

DOCUMENTO Nº 1

MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

MEMORIA

ÍNDICE

MEMORIA

1	JUSTIFICACIÓN DEL PRTR Y ANTECEDENTES	5
1.1	JUSTIFICACIÓN DEL PRTR	5
1.2	ANTECEDENTES	5
1.3	DECLARACIÓN DE INTERÉS GENERAL	9
2	OBJETO DEL PROYECTO	9
3	PROMOTOR	10
4	SITUACIÓN ACTUAL	11
4.1	UBICACIÓN	11
4.2	ORGANIGRAMA DEL PERSONAL	11
4.3	SUPERFICIE TOTAL	12
4.4	NÚMERO DE REGANTES	12
4.5	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EXISTENTE Y PORCENTAJE DE CADA SISTEMA	12
4.6	CULTIVOS IMPLANTADOS CON LAS SUPERFICIE DE CADA CULTIVO	12
4.7	DETALLE DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL RIEGO EN LA COMUNIDAD	13
4.8	RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES. ORIGEN Y DOTACIÓN	13
4.9	CALIDAD DE LAS AGUAS	13
5	JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES	15
6	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	16
6.1	DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS	16
6.2	ALTERNATIVA 0	17

6.3	ALTERNATIVA 1 Y 2	17
6.4	ALTERNATIVA DE LA RED DE RIEGO Y ZONA A MODERNIZAR	21
6.5	ESTUDIO DE ELECCIÓN DE MATERIALES PARA LAS TUBERÍAS	24
6.6	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE LA BALSA	27
6.7	ESTACIÓN DE BOMBEO. UBICACIÓN Y ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	31
6.8	TRAZADO DE LA RED DE RIEGO	32
7	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO DE LA ZONA A MODERNIZAR	33
7.1	LOCALIZACIÓN	33
7.2	CLIMATOLOGÍA	33
7.3	GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	37
8	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	37
9	INGENIERIA DEL PROYECTO	39
9.1	ESTUDIO GEOTÉCNICO	39
9.1.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
9.2	ESTUDIO ARQUEOLÓGICO	47
9.3	INGENIERIA DE DISEÑO	48
9.4	SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO	50
9.5	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	50
9.6	SISTEMA DE RIEGO. PARÁMETROS DEFINITORIOS	52
9.6.1	ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO TIPO	52
9.6.2	NECESIDADES DE AGUA	52
9.6.3	ORGANIZACIÓN DE LOS RIEGOS	53
9.7	CÁLCULO DE ESTRUCTURAS	54
9.7.1	ARQUETAS DE ALOJAMIENTO	54
9.7.2	NAVE PARA LA ESTACION DE FILTRADO	55
9.7.3	NAVE PARA LA ESTACION DE BOMBEO	55
9.7.4	COBERTIZO PARA NUDOS	55

10 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E	55
10.1 RED DE RIEGO	55
10.1.1 AGRUPACIONES DE RIEGO	55
10.1.2 TRAZADO DE LA RED	56
10.1.3 PRESION NECESARIA EN EL HIDRANTE	56
10.1.4 DOTACIONES DE RIEGO	56
10.1.5 CAUDALES DE DISEÑO	57
10.1.6 MATERIALES Y TIMBRAJES	59
10.1.7 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED	59
10.1.8 RED TERCIARIA	62
10.1.9 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA RED	63
10.1.10 ELEMENTOS SINGULARES	65
10.1.11 OBRAS SINGULARES	69
10.2 OBRA DE TOMA	70
10.3 Balsa de Regulación	71
10.3.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS GENERALES	71
10.3.2 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA Balsa	74
10.4 ESTACIÓN FILTRADO	75
10.5 ESTACIÓN DE BOMBEO	76
10.6 CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	77
10.7 INSTALACIONES FOTOVOLTÁICAS	80
10.7.1 CENTRO DE PROTECCIÓN CATÓDICA	80
10.7.2 ESTACIÓN DE FILTRADO	81
10.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	81
10.8.1 INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO	81
10.8.2 INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN EN LA ESTACIÓN DE FILTRADO	82
11 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS	83
11.1 MARCO NORMATIVO	83

11.2	CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS	84
11.3	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	84
11.4	TRAMITACIÓN AMBIENTAL	86
11.5	PLIEGO DE CONDICIONES	86
11.6	OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS. EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES	86
11.7	SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS	87
11.8	ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN	88
11.9	CLASIFICACION DEL CONTRATISTA	90
11.10	FORMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS	90
11.11	PLAZO DE EJECUCIÓN, PLAN DE OBRA Y PERIODO DE GARANTÍA	91
11.12	PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD	92
12	PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES	93
13	OBRA COMPLETA	94
14	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	94
15	PRESUPUESTO	98
16	PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	99

1 JUSTIFICACIÓN DEL PRTR Y ANTECEDENTES

1.1 JUSTIFICACIÓN DEL PRTR

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto están enmarcadas dentro del Anexo I del Convenio firmado el 25 de junio de 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, Fase I.

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 la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad energética en los regadíos españoles.

En los anexos del proyecto se incluye la información que determina el encaje en los objetivos del Plan, así como la información necesaria para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia. En este sentido, en el artículo 17 del Reglamento 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 establece la necesidad de cumplir el principio de no causar un perjuicio significativo (DNSH) a los objetivos medioambientales recogidos en el artículo 9 del citado Reglamento.

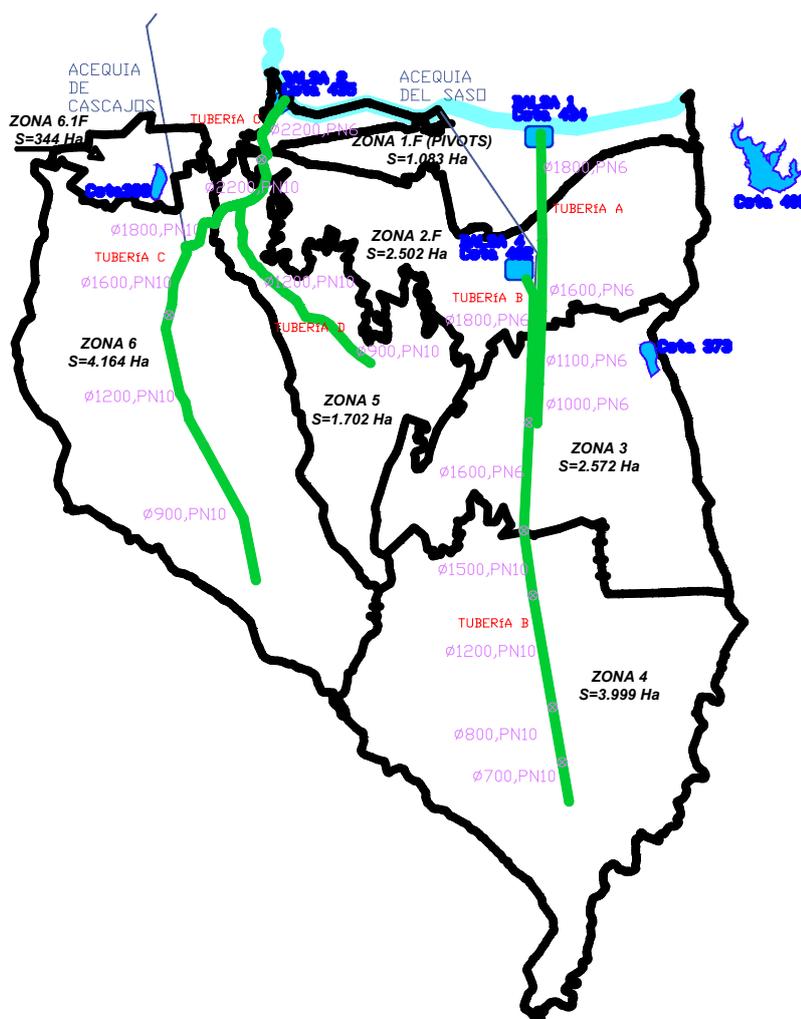
1.2 ANTECEDENTES

En el año 2014, se redactó el por parte del Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Zaragoza el ***PLAN DIRECTOR DE MODERNIZACIÓN DE BARDENAS***. Dicho Plan estableció diferentes bloques de

estudio. El primer bloque (que es el que nos ocupa) venía integrado por la Comunidades de Regantes: nº V, SAT Ansó y Riguel.

El Plan Director analizó las alternativas más ventajosas para desarrollar la modernización y realizó entre otros el Estudio Agronómico que determinaba las necesidades hídricas de los cultivos en base a una alternativa de cultivos y estableció los parámetros de diseño para el dimensionado de las redes de riego de la modernización de Bardenas.

Las alternativas se valoraron desde el punto de vista hidráulico y económico, concluyendo como Alternativa más ventajosa la siguiente:



En Mayo de 2021 se redactó el *Anteproyecto de modernización integral del regadío mediante transformación de riego a presión en la C.R. nº V "Riegos de Bardenas"*. Este Anteproyecto desarrolló dicha Alternativa introduciendo un pequeño cambio que fue el de unir el Sector 6 y 7 en un único sector; el 6 al considerar que el Sector 7 (de presión forzada) era demasiado pequeño (344 Has) y estaba demasiado alejado de los Sectores de presión forzada (Sector 1 y 2) para unirlos a los mismos en cuanto al diseño de las redes.

