: EMPLAZAMIENTO ACTUACIONES. ESTACIÓN DE FILTRADO

Plano nº: 2.2.

Hoja nº:



Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA | MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)	Escala: 1:2.500	Fecha: ENERO 2023	Autor del Proyecto: L2 INGENIERÍA	EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO	EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO	Título del plano: EMPLAZAMIENTO ACTUACIONES. ESTACIÓN DE BOMBEO	Plano nº: 2.3. Hoja nº:

638000

639500

641000

4674000

4673000

4672000

N

NUDO 2

E 1:2.500

NUDO 2

NUDO 6

E 1:2.500

NUDO 6

Ejea de los Caballeros

RIO RIGUEL

0 0,25 0,5 1 1,5 2 Kilómetros

Leyenda

- Balsa
- Estación de Bombeo
- Estación de Filtrado
- Acopio de materiales
- Parque de maquinaria
- Nudos aéreos
- Hidrantes
- Tuberías
- Hidrología lineal (Fuente: IDE Agua)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:10.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

INGENIERÍA

Título del plano: EMPLAZAMIENTO ACTUACIONES. NUDOS AÉREOS

Plano nº: 2.4.

Hoja nº:

636800
637100
637400
637700
4673800
4673600
4673400
4673200
N
Ejea de los Caballeros
Pinsoro
0
62,5
125
250
375
500
Metros

Leyenda

- Balsa
- Estación de Bombeo
- Estación de Filtrado
- Acopio de materiales
- Parque de maquinaria
- Nudos aéreos
- Hidrantes
- Tuberías
- Hidrología lineal (Fuente: IDE Agua)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:2.500

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — INGENIERÍA L2 — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: EMPLAZAMIENTO ACTUACIONES. PARQUE DE MAQUINARIA

Plano nº: 2.5.

Hoja nº:

636000
640000
644000
648000
4675000
4671500
4668000
N
Sádaba
Biota
Pinsoro
El Bayo
Bardenas Reales
Ejea de los Caballeros
Valareña
Bardenas
MALVECINO (REC 418)
MALVECINO
BARRANCO DE FLERO
BARRANCO DE RINORTA
BARRANCO DE LA VALTUERTA
BARRANCO DE LAS SARDAS
BARRANCO DE ONZANOVA
RIO RIGUEL
BARRANCO DE TRIPAZUL
BARRANCO DE VALAREÑA
BARRANCO DE CULETE
0 0,75 1,5 3 4,5 6
Kilómetros

Leyenda

- Zona de actuación
- Embalses (Fuente: CHE)
- Hidrología lineal (Fuente: IDE Agua)
- Canales (Fuente: IDE Agua)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:45.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto:
INGENIERÍA
EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO
EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Plano nº: 3.1.

Hoja nº:

636000 640000 644000 648000

4675000 4671500 4668000

N

Sádaba
Biota
Bardenas Reales
Pinsoro
Ejea de los Caballeros
El Bayo
Biota
Bardenas
Valareña

MALVECINO (REC 418)
MALVECINO

BARRANCO DE FLERO
BARRANCO DE RINORTA
BARRANCO DE LA VALTUERTA
BARRANCO DE LAS SARDAS
BARRANCO DE ONZANOVA
RIO RIGUEL
BARRANCO DE TRIPAZUL
BARRANCO DE VALAREÑA
BARRANCO DE CULETE

0 0,75 1,5 3 4,5 6 Kilómetros

Leyenda

- Zona de actuación
- Aguas Afectadas según RD 47/2022 (Fuente: IGN)
- Afección NO3 (2016-2019) (Fuente: CHE)
- Embalses (Fuente: CHE)
- Hidrología lineal (Fuente: IDE Agua)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:45.000