En dicho Anteproyecto se hizo un estudio de Alternativas para la elección de los materiales a utilizar en las tuberías, se analizaron las diferentes opciones para el suministro de presión a los Sectores 1 y 2, mediante una balsa de copa y bombeo con parque solar. Se calcularon las redes mediante el paquete informático denominado GESTAR (GESTIÓN de Agua de Riego), para el cálculo y simulación de redes de riego a presión desarrollado por la Escuela Politécnica de Huesca (Universidad de Zaragoza). Se ubicaron y predimensionaron las balsas de riego, se estudiaron los equipos de filtrado y bombeo, se realizó un estudio de automatización, se establecieron medidas ambientales y se cuantificaron económicamente todas las obras necesarias. El importe de las mismas superaba los 138 millones de euros.

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.

ZONA	SECTOR	SUPERFICIE	HIDRANTES	BALSA	CAPACIDAD
4	S1 (MODERNIZADA)	1.227,30	76	4-5	150.990,00
	S2	2.390,89	202	4	393.588,00
3	S3 (MODERNIZADA)	763,89	72	3	330.558,00
	S3 (AYTO)	344,33	35	3	330.558,00
	S3	1.770,55	151	3	330.558,00
2	S4	3.978,79	231	2	321.654,00
1	S5	1.702,02	93	1	489.929,00
	S6	4.583,14	290	1	489.929,00
TOTAL		16.760,91	1.150		

Por motivos presupuestarios, de la Zona 1 se han redactado 2 proyectos; uno acogido a la Orden AGM/556/2021 de 12 de mayo, por la que se convocan subvenciones en materia de inversiones para la modernización integral del regadío y de inversiones para la mejora y adaptación de regadíos, en el marco del Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2014-2020, para el año 2021, con un total de 2.144,55 Has y otro que es el que nos ocupa, seleccionado por el "Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos", incluido en Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la economía española. Fase I, con un total de 3.710,73 Has.

1.3 DECLARACIÓN DE INTERÉS GENERAL

Dicha actuación tiene la Declaración de Interés General, según 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.

2 OBJETO DEL PROYECTO

El Proyecto de modernización del regadío en la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas (Zona 1) (Zaragoza), tiene por objeto modernizar la infraestructura de regadío para lograr una mejor optimización del recurso hidrológico y energético del riego contribuyendo así a la mitigación de los efectos adversos derivados del cambio climático. La actuación contempla la instalación de las siguientes infraestructuras que se diseñan para llevar a cabo las actuaciones del proyecto: Balsa de Riego y Obra de toma. Estación de Filtrado. Estación de Bombeo Red de riego presurizada. Red de riego terciaria. Control y automatización de todo el sistema Medidas ambientales y arqueología El objeto del proyecto es 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.

Es por ello que se redacta el presente Proyecto con objeto de definir, describir, calcular y planificar la ejecución de todos los elementos, obras, instalaciones y actuaciones necesarios para modernizar la zona en cuestión.

3 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

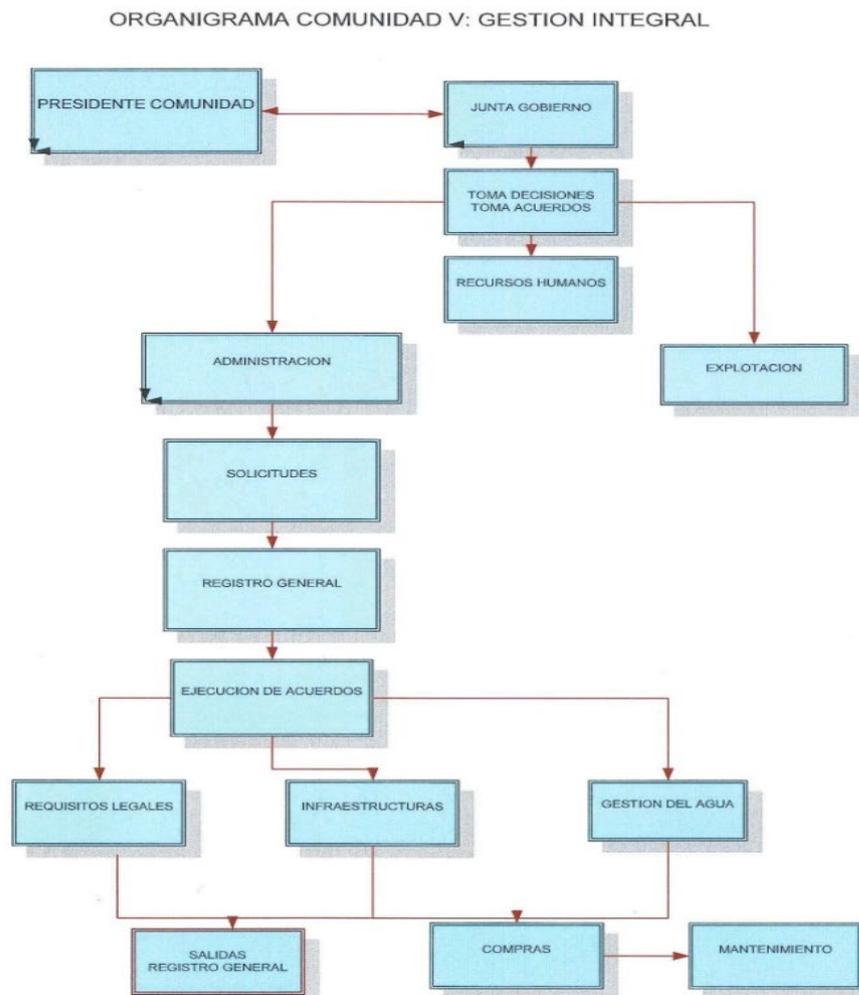
4 SITUACIÓN ACTUAL

4.1 UBICACIÓN

La Comunidad de Regantes nº V se encuentra situada en la Comarca de las Cinco Villas, al norte de la provincia de Zaragoza. Pertenece a la Comunidad General de Regantes del Canal de Bardenas.

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

4.2 ORGANIGRAMA DEL PERSONAL



4.3 SUPERFICIE TOTAL

La Comunidad cuenta con un total de 17.931 hectáreas, de las que 15.773 son de regadío.

4.4 NÚMERO DE REGANTES

Número total de regantes de la Comunidad es de 1.074 regantes

4.5 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO EXISTENTE Y PORCENTAJE DE CADA SISTEMA

Sistema	Superficie (Ha)	Porcentaje %
Inundación	11.823	74,96
Aspersión	3.100	19,65
Localizado	850	5,39
TOTAL	15.773	

4.6 CULTIVOS IMPLANTADOS CON LAS SUPERFICIE DE CADA CULTIVO

COMPARATIVA DE CULTIVOS: * Incluye 2º Cultivos.

CULTIVO	2016	2017	2018	2019	2020
ABANDONO	326	443	332	474	498
ALFALFA	3.250	3.003	2.862	2.800	2.471
ARBOLADO	423	496	612	700	885
ARROZ	371	307	268	253	223
CEREAL	6.774	6.943	7.360	7.216	6.889
GIRASOL	348	274	291	521	511
HIERBA	1.292	1.453	1.559	1.847	2.151
HORTALIZA	576	584	949	978	927
LEGUMINOSAS	356	184	314	513	634
BIOMASA	78	63	13	13	5
MAIZ	3.044	2.669	2.254	1.910	1.788
VIÑA	26	25	26	26	20
Total General	16.864	16.444	16.840	17.251	17.002

4.7 DETALLE DE LA GESTIÓN ACTUAL DEL RIEGO EN LA COMUNIDAD

El riego en la Comunidad se efectúa a la demanda en riego por inundación, gestionado por el programa informático Sgrnet 8.0., controlando los cultivos, petición y consumos. En riego por aspersión con bombes directos se emplea el telecontrol correspondiente volcándose su información al Sgrnet y en el riego por aspersión por presión natural es a la demanda con un funcionamiento similar al de riego por inundación gestionado por el programa informático Sgrnet 8.0.

4.8 RECURSOS HÍDRICOS DISPONIBLES. ORIGEN Y DOTACIÓN

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 1/2016 de 8 de enero por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro, la dotación asignada al Canal de las Bardenas y por ende a la Comunidad de Regantes nº V es de 9.129 m³/Ha/año.

4.9 CALIDAD DE LAS AGUAS

Se ha estudiado la calidad del agua de riego (Anejo 8) mediante el análisis de los datos de calidad del agua de riego, que se han tomado del punto de muestreo 0560-FQ situado en el Canal de Bardenas. Esta estación presenta una serie de muestreos en 20 años que van desde enero de 2002 hasta la actualidad. Se han detallado los siguientes parámetros:

- Salinidad
 - Contenido en sales: Valor medio 0,225 dS/m
 - Cationes y aniones (Ver Anejo 8)
- Nutrientes
 - Nitrato: Valor medio de 1,96 mg/l
 - Amonio: < de 0,14 mg/l
 - Fosfato: Valor medio de 0,087 mg/l
- Varios

- pH: Valor medio de 8,25 mg/l
- Boro: Valor medio de 0,014 mg/l
- RAS (Relación de Adsorción de Sodio): 0,35
- Turbidez (sólidos en suspensión): Valor medio de 9,14 mg/l

Las conclusiones son las siguientes:

El agua de riego se califica como bicarbonatada cálcica. Su mineralización 0,225 dS/m y su relación de adsorción de sodio 0,35 son bajos y no presentan riesgos importantes ni restricciones para el riego.

Sin embargo, los valores anteriores de CE y RAS apuntan a un riesgo leve de que el agua cause un problema de disminución de la infiltración asociado al proceso de sodificación. Para evitar el encostramiento del suelo por la acción dispersante del sodio se recomienda utilizar métodos físicos como el laboreo superficial.

Dado el pH de 8,25 del agua de riego hay cierto riesgo de que el agua provoque obstrucciones por precipitaciones de carbonato cálcico en el sistema de riego en parcela. La precipitación de carbonato cálcico más frecuente se produce en los emisores (aspersores y goteros) y en los filtros, así como en las zonas donde el agua permanece estancada entre riegos. Por lo que se recomienda hacer un mantenimiento y limpieza de estos elementos para evitar su obstrucción y mala uniformidad del riego.

La fracción de lavado que se debe aplicar para evitar una acumulación excesiva de sales en la zona radicular es:

- 1,6 % en maíz
- 1,3 % en alfalfa
- 0,6 % en trigo
- 1,7 % en almendro

Estos valores de fracción de lavado se ven ampliamente sobrepasados ya que, debido a los Coeficientes de Uniformidad de los sistemas de riego a instalar en parcela, el exceso de agua aplicado se sitúa en torno al 8-10% evitando una la acumulación de sales en la zona radicular.

Los bajos contenidos nitrógeno en agua de riego justifican que no se instale un sistema común de monitorización y control del contenido de nitrógeno en el agua de riego, antes de su aplicación.

5 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES

La modernización permitirá modificar la programación del riego para mejorar la eficiencia del riego, de manera que se reduzca el drenaje y el déficit hídrico. La ejecución del proyecto, además de facilitar la gestión del agua, introduce la presurización del riego, lo que facilitará ir a modelos de riego con usos de agua menores a los que actualmente se están llevando a cabo (riego por inundación). Los actuales riegos por inundación podrán ser sustituidos por riegos con dosis más pequeñas y más frecuentes, que son más eficientes en la aplicación del recurso y se adaptan mejor a las necesidades de los cultivos. Asimismo, la presurización de la red de riego evitará las pérdidas de agua que se realizan en el transporte y la distribución del agua. Todo esto hará que la extracción del canal bajo el nuevo sistema de riego se reduzca.

Entre las medidas adoptadas por el proyecto se incluyen algunas para cuantificar los volúmenes de agua, tanto los aplicados para el riego, como los de los drenajes, con el objeto de tener una mejor visión del balance hídrico del sistema, y así mismo poder gestionarlo de forma ordenada y sostenible.

Por otro lado, el proyecto contempla la elaboración de un mapa de Capacidad de Retención de Agua Disponible (CRAD) en los suelos de la zona regable. Con este mapa de CRAD, los datos climáticos y de los cultivos, se utilizará 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. La programación permite ajustar el riego a las necesidades de los cultivos, reducir las pérdidas por drenaje, y así conseguir un

riego más eficiente. Este seguimiento es un método aprobado en la directriz científico técnica elaborada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

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. Se estima que el cambio en la eficiencia del riego que permite la modernización permitirá reducir la masa de nitrógeno exportado por el drenaje.

6 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

6.1 DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Para valorar y analizar cada una de las alternativas estudiadas se han barajado como aspectos fundamentales los parámetros técnicos, los parámetros económicos, tanto desde el punto de vista de la inversión como de la explotación y, por último, los condicionantes de carácter medioambiental, considerados todos ellos con la misma importancia relativa en el proceso de toma de decisiones.

De esta forma, en el Anejo nº 6, se realiza una descripción de las diferentes consideraciones tenidas en cuenta en este proceso y en base a las cuales se han analizado las diversas alternativas estudiadas, justificando así la decisión adoptada con respecto a la alternativa finalmente determinada como definitiva.

Los principales estudios de alternativas que se han realizado son:

- Alternativa 0
- Alternativa 1
- Alternativa 2
- Alternativa de la red de riego y zona a modernizar.
- Estudio de elección de materiales para las tuberías.
- Estudio de la balsa.
- Estación de bombeo. Ubicación y alimentación eléctrica.

- Trazado de la red de riego.

6.2 ALTERNATIVA 0

En primer lugar, se analizó la Alternativa 0, que es la alternativa de no ejecución de la obra. La alternativa de no ejecución de la obra no tiene en cuenta la necesidad de la modernización de esta área de regadío para la mejora de los rendimientos de los cultivos y la mejora de la calidad de vida de los agricultores. Lo que se podría traducir a largo plazo en un progresivo abandono de los campos de cultivo, por una baja rentabilidad, produciéndose una deslocalización progresiva de la población en el medio rural.

Del mismo modo la no ejecución de las obras no plantea ventajas medioambientales significativas. Por estos motivos se ha descartado.

6.3 ALTERNATIVA 1 Y 2

En primer lugar, debemos explicar que la Comunidad de Regantes nº V de los Riegos de Bardenas lleva desde el año 2010 realizando diferentes estudios para modernizar su comunidad.

Concretamente estas alternativas han sido desarrolladas por uno de estos estudios que encargo la Comunidad, es el **Plan Director de Modernización de Bardenas, realizado por la Diputación General de Aragón en Noviembre de 2.014.**

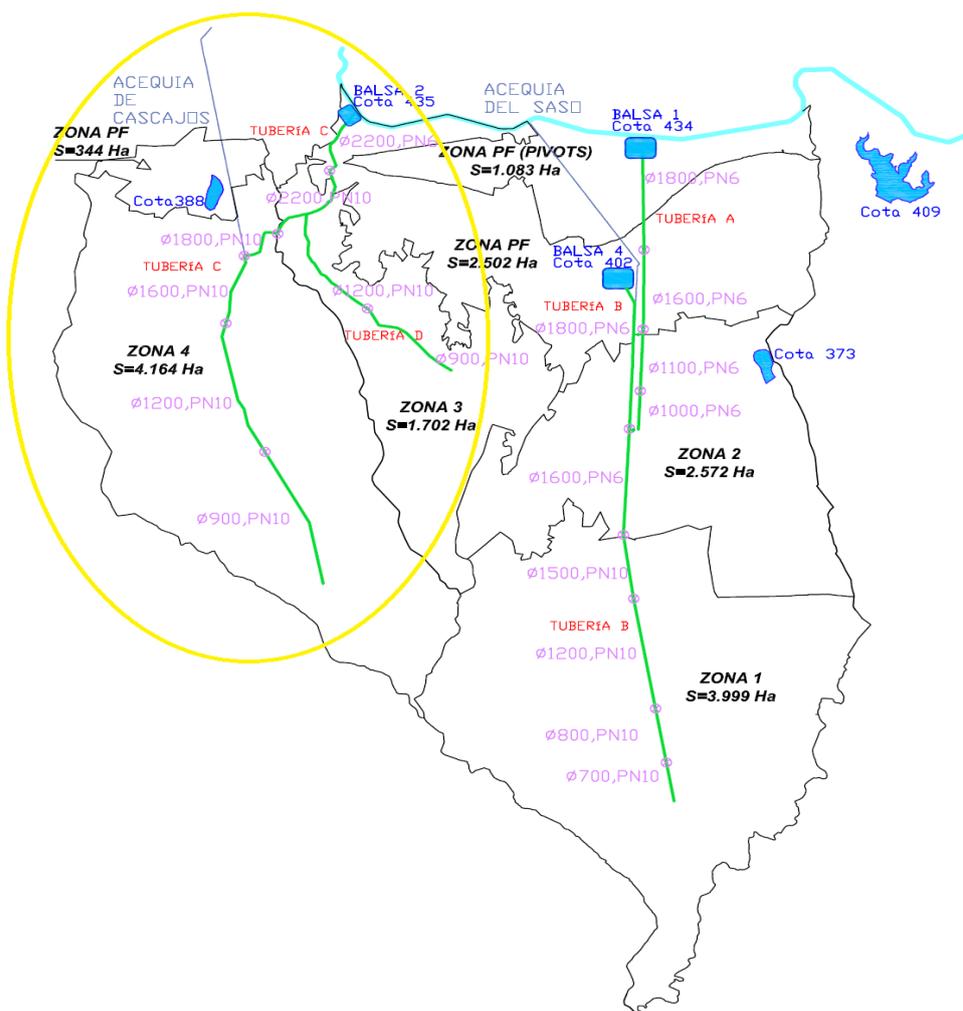
Este documento realizó un estudio pormenorizado de las alternativas. Dichas alternativas versaban según se indicaba en dicho Plan: "...sobre las diferentes opciones de la red de alta que deban acometerse en el Plan Director de Modernización. Sobre ellas, se integrarán las redes de baja, que serán definidas en sus respectivos planes coordinados de modernización y ya en detalle constructivo definitivo en sus respectivos proyectos finales."