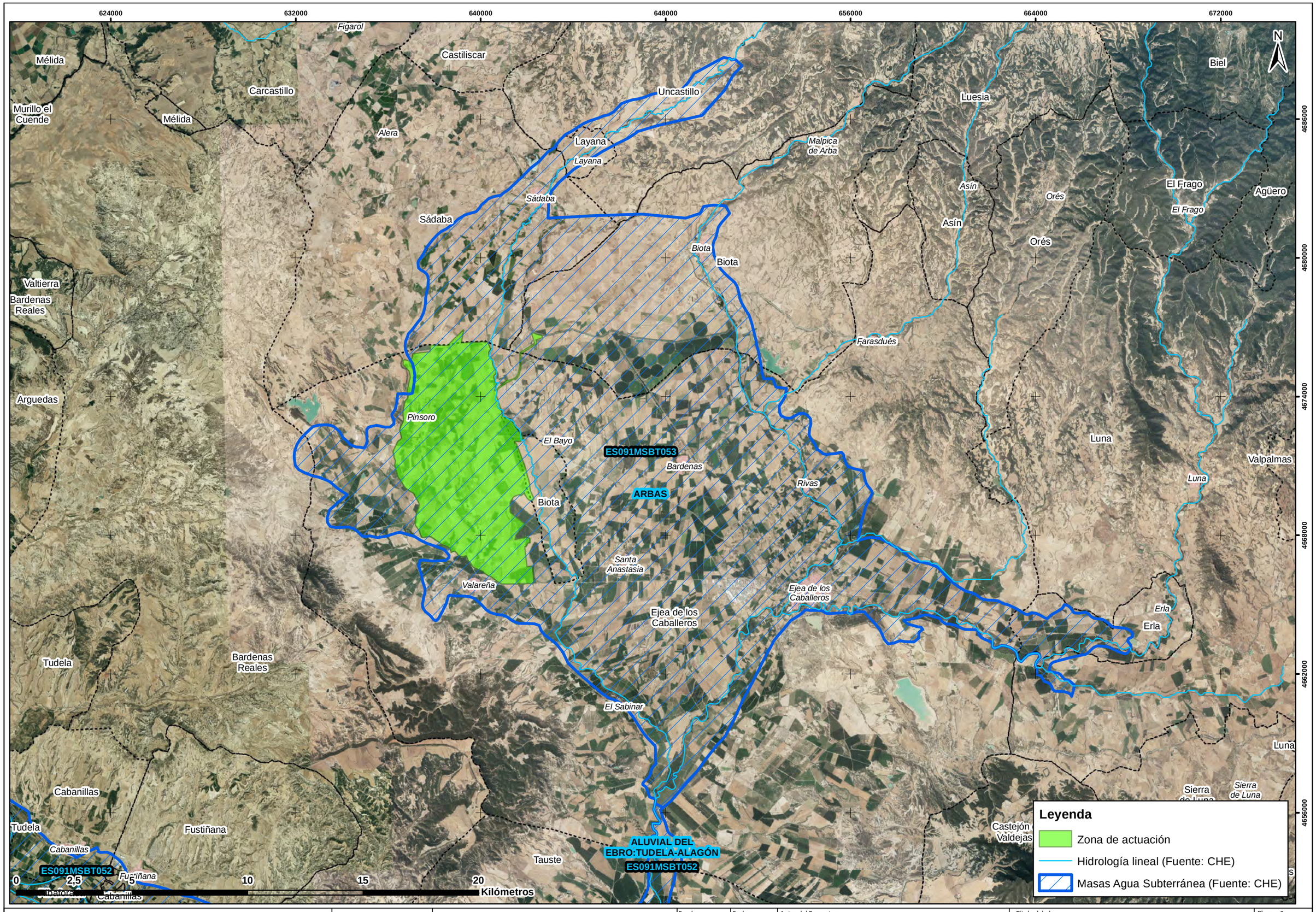
Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto:
INGENIERÍA
EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO
EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: AFECCIÓN NITRATOS AGUA SUPERFICIAL

Plano nº: 3.2.

Hoja nº:



Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:145.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: L2 INGENIERÍA — EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

Plano nº: 4.1.