En este Plan Director, se definió el ámbito del estudio de la modernización. Se incluyeron en el estudio la totalidad de las comunidades de base del sistema hidráulico de Bardenas.

Por lo tanto, la alternativa 1 y 2 que se van a valorar han sido extraídas de este Plan Director.

La Alternativa 1 se ha extraído 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 nº2, construida junto al canal, con una captación por gravedad desde el Canal de las Bardenas, a partir de esta 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.



La valoración de la ejecución de esta alternativa ha sido extraída del Plan Director.

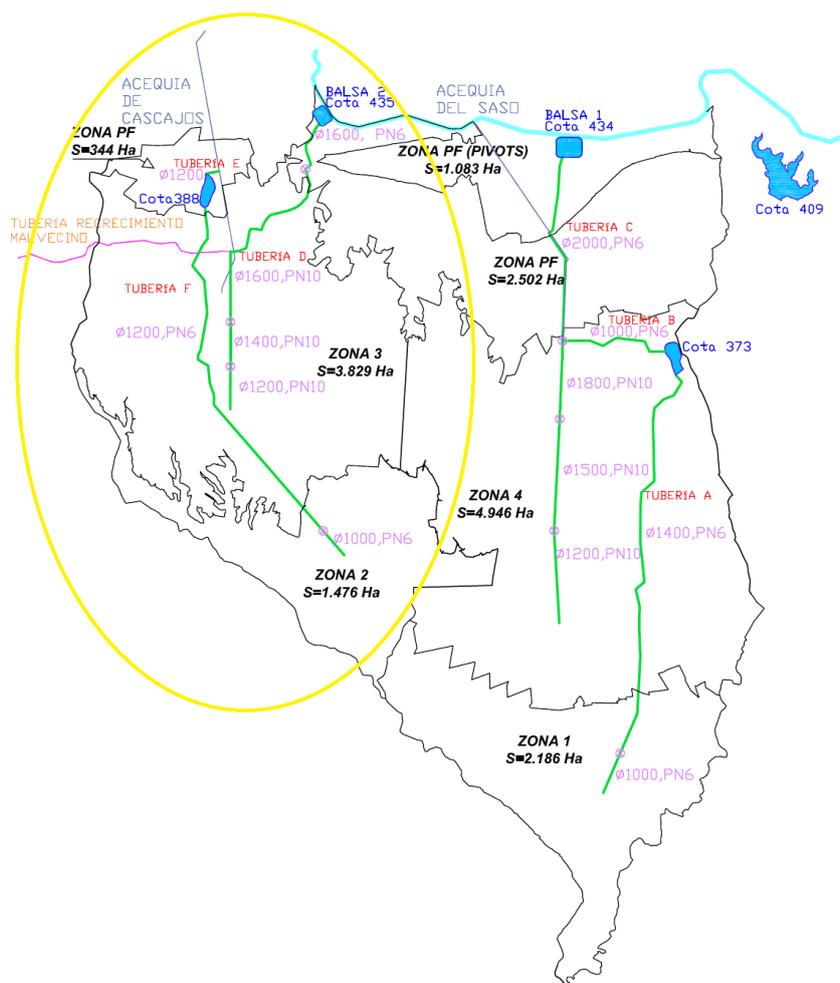
Para poder comparar los resultados entre las alternativas se ha sacado el ratio por hectárea ya que estas alternativas no son exactamente la misma superficie, **quedando un precio por hectárea de 3.365 €/ha.**

La Alternativa 2 se ha extraído la Alternativa 1.1 del Plan Director y se ha valorado solo la zona que afecta a la superficie a modernizar.

En esta alternativa 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 del plano siguiente)

Para modernizar la zona Sur de la superficie a modernizar esta alternativa 2 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 del siguiente plano.

A continuación, se muestra el plano del Plan director correspondiente a esta alternativa.



Para la valoración, se ha utilizado el mismo criterio que antes **quedando un precio por hectárea de 3.442 €/ha**

Recopilando la información anterior, queda demostrado que la alternativa nº 1 es la mejor solución económica ya que el ratio por hectárea de menor.

Esta solución es técnicamente mejor y más sencilla ya que solo se construye una sola balsa con una sola captación y no hay que realizar una nueva toma de captación ni de salida en el Lagunazo del Moncayuelo.

Además la Laguna de Moncayuelo está incluida en la Red Natura 2000 como Zepa ES0000289, Lagunas y Carrizales de las Cinco Villas. Esto supone un perjuicio para su flora y fauna ya que sería necesario la construcción de una nueva captación

de en esta Laguna, por lo que medioambientalmente esta solución también es peor que la alternativa nº 1.

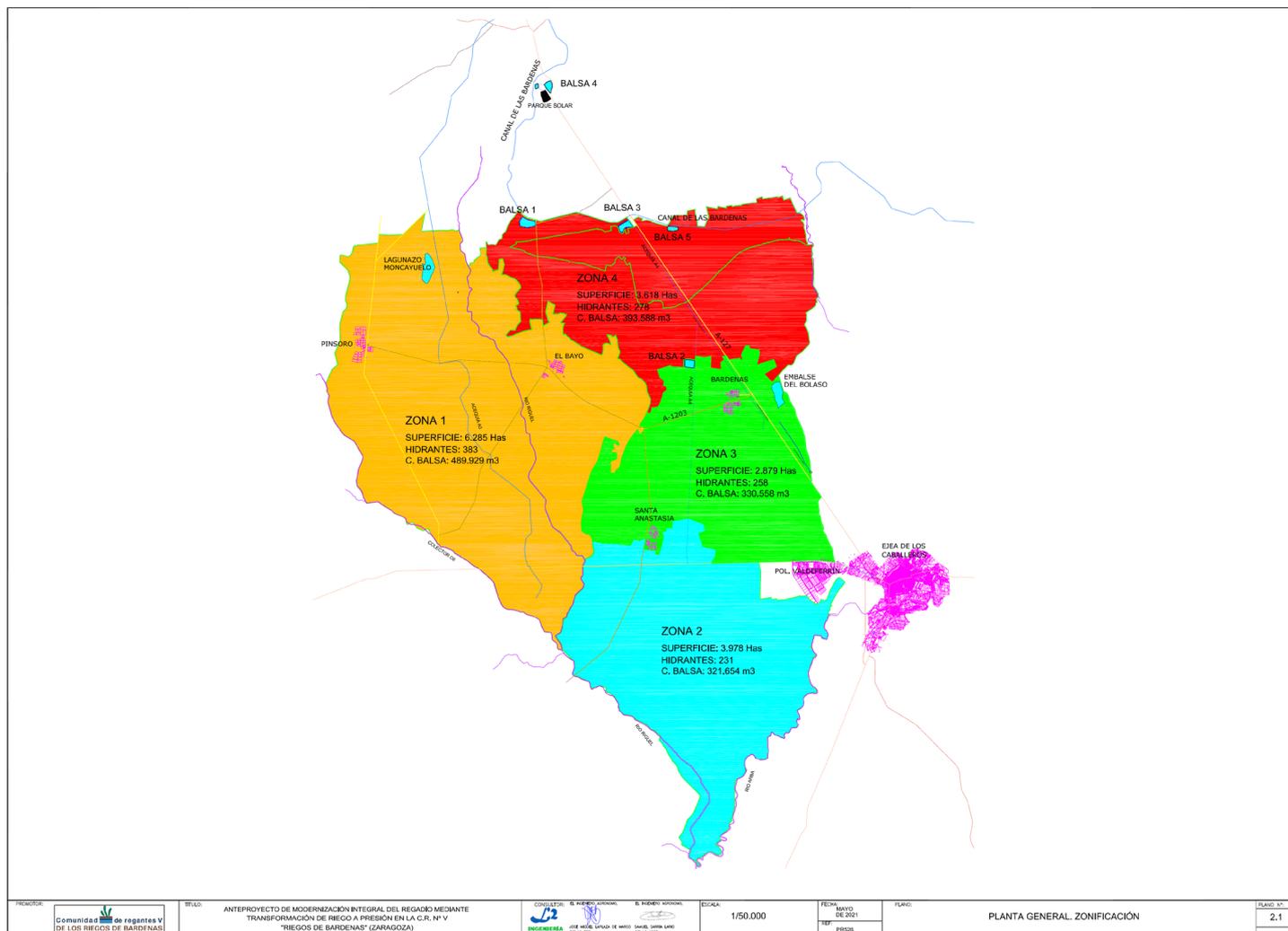
Por estos motivos se ha elegido la Alternativa 1, dado que tanto técnicamente, económicamente y medioambientalmente es la mejor solución para esta modernización de regadíos.