Hoja nº:

624000 632000 640000 648000 656000 664000 672000

4686000 4680000 4674000 4668000 4662000 4656000

N

Mélida
Murillo el Cuende
Carcastillo
Mélida
Figarol
Castiliscar
Alera
Uncastillo
Layana
Layana
Sádaba
Sádaba
Malpica de Arba
Luesia
Biel
Asín
Asín
Orés
Orés
El Frago
El Frago
Agüero
Biota
Biota
Farasdués
Valtierra
Bardenas Reales
Arguedas
Pinsoro
El Bayo
ES091MSBT053
Bardenas
ARBAS
Rivas
Biota
Luna
Valpalmas
Luna
Santa Anastasia
Valareña
Ejea de los Caballeros
Ejea de los Caballeros
Erla
Erla
Tudela
Bardenas Reales
El Sabinar
Luna
Cabanillas
Tudela
Fustiñana
Cabanillas
Tauste
ALUVIAL DEL EBRO:TUDELA-ALAGÓN
ES091MSBT052
ES091MSBT052
Fustiñana
Castejón
Valdeja
Ibahora
Cabanillas

0 2,5 5 10 15 20 Kilómetros

Leyenda

- Zona de actuación
- Hidrología lineal (Fuente: CHE)
- Afección NO3 (2016-2019) (Fuente: CHE)
- Masas Agua Subterránea (Fuente: CHE)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:145.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

INGENIERÍA

Título del plano: AFECCIÓN NITRATOS AGUA SUBTERRÁNEA

Plano nº: 4.2.

Hoja nº:

632000 636000 640000 644000 648000

4678500 4675000 4671500 4668000 4664500

N

Bardenas Reales

Sádaba

Biota

Pinsoro

El Bayo

Bardenas

Biota

Ejea de los Caballeros

Bardenas Reales

Santa Anastasia

Valareña

0 0,75 1,5 3 4,5 6 Kilómetros

Leyenda

Zona de actuación

Vegetación y Usos del Suelo (IDE Aragón)

- BOSQUES DE CONÍFERAS
- BOSQUES DE FRONDOSAS
- CAUCES Y RIBERAS
- LÁMINAS DE AGUA Y HUMEDALES
- MATORRALES Y ARBUSTOS
- PASTIZAL-MATORRAL
- ROQUEDOS Y CANCHALES
- SUELO ARTIFICIAL
- SUELOS DESNUDOS POR EROSIÓN
- TIERRAS DE CULTIVO

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:55.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto:
INGENIERÍA
EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO
EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: VEGETACIÓN Y USOS DEL SUELO

Plano nº: 5

Hoja nº:

632000 636000 640000 644000 648000

4675000 4671500 4668000

N

CORDEL PASO LOCAL DE LA PAUL

COLADA DE LA PALIA O MUGA DE SÁDABA

VEREDA DEL CORRAL DE LAS CUEVAS

COLADA DE TROSIL O DE LAS CASAS DE CALERO

CORDEL DE SADABA

CABAÑERA REAL DE NAVARRA

Bardenas Reales

Sádaba

Pinsoro

Biota

El Bayo

Bardenas

Bardenas Reales

Ejea de los Caballeros

Biota

Valareña

0 0,75 1,5 3 4,5 6 Kilómetros

Leyenda

Zona de actuación

HIC (Fuente: MITERD)

1430

6220*

Montes de UP (Fuente: INAGA)

Bardena Alta

Bardena Baja

Bosquetes de Ejea de los Caballeros

Vías pecuarias (Fuente: INAGA)

Cañada

Colada

Cordel

Vereda

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:45.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

INGENIERÍA

Título del plano: HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO, MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA Y VÍAS PECUARIAS

Plano nº: 6

Hoja nº:

632000 638000 644000 650000 656000

4677000 4672500 4668000 4663500 4659000

N

Así

Sádaba

Biota

Biota

Farasdués

Pinsoro

El Bayo

Biota

Bardenas

Rivas

Santa Anastasia

Ejea de los Caballeros

Valareña

Ejea de los Caballeros

El Sabinar

Fustiñana

Leyenda

- Zona de actuación
- Colonia Cernícalo Primilla
- Area Crítica del Cernícalo Primilla (Fuente: INAGA)
- Aves Acuáticas (Fuente: INAGA)
- Aguilucho Lagunero (Fuente: INAGA)
- Aguilucho Pálido (Fuente: INAGA)
- Milano Real (Fuente: INAGA)

0 1,25 2,5 5 7,5 10 Kilómetros

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:85.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

L2 INGENIERÍA

Título del plano: FAUNA

Plano nº: 7

Hoja nº:

632000 636000 640000 644000 648000

4678500 4675000 4671500 4668000 4664500

N

Bardenas Reales

Sádaba

Biota

Pinsoro

El Bayo

Bardenas

Biota

Ejea de los Caballeros

Bardenas Reales

Valareña

0 0,75 1,5 3 4,5 6 Kilómetros

Leyenda

- Zona de actuación

Tipos de Paisaje

(Fuente: IDE Aragón)

- Áreas degradadas
- Áreas extractivas
- Áreas industriales
- Áreas urbanizadas aisladas
- Canales
- Cauces
- Cerros
- Cárcavas
- Embalses
- Fondos de rambla y barranco
- Fondos de vaguada
- Glacis
- Granjas y naves agrícolas
- Laderas
- Lagunas y estancas
- Llanuras
- Pequeñas mesas
- Planicies aluviales
- Plataformas
- Pueblos y aldeas
- Terrazas

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:55.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: INGENIERÍA

EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: PAISAJE

Plano nº: 8

Hoja nº:

632000
636000
640000
644000
648000
4675000
4671500
4668000
N
El Plano-Blanca alta
Sádaba
Biota
Lagunas y Carrizales de Cinco Villas
Pinsoro
Ejea de los Caballeros
El Bayo
Bardenas
Bardenas Reales
Biota
Bardenas Reales
Rincón del Bu-La Nasa-Tripazul
Loma Negra
Loma La Negra - Bardenas
Lagunas y Carrizales de Cinco Villas
Valareña
0
0,75
1,5
3
4,5
6
Kilómetros

Leyenda

- Zona de actuación
- **RED NATURA 2000**
- LICS (Fuente: IDE)
- ZEPAS (Funte: IDE)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:50.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

INGENIERÍA

Título del plano: RED NATURA 2000

Plano nº: 9.1.

Hoja nº:

638400

639200

640000

4676000

4675200

N

Ejea de los Caballeros

Lagunas y Carrizales de Cinco Villas

ES0000289

1:1.500

0 125 250 500 750 1.000 Metros

Leyenda

- Hidrantes
- Tuberías
- Estación de Bombeo
- **RED NATURA 2000**
- ZEPAS (Fuente: IDE)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:6.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: L2 INGENIERÍA — EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: RED NATURA 2000 DETALLE AFECCIÓN A ZEPA

Plano nº: 9.2.

Hoja nº:

628000 632000 636000 640000 644000 648000

4678500 4675000 4671500 4668000 4664500

N

Sádaba

Biota

Biota

Pinsoro

El Bayo

Bardenas

Biota

Bardenas Reales

Bardenas Reales

Ejea de los Caballeros

Santa Anastasia

Valareña

Rincon del Bu

0 1 2 4 6 8 Kilómetros

Leyenda

Zona de actuación

Espacios Naturales Protegidos (Fuente: IGN)

Reserva Natural

Parque Natural

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:65.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

L2 INGENIERÍA

Título del plano: ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS

Plano nº: 10

Hoja nº:

636000
640000
644000
648000
4675000
4671500
4668000
N
Sádaba
Biota
Biota
Ejea de los Caballeros
BARRANCO DE FILERO
BARRANCO DE PINORTA
BARRANCO DE LAS SARDAS
BARRANCO DE LA VALTUERTA
BARRANCO DE ONZANOVA
BARRANCO DE VALAREÑA
RIO RIGUEL
SONDEO B1
2611-7-0004
P-XVIII-3
P-XVIII-2
SONDEO B2
P-XVIII-1
2611-7-0005
P-XIX-1
0
0,75
1,5
3
4,5
6
Kilómetros