6.4 ALTERNATIVA DE LA RED DE RIEGO Y ZONA A MODERNIZAR

En Mayo de 2.021, se redactó el **Anteproyecto de Modernización Integral del Regadío mediante transformación de riego a presión en la Comunidad de Regantes nº V "Riegos de Bardenas" (Zaragoza)**. En este Anteproyecto se desarrolló la Alternativa elegida en el apartado introduciendo un pequeño cambio que fue unir la zona de presión forzada a la de presión natural ya que era demasiado pequeña (344 Has) y estaba demasiado alejado de los Sectores de presión forzada (Sector 1 y 2) para unirlos a los mismos en cuanto al diseño de las redes.

Vistos los antecedentes de esta alternativa, ya tenemos delimitada la zona a modernizar que concretamente es la perteneciente a la **zona 1 del Anteproyecto de Modernización Integral del Regadío mediante transformación de riego a presión en la Comunidad de Regantes nº V "Riegos de Bardenas" (Zaragoza)**.

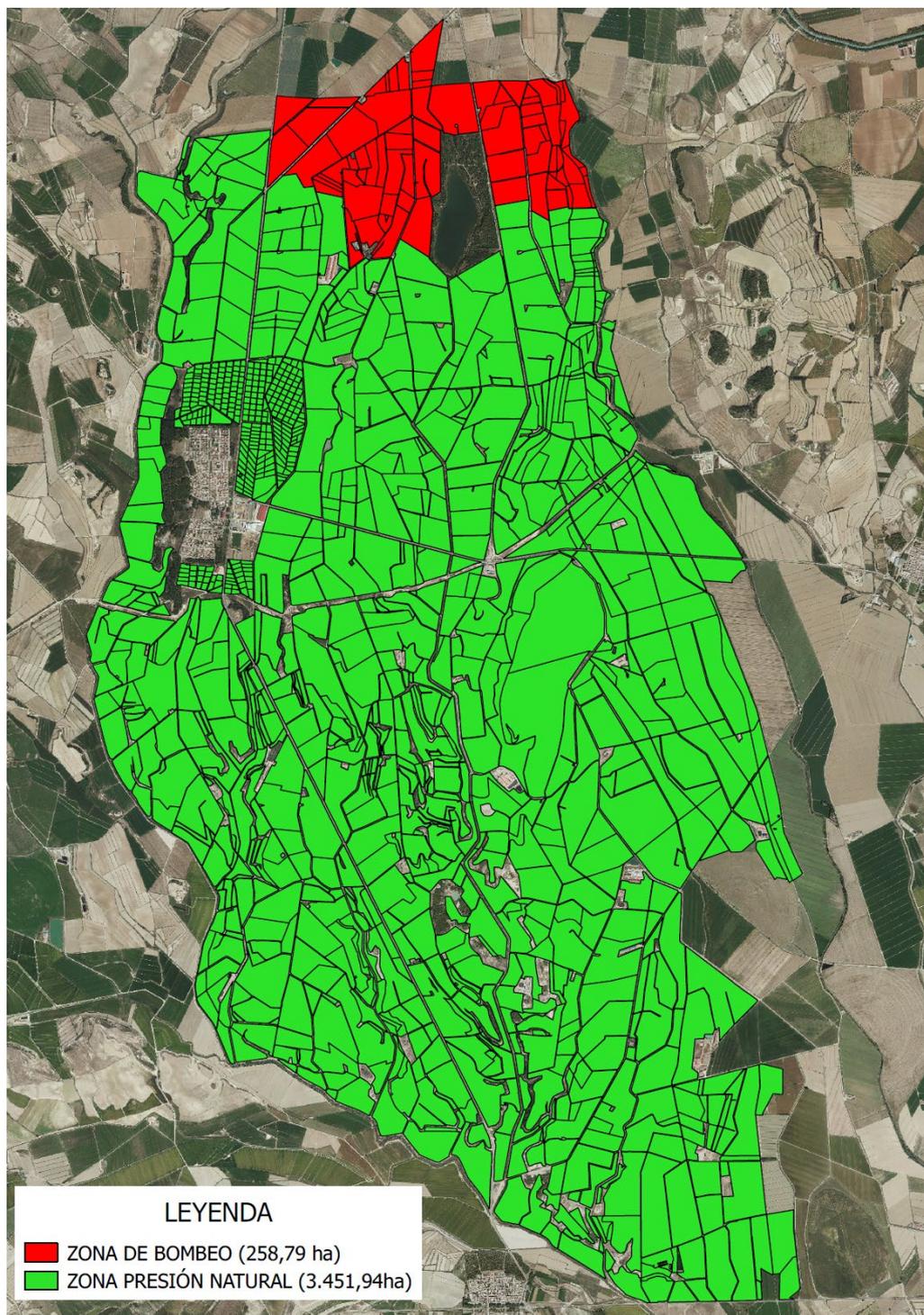
A continuación se muestra el plano de zonificación que se realizó en dicho Anteproyecto, como se puede apreciar esta zona 1 se ha dividido en dos proyectos para su ejecución.



Por tanto, no se hace en si un estudio de zonas si no que ya con la topografía del proyecto realizada se optimiza la red de riego y se delimita la zona exacta que no llega a la presión de consigna asignada para la zona más alta de cada agrupación, que se fijó en 38 m.c.a. Estos datos están recogidos en el anejo 9. Cálculos hidráulicos y mecánicos de la red de riego.

Recopilando todo lo anterior, lo más ventajoso para este proyecto respecto a la zona a modernizar y a su red de riego es que la zona de presión deficitaria sea lo más pequeña posible dado que los costes energéticos serán mayores cuanto mayor superficie tenga que dotarse de presión forzada.

La solución elegida optimiza la superficie que necesitaba bombeo en el **Anteproyecto de Modernización Integral del Regadío mediante transformación de riego a presión en la Comunidad de Regantes nº V "Riegos de Bardenas" (Zaragoza)**, pasando de 344 ha a 258,79 ha.



6.5 ESTUDIO DE ELECCIÓN DE MATERIALES PARA LAS TUBERÍAS

Este estudio de alternativas para la elección de materiales también se llevó a cabo en el **Anteproyecto de Modernización Integral del Regadío mediante transformación de riego a presión en la Comunidad de Regantes nº V “Riegos de Bardenas” (Zaragoza)**.

Lo que se hizo en este estudio fue un estudio económico y técnico de los materiales para tuberías que existen actualmente en el mercado. Concretamente se estudiaron los diferentes tipos de materiales:

- Acero Helicosoldado (AH)
- Fundición Dúctil (FD)
- Hormigón Pretensado con Camisa de Chapa (HPCCH)
- Polietileno de Baja Densidad (PE)
- Políester Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV)
- Policloruro de Vinilo Orientado (PVC-O)

Siguiendo las recomendaciones de los fabricantes, se determinó la sección tipo para cada uno de dichos materiales.

De acuerdo con los precios facilitados por los fabricantes se hizo una comparación del ml de tubería colocada para cada diámetro y material.

Se hizo en base a los siguientes criterios:

- Se han comparado diámetros iguales, sin tener en cuenta el diámetro interior. Esto puede dar lugar a que existe alguna diferencia entre las ventajas de uno u otro material que se explicará en las conclusiones.
- Se ha utilizado para la comparación los siguientes timbrajes:
 - PVC-O PN 12,5
 - PEAD PN 10
 - PRFV PN 10 SN 10000
 - HPCCH PN 11 (Es la Presión de Diseño mínima para esta tubería)

- FD PN 25 (Es la Presión mínima para esta tubería)
- AH PN > 16 (Es la Presión mínima para esta tubería y va aumentando conforme disminuye el diámetro).
- Los precios utilizados para el movimiento de tierras han sido los siguientes:
 - M3 Excavación en cualquier clase de terreno a 1,95 €/m3
 - M3 Material granular 6/20 a 19,00 €/m3
 - M3 Relleno seleccionado a 1,30 €/m3
 - M3 Relleno ordinario a 0,80 €/m3
 - M3 Transporte a Vertedero a 1,80 €/m3
- Los precios de los materiales y la colocación de los mismos han sido facilitados por los fabricantes.
- Debido al alto precio de la Tubería de Fundición se ha descartado sin hacer el comparativo.

En el caso que nos ocupa se eligió a nivel del Anteproyecto los siguientes materiales por los motivos que se exponen:

- Desde DN 125 a DN 500: Polietileno de Alta Densidad PEAD. La diferencia con el PVC-O es pequeña y el PEAD es un material con una solvencia demostrada a lo largo de los años, con un excelente comportamiento ante el envejecimiento de la tubería y muy buena adaptación a las irregularidades del terreno. El PVC-O es un material relativamente nuevo del que no se conoce mucho su comportamiento a largo plazo. Su diámetro interior a igual timbraje es superior al del PEAD por lo que **PODRÍA SER UNA ALTERNATIVA PERFECTAMENTE VÁLIDA PARA EL PROYECTO DEFINITIVO SI SE CUENTAN CON LAS GARANTÍAS ADECUADAS DEL PRODUCTO.**
- Desde DN 600 a DN 1000: Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio PRFV, por ser una tubería suficientemente probada en dichos diámetros y ser la mas competitiva económicamente.
- Desde DN 1100 a DN 2200: Acero Helicosoldado AH, no por ser la más económica sino por la garantía de duración que ofrece este tipo de material y sobretodo porque al disponer de protecciones catódicas en toda su longitud nos permite tenerla monitorizada y adelantarnos a las posibles fugas que podamos tener, ya que hay que intentar en la medida de lo posible no tener averías en

este tipo de diámetros que comprometen el riego de grandes superficies durante las mismas, las cuales suelen exigir varios días para su reparación.

A pesar de haberlo analizado en el Anteproyecto de Mayo de 2.021, debido a la volatilidad de los precios, se ha creído oportuno de cara al Proyecto volver a estudiar los materiales a utilizar que se concluyeron en el Anteproyecto. Concretamente:

- Acero Helicosoldado (AH)
- Polietileno de Baja Densidad (PE)
- Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV)
- Policloruro de Vinilo Orientado (PVC-O)

Se volvió a pedir precio a todos los fabricantes y con el mismo criterio que se utilizó para el Anteproyecto, se obtuvo la siguiente tabla comparativa. Es este caso, sólo para los diámetros necesarios para el presente Proyecto:

MATERIAL	PVC-O	PE	PRFV	AH
DN	Coste total (€/ml)	Coste total (€/ml)	Coste total (€/ml)	Coste total (€/ml)
125	17,68	18,95		
140	19,16	21,17		
160	21,52	25,64		
180		29,67		
200	27,74	34,13		
225	32,79	40,14		
250	37,17	47,03		
315	53,28	68,09		
355	70,10	85,89		
400	82,48	104,08		
450	101,35	126,46		
500	119,52	152,10		
600-630	173,36	228,71	167,53	187,41
710	227,84	286,92	201,78	218,44
800	281,98	355,10	246,80	245,86
900	0,00		316,37	298,50
1000	418,57		346,30	367,00
1100			397,12	435,67
1200			452,97	499,87
1300			510,68	549,23
1500			636,17	690,77
1600			703,55	781,01
2000			999,00	1125,14

Se observa que en el rango hasta DN igual a 500 mm el material mas ventajoso es el PVC-O. En DN 600-630 la diferencia entre PVC-O y PRFV es muy pequeña. En el tramo DN 700-DN 900, la diferencia entre PRFV y AH es muy pequeña. A partir del DN 1.300 mm el mas ventajoso es el PRFV.

En el caso que nos ocupa se ha elegido a nivel del presente Proyecto los siguientes materiales por los motivos que se exponen:

- Desde DN 125 a DN 630: Policloruro de Vinilo Orientado PVC-O.
- Desde DN 700 a DN 2000: Acero Helicosoldado AH, no por ser la más económica en todos los tramos, sino por la garantía de duración que ofrece este tipo de material y sobretodo porque al disponer de protecciones catódicas en toda su longitud nos permite tenerla monitorizada y adelantarnos a las posibles fugas que podamos tener, ya que hay que intentar en la medida de lo posible no tener averías en este tipo de diámetros que comprometen el riego de grandes superficies durante las mismas, las cuales suelen exigir varios días para su reparación.
- Respecto a las tuberías terciarias y la subida a los hidrantes se elige el Polietileno dado que es un material más flexible y permite realizar trazados más complejos como pueden ser para estos dos casos.

6.6 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE LA BALSA

La ubicación de la misma ya se decidió en el **Plan Director de Modernización de Bardenas, realizado por la Diputación General de Aragón en Noviembre de 2.014.**

En el presente proyecto se desarrolla dicha balsa de regulación, alimentada con una toma directa por gravedad desde el Canal de las Bardenas.

El diseño de esta balsa viene detallado en el Anejo 12. Balsa.

Para el estudio de alternativas de como realizar la balsa se han planteado 4; con distinta cota de coronación y diferentes anchuras del camino de coronación valorándolas económicamente cada una de ellas. El objetivo de estas alternativas es cuantificar cada uno de los volúmenes de tierras que se deben de llevar a vertedero y que suponen un mayor gasto e impacto ambiental.

Por tanto, la solución elegida será la que reduzca estos volúmenes y sea una solución viable económicamente.

Como se ha descrito brevemente en la introducción se han planteado 4 alternativas con distinta cota de coronación y diferentes anchuras del camino de coronación que son:

- Cota coronación 441,4 y ancho camino coronación 5 m
- Cota coronación 441,4 y ancho camino coronación 7 m
- Cota coronación 441,9 y ancho camino coronación 5 m
- Cota coronación 441,9 y ancho camino coronación 7 m

En todos los casos la cota de fondo es la 434,90 y la cota máxima de la lámina de agua es la 440,40 (coincidente con la máxima cota del Canal de las Bardenas desde donde se abastece).

La balsa tiene un talud interior 2,5/1 y un talud exterior 2/1. Ver Anejo nº 7. Estudio Geotécnico.

En todos los casos la arista exterior del camino de coronación es constante.

Se hizo un levantamiento topográfico de la zona donde va proyectada la balsa y una vez dibujadas cada una de las alternativas de las balsas se han obtenido los volúmenes de desbroce, desmonte, terraplén y vertedero, así como la capacidad de agua. También se ha tenido en cuenta los m² de más que supone el talud en las alternativas cuya cota de coronación es más alta.

Se han valorado económicamente y se muestran los resultados en las siguientes tablas.

MEDICIONES DE LA Balsa							
Nº	Descripción	DESMONTE	TERRAPLEN	DESBROCE	VERTEDERO	VOLUMEN AGUA	TALUD DE MAS
		m3	m3	m3	m3	m3	m2
1	Cota 441,4. Coronación 5m	216970	46894	38419	170076	408301	0
2	Cota 441,4. Coronación 7m	210102	56544	38655	153558	395753	0
3	Cota 441,9. Coronación 5m	212658	60204	39024	152454	400441	1630
4	Cota 441,9. Coronación 7m	205753	63353	39024	142400	387984	1613

PRECIOS					
DESMONTE	TERRAPLEN	DESBROCE	VERTEDERO	PE+GEOTEXT IL+REFINO+ VEGETAL	TOTAL
€/m3	€/m3	€/m3	€/m3	€/m2	€
2,88	1,84	0,9	1,9	10,5	1.068.880
2,88	1,84	0,9	1,9	10,5	1.035.684
2,88	1,84	0,9	1,9	10,5	1.065.130
2,88	1,84	0,9	1,9	10,5	1.031.756

Como se puede apreciar en las tablas anteriores entre las 4 alternativas hay muy poca diferencia económica por lo que respecto a esta condición la opción elegida es la Alterativa nº 1 ya que la capacidad de almacenamiento de la balsa es la mayor.

Respecto a los volúmenes que hay que llevar a vertedero la mejor opción es la alternativa 4 por ser los menores, pero como indica el estudio geotécnico en su anejo nº 7, este material que tenemos en la balsa son principalmente gravas, un material idóneo para realizar los recubrimientos de las tuberías que debidamente seleccionados sirven para ello.

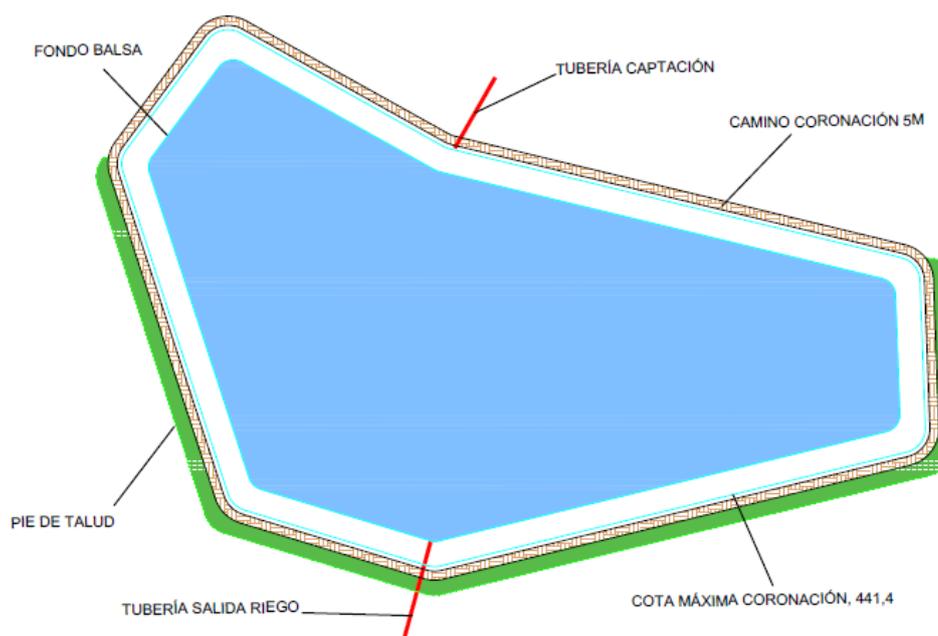
A modo de resumen, con esta justificación del estudio geotécnico, el aspecto de los volúmenes que hay que llevar a vertedero pierden importancia ya que estos volúmenes se reducen muchísimo y pueden ser utilizados en la propia obra por lo que desde el punto de vista ambiental no tenemos ningún impacto importante.

Respecto el punto de vista técnico de la explotación de la obra se prioriza tener el mayor volumen de capacidad de almacenamiento de agua y se adopta por tanto la opción de la Alternativa nº 1.