Leyenda

- Zona de actuación
- Hidrología lineal (Fuente: IDE Agua)
- Puntos Muestreo Agua Subterránea

Geología

- ALUVIALES Y FONDOS DE VALLE. GRAVAS, ARENAS Y ARCI
- ARCILLAS O MARGAS Y ARENISCAS
- ARCILLAS Y ARENISCAS. NIVELES CALIZOS
- ARCILLAS Y LIMOLITAS. NIVELES DE YESOS Y CALIZAS
- CALIZAS Y MARGAS
- COLUVIONES. CANTOS, ARENAS Y ARCILLAS
- GLACIS. CANTOS, ARENAS Y ARCILLAS
- ZONAS ENDORREICAS Y SEMIENDORREICAS. ARCILLAS Y LI

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:45.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO · EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

L2 INGENIERÍA

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES. MASAS DE AGUA. MUESTREO AGUAS SUBTERRÁNEAS

Plano nº: 11.1.

Hoja nº:

632000 636000 640000 644000 648000 652000

4682000 4678500 4675000 4671500 4668000

N

Sádaba Uncastillo Biota Pinsoro Ejea de los Caballeros El Bayo Santa Anastasia Valareña Bardenas Reales

BARRANCO DE FILERO
BARRANCO DE LAS CONTADERAS
BARRANCO DE CARRALICA
BARRANCO DE VAL DE BIOTA
BARRANCO DEL FILERO
BARRANCO DE PINORTA
BARRANCO DE LAS SARDAS
BARRANCO DE LA VALTUERTA
RIO GUEL
BARRANCO DE ONZANOVA
BARRANCO LOS CAMBRONES
BARRANCO ZAPATA O DE LA CRUCETA
BARRANCO DE LA NASA
BARRANCO DE TRIPIAZAL
BARRANCO DE JIMENEZ
BARRANCO DE LOS SORIANO
BARRANCO DE VALAREÑA
RIO FARASDUES OAGONIAS

D-XVIII-9 D-XVIII-5 D-XVIII-3 D-XIX-2 D-XIX-7

0 1 2 4 6 8 Kilómetros

	Sup (Ha)	Sup dentro del área a modernizar (Ha)
D-XVIII-3	1.382,45	1.345,73
D-XVIII-5	233,92	233,92
D-XVIII-9	1.461,00	667,73
D-XIX-2	290,79	290,79
D-XIX-7	153,97	153,97
	3.522,13	2.692,14

Leyenda

- Zona de actuación
- Hidrología lineal (Fuente: IDE Agua)

SUBCUENCAS ÁREA A MODERNIZAR

- D-XVIII-3
- D-XIX-7
- D-XIX-2
- D-XVIII-5
- D-XVIII-9

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU
GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN
seiasa
Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:65.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO
L2 INGENIERÍA

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES. MASAS DE AGUA. MUESTREO AGUAS SUPERFICIALES

Plano nº: 11.2.

Hoja nº:

638500 642000 645500 649000 652500

4675000

4671500

4668000

N

Sádaba

Pinsoro

El Bayo

Biota

Valareña

1

2

0 0,75 1,5 3 4,5 6 Kilómetros

0 25 50 100 150 200 Metros

E 1:3.000

Leyenda

- Zona de actuación
- Plantaciones

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:45.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — INGENIERIA — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES. FLORA. PLANTACIONES SUPERFICIALES

Plano nº: 12.1.

Hoja nº:

639200
640000
640800
641600
642400
4674000
4673400
4672800
4672200

Nudo 2

Ejea de los Caballeros

Nudo 6

0 0,125 0,25 0,5 0,75 1 Kilómetro

Nudo 2

0 5 10 20 30 40 Metros

E 1:1.000

Nudo 6

0 5 10 20 30 40 Metros

E 1:1.000

N

Leyenda

- Zona de actuación
- Nudos aéreos
- Plantaciones lineales

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:10.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — INGENIERÍA L2 — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES. FLORA. PLANTACIONES LINEALES NUDOS AÉREOS

Plano nº: 12.2.