Por último, el aspecto económico resulta insignificante la diferencia de precio de construir una balsa u otra en una obra de esta envergadura y se vuelve a priorizar la capacidad máxima de la balsa, por ello se adopta la opción de la Alternativa nº 1.

Tras estudiar cada uno de los aspectos de este estudio de alternativas de la balsa de regulación se elige la **Alternativa nº 1: Cota coronación 441,4 y ancho camino coronación 5 m.**

ALT. Nº1: COTA CORONACIÓN 441,4. ANCHO CAMINO CORONACIÓN 5M



2. El suministro mediante parque solar se descartó por la imposibilidad técnica y económica de suministro en continuo de energía a la zona deficitaria por los siguientes motivos:
 - a. Un bombeo con parque solar se considera adecuado cuando se hace a una balsa de copa donde se puede optimizar la mayor parte de la energía solar disponible.
 - b. En el caso que nos ocupa, es una red dimensionada para funcionar 22 h diarias en la que no va a coincidir la disponibilidad de energía solar con la demanda de energía, por lo que nunca evitaríamos el grupo electrógeno para suministrar energía durante las horas de riego que no disponemos de energía solar o ésta es insuficiente.
3. Se ha optado como la mejor alternativa la de disponer de un grupo electrógeno alimentado con gasóleo por simplicidad técnica y económica.

6.8 TRAZADO DE LA RED DE RIEGO

Para los trazados de la red de riego, se ha seguido siempre que ha sido posible el criterio de realizarlos paralelos a caminos o carreteras, pero dentro de las fincas; de esta manera se facilita el mantenimiento y reparación de la red en caso de avería y se evita el tener que dimensionarlas para cargas de tráfico. También se ha buscado evitar las zonas arboladas, las edificaciones y la orografía mas favorable posible.

En Mayo de 2021 se redactó el *Anteproyecto de modernización integral del regadío mediante transformación de riego a presión en la C.R. nº V "Riegos de Bardenas"*. En dicho Anteproyecto se trazaron ya las redes de riego, de manera que en el Proyecto que nos ocupa no ha sido necesario realizar alternativas de trazado, lo que se ha hecho ha sido una verificación en campo de dichos trazados y una exposición pública a los regantes. Como consecuencia de dichas actuaciones ha habido ligeras modificaciones de los trazados del Anteproyecto.

7 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO DE LA ZONA A MODERNIZAR

7.1 LOCALIZACIÓN

La zona incluida en la modernización tiene una superficie de 3.710,73 ha, pertenecientes al término municipal de Ejea de los Caballeros, al término municipal de Sádaba y al término municipal de Biota, todos dentro de la provincia de Zaragoza.

Los límites de la zona a modernizar son:

- Norte: La acequia A-XVIII-4.
- Este: El Río Riguel.
- Sur: La carretera A-125.
- Oeste: El colector general C-6.

Las parcelas que son objeto de modernizar afectan a:

Al polígono 101, 102 y 106 del Término Municipal de Ejea de los Caballeros.

En el Término Municipal de Biota afecta al polígono 30.

Y en el término municipal de Sádaba afecta al polígono 16.

7.2 CLIMATOLOGÍA

El clima de la zona de Bardenas es mediterráneo continental. Se organiza en dos grandes fases de estabilidad, en invierno y verano, separadas por fases de inestabilidad en primavera y otoño. En estas dos últimas estaciones, el desplazamiento hacia el sur del frente polar, arrastra series de frentes sobre la península ibérica, que ocasionan precipitaciones e inestabilidad. En las restantes estaciones predomina el anticiclón de las Azores. Durante el invierno, las características anticiclónicas provocan largos periodos de inversión térmica que se traducen en densas nieblas o importantes heladas de radiación. El efecto lateral de sistemas frontales que circulan al norte de la cordillera provoca fuertes vientos del

norte que se encajan en dirección noroeste en el valle del Ebro. El cierzo produce fuertes descensos de sensación térmica, deseca el ambiente y la superficie del suelo y provocan daños por congelación en la vegetación. Por otro lado, el efecto de la barrera pirenaica se traduce en una sombra de lluvia al sur de la cordillera, con respecto a las precipitaciones de origen atlántico, causa final de la aridez de las Bardenas. En el verano, la estabilidad climática se rompe por tormentas derivadas de fenómenos convectivos de algunas horas de duración, que se desarrollan habitualmente desde el mediodía hasta la caída de la tarde.

La meteorología de la zona a modernizar se ha caracterizado con datos de 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 (Oficina del regante, 2022). En la tabla 3.1 se presentan los datos para el periodo 2005-2021.

Tabla 3.1. *Datos climatológicos 2005-2021 de El Bayo (Zaragoza). Valores medios de precipitación, temperatura máxima (T_{máx}), mínima (T_{mín}) y media (T_{med}), humedad relativa (HR), velocidad del viento (v) y evapotranspiración de referencia según FAO Penman-Monteith (ET₀).*

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)			HR (%)	v (m/s)	ET ₀ (mm)
		T _{máx}	T _{mín}	T _{med}			
Enero	27	16	-4	5	83	3,7	33
Febrero	26	18	-3	7	76	4,2	50
Marzo	43	23	-1	9	71	4,4	84
Abril	51	26	1	12	69	3,9	111
Mayo	41	30	4	16	65	4,1	154
Junio	35	36	8	21	60	3,6	190
Julio	24	37	11	23	56	3,8	222
Agosto	16	37	10	23	58	3,8	199
Septiembre	25	32	7	19	65	3,3	132
Octubre	42	27	2	15	72	3,6	85
Noviembre	44	20	-1	9	80	3,8	43
Diciembre	22	16	-4	5	85	3,3	28
Año	397	26	3	14	70	3,8	1.330

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 °C) transcurre desde el mes de octubre al mes de mayo y el periodo cálido (meses con media de máximas superior a 30 °C) 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 23°C, seguido de agosto con 22,6 °C. Por el contrario, diciembre es el más frío, con una temperatura media cercana de 5,3°C. Ello supone una oscilación media anual de 18°C. El rango de temperaturas medias extremas es de 41°C y la oscilación máxima absoluta alcanza los 49°C.

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.

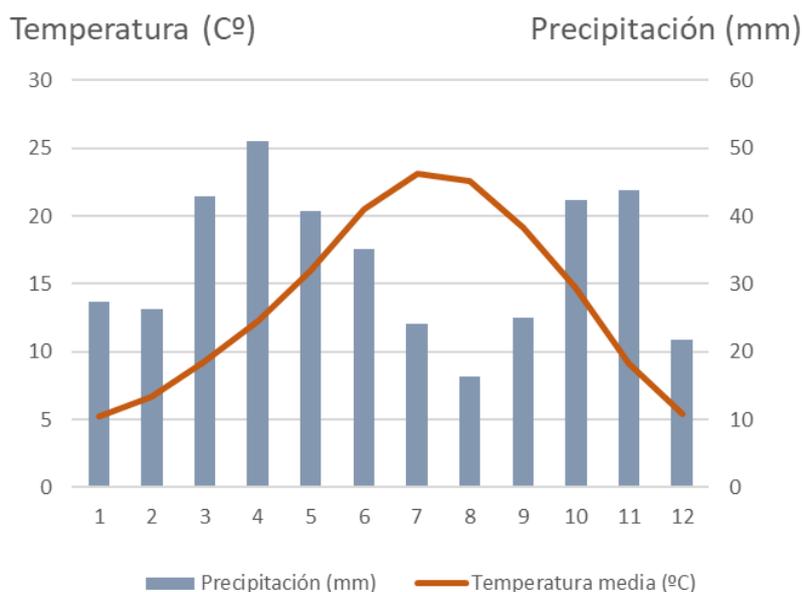


Figura 3.1. *Climograma: temperaturas medias mensuales (Cº) y precipitaciones medias mensuales (mm) registradas en la estación de El Bayo en el periodo 2005-2021.*

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 %.

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. El viento afecta de forma muy importante al riego por aspersión. Produce un importante descenso en la uniformidad de aplicación del riego por aspersión y aumenta en las pérdidas por evaporación y arrastre.

La evapotranspiración anual en la zona tiene valores altos debido a la elevada temperatura, fuerte viento y baja humedad relativa. La evapotranspiración de referencia (ET_0) tiene un valor anual de 1.330 mm y supera claramente a las precipitaciones. La utilización de los datos de las estaciones agroclimáticas permite el cálculo de la ET_0 por el método FAO-56-Penman-Monteith, cuyos datos se presentan en la tabla 3.1, Julio presenta el mayor valor de ET_0 , 222 mm y el mínimo es en diciembre con 28 mm.

7.3 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

Geológicamente, la CR-V está en el dominio de la depresión del Ebro, cuenca de edad Cenozoica y Cuaternaria. Concretamente, está emplazada en niveles de glaciares y aluviales cuaternarios asentados sobre un sustrato Terciario lutítico que establece el límite impermeable regional. Localmente, los niveles de glaciares y aluviales forman acuíferos detríticos drenados por una densa red de desagües encargados de evacuar el agua de drenaje, principalmente hacia el río Riguel que atraviesa la CR-V de Norte a Sur.

Sobre los glaciares (70 % de la superficie de la CR-V) se desarrollan suelos poco profundos con un alto contenido de elementos gruesos, buenas condiciones de drenaje, poca capacidad de retención de agua disponible para las plantas (CRAD= 60 mm) y baja salinidad, clasificados según el Soil Survey Staff (1992) como Calcixerollic Xerochrept y localmente denominados "sasos". El 30 % restante de la CR-V, presenta suelos profundos de "valle" desarrollados sobre aluviales o lutitas terciarias (principal fuente de sales) y caracterizados por presentar una mayor CRAD (182 mm), clasificados como Typic Xerofluvent.

Los acuíferos de la zona a modernizar de la CR-V están constituidos por depósitos cuaternarios. En la zona de actuación del proyecto se pueden identificar como principales acuíferos los aluviales del río Riguel (aluvial actual y terrazas) y el asociado al glaciar de Miraflores.

El glaciar 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).

8 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Los criterios generales de carácter técnico que se han considerado a la hora de plantear la solución que mejor resuelve las necesidades planteadas para el diseño de

las obras y con el fin de alcanzar la finalidad perseguida en el proyecto son los siguientes:

- La modernización que se plantea ocupa parcialmente la denominada Zona 1 de la Comunidad de Regantes, con una superficie regable de 3.710,73 Has.
- El diseño de la red de riego corresponde a un sistema a la demanda hasta el hidrante de agrupación. La Comunidad de Regantes posee un programa informático de gestión del riego, llamado SGRnet. A través de este los propietarios realizan una petición de riego para su hidrante con una antelación de 36 horas para efectuar el riego y así la Comunidad poder pedir esa demanda de agua a la C.H.E y la sirva a la balsa. El programa informático dará petición de riego siempre que se cumpla el coeficiente de simultaneidad para que la red funcione correctamente como se ha estudiado mediante el programa informático Gestar. Así pues, se trata de una red de riego a la demanda pero ordenada por la Comunidad.
- Se han realizado agrupaciones de propietarios de forma que el hidrante "tipo" tenga una superficie aproximada a las 10 Has y un número máximo de 4 propietarios.
- Se han agrupado las parcelas próximas que corresponden a un mismo propietario. Cuando la superficie próxima de un mismo propietario es superior a 5 Has, se han realizado agrupaciones de propietario único, salvo excepciones por optimización de diseño.
- En el caso de fincas ya transformadas se ha respetado la agrupación ya modernizada.
- En el caso de zonas de huertos, se han agrupado los huertos próximos para hacer una agrupación con un hidrante que verterán directamente a las acequias existentes para que dichos huertos sigan regando por inundación, ya que hay muchos propietarios y es difícil de transformar a riego presurizado.
- El sistema de riego deberá permitir el riego por aspersión en unas condiciones óptimas de presión y caudal en la totalidad de las parcelas, dotándose a cada unidad de riego del caudal suficiente para que la aplicación del riego se efectúe con la suficiente holgura.
- La Presión mínima antes de hidrante se ha fijado en 38 m.c.a. + diferencia geométrica entre hidrante y punto mas alto de la agrupación a la que abastece.

- La jornada de riego se ha fijado en 22/24 horas.
- En caso de hidrantes compartidos, se llevará una toma a cada uno de los propietarios de la agrupación.
- Para la obra de toma desde el Canal de las Bardenas, se consensuará con la CHE el tipo de compuerta y caudalímetro a instalar.
- La Balsa de Regulación se diseñará para al menos 1 día de consumo del mes de máximas necesidades y tendrá en cuenta que la superficie a abastecer es la totalidad de la Zona 1 que es de 5.855,28 Has.
- El cálculo de la red se hará para la totalidad de la Zona 1 que es de 5.855,28 Has.
- Siempre que sea posible, el suministro eléctrico provendrá de energías renovables.

9 INGENIERIA DEL PROYECTO

9.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO

En el Anejo nº 7 se aporta el Estudio Geotécnico realizado para la Balsa de regulación, red de riego, estación de bombeo, cobertizos para los nudos aéreos, planta fotovoltaica y edificio de estación de filtrado.

El objeto del estudio pretende conocer la sucesión de materiales existentes en profundidad bajo el área de estudio, así como las características geotécnicas de éstos, para determinar la permeabilidad, ripabilidad y excavabilidad de los mismos, así como la estabilidad de los taludes, en condiciones actuales y en más desfavorables. Y en el caso del edificio para determinar las cotas recomendadas de cimentación y la tensión admisible del terreno

En la balsa se han hecho un total de 11 calicatas, 3 sondeos y 8 ensayos de penetración; en la red se han hecho 76 calicatas de reconocimiento y en el edificio de la estación de filtrado 1 sondeo y 2 ensayos de penetración; acompañados en todos los casos de toda una serie de ensayos de laboratorio.

9.1.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha realizado una campaña de reconocimiento de las características del terreno para evaluar sus condiciones constructivas y problemática de tipo geotécnica del trazado de una red de tuberías de riego y una balsa de regulación, dentro del proyecto de modernización de un sector de la Comunidad de Riegos Nº V de Riegos de Bardenas en las localidades de Bardenas, Pinsoro y El Bayo (Zaragoza).

Las catas han sido realizadas en puntos seleccionados a partir de un reconocimiento geológico previo, estableciendo una malla de puntos de investigación que intente caracterizar la totalidad de las Unidades geológicas-geotécnicas identificadas, así como los diferentes puntos o sectores que se consideran relevantes o geológicamente singulares, como pueden ser zonas de vaguadas, cruces cercanos al cauce de los ríos y barrancos.

Geológicamente la red discurre por tres dominios diferenciados, por una lado los valles aluviales del Río Riguel y sus afluentes tributarios, generalmente drenados por desagües o acequias, por zonas donde aflora el sustrato rocoso terciario en diferentes promontorios o elevaciones no muy abruptas y bastante antropizadas y finalmente en una zona de "saso" de topografía bastante plana donde predominan las gravas de los glaciares de piedemonte pirenaico que recubren el sustrato rocoso anteriormente mencionado, el cual aflora en las laderas situadas entre la plataforma elevada del saso y las zonas bajas de valles aluviales de fondo plano.

De esta forma el perfil de suelos queda constituido por los siguientes tramos:

<i>Unidad Geotécnica</i>	<i>Naturaleza del material</i>	<i>Subdivisión</i>	<i>Denominación del material</i>
UG _{tv}	Tierra vegetal	UG _{tv} tramo 1	Tierra vegetal
UG _{rell}	Rellenos	UG _{rell} tramo 1	Rellenos de nivelación y de gravera
UG _{rec}	Recubrimiento cuaternario	UG _{rec} tramo 1	Limos arcillosos y arcillas
		UG _{rec} tramo 2	Arenas
		UG _{rec} tramo 3	Limos con cantos
		UG _{rec} tramo 4	Gravas
UG _{roc}	Sustrato rocoso	UG _{roc} tramo 1	Sustrato alterado. Arcillas firmes
		UG _{roc} tramo 2	Argilitas y areniscas

Los espesores promedio reconocidos de las diferentes unidades reconocidas en la campaña de investigación son:

Espesor (m)	Tierra vegetal	Relleno	Recubrimiento cuaternario				Sustrato rocoso	
		Rellenos de nivelación	Limos y arcillas	Arenas	Limos con cantos	Gravas	Tramo1. Arcillas firmes	Tramo 2. Argilitas y areniscas
		Tr.1	Tr.1	Tr.2	Tr.3	Tr.4	Tr.1	Tr.2
Medio	0,36	2,23	1,56	1,38	1,01	1,66	1,01	1,50
Mínimo	0,10	0,50	0,50	0,60	0,20	0,20	0,50	0,20
Máximo	1,00	4,00	3,20	1,90	3,20	7,75	1,80	4,50

Las características geotécnicas básicas de cada tramo asignado en función de los diferentes ensayos de laboratorio se recogen en la siguiente tabla.

Nivel/Tramo		Material	Humedad (%)	Angulo de Roz. Interno	Cohesión Kg/cm ²	Módulo de deformación (Kg/cm ²)	Peso específico gr/cm ³
UG _{rell}	Tr. 1	Rellenos gravera	8.30	25°	0.00	150 ⁽¹⁾	2.00 ⁽⁴⁾
UG _{rec}	Tr. 1	Limos arcillosos y arcillas	15.6	5°	0.25	50-130 ⁽¹⁾	1.96
UG _{rec}	Tr. 2	Arenas	17.1	21°	0.45	120 ⁽¹⁾	1.95 ⁽⁴⁾
UG _{rec}	Tr. 3	Limos con cantos	-	5°	0.20	120 ⁽¹⁾	1.95 ⁽⁴⁾
UG _{rec}	Tr. 3	Gravas	7.8	35°	0.10	500 ⁽³⁾	2.20 ⁽⁴⁾
UG _{roc}	Tr. 1	Arcillas firmes	16.0	20°	0.48	250 ⁽¹⁾	1.95
	Tr.2	Argilitas	10.40	