Hoja nº: HOJA 2 DE 2

639300 640600 641900 643200 644500

4676400 4675200 4674000

Sádaba

Estación de bombeo

Estación de filtrado

Ejea de los Caballeros

Biota

0 0,25 0,5 1 1,5 2 Kilómetros

N

Estación de bombeo

0 5 10 20 30 40 Metros

E 1:1.000

Estación de filtrado

0 5 10 20 30 40 Metros

E 1:1.000

Leyenda

- Zona de actuación
- Plantaciones lineales
- Estación de Bombeo
- Estación de Filtrado

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:15.500

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: L2 INGENIERÍA

EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES. FLORA. PLANTACIONES LINEALES CASETAS DE BOMBEO Y FILTRADO

Plano nº: 12.2.

Hoja nº: HOJA 1 DE 2

637700

638150

638600

4676100

4675800

4675500

Sádaba

Ejea de los Caballeros

N

0 50 100 200 300 400 Metros

Leyenda

Zona de actuación

Siembras

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:3.500

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto:

L2 INGENIERÍA

EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES. FLORA. SIEMBRAS

Plano nº: 12.3.

Hoja nº: HOJA 1 DE 3

637250 637700 638150 638600 639050

4673950 4673600 4673250 4672900

N

Ejea de los Caballeros

Pinsoro

0 100 200 400 600 800 Metros

Leyenda

Zona de actuación

Siembras

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:5.500

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — INGENIERÍA — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES. FLORA. SIEMBRAS

Plano nº: 12.3.

Hoja nº: HOJA 2 DE 3

638250 638500 638750

4672050 4671900 4671750 4671600

N

Ejea de los Caballeros

0 37,5 75 150 225 300 Metros

Leyenda

- Zona de actuación
- Siembras

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:2.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto:

L2 INGENIERÍA

EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES. FLORA. SIEMBRAS

Plano nº: 12.3.

Hoja nº: HOJA 3 DE 3

642140 642310 642480 642650

4676700 4676570 4676440 4676310

N

Biota

0 37,5 75 150 225 300 Metros

Leyenda

- Balsa
- Plantación perimetral valla
- Hidrosiembra talud
- Isla flotante fauna
- Escalera fauna

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:2.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: L2 INGENIERÍA

EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO

EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES BALSA

Plano nº: 13

Hoja nº:

632000
638000
644000
4677000
4672500
4668000
N
Bardenas Reales
Sádaba
Biota
Pinsoro
Ejea de los Caballeros
El Bayo
Valareña
0
0,75
1,5
3
4,5
6
Kilómetros

Leyenda

Zona de actuación

Cajas Nido

- Cernícalo primilla
- Insectos
- Murciélagos (4 cajas por punto)
- Rapaces

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA PESCA Y ALIMENTACIÓN · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES NºV DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:45.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — INGENIERÍA — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES FAUNA

Plano nº: 14

Hoja nº:

639200

640000

640800

4676000

4675200

N

Lagunas y
Carrizales de
Cinco Villas

ES0000289

Ejea de
los Caballeros

1:1.000

0 125 250 500 750 1.000 Metros

Leyenda

- Balizado
- Tuberías
- ZEPAS (Fuente: IDE)

Financiado por la Unión Europea NextGenerationEU

GOBIERNO DE ESPAÑA · MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN · TR · seiasa

Comunidad de regantes V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DE LA MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Escala: 1:6.000

Fecha: ENERO 2023

Autor del Proyecto: EL INGENIERO AGRÓNOMO, JOSÉ MIGUEL LA PLAZA MARCO — EL INGENIERO AGRÓNOMO, SAMUEL SARRÍA LARIO

L2 INGENIERÍA

Título del plano: MEDIDAS AMBIENTALES. RN2000. BALIZAMIENTO

Plano nº: 15

Hoja nº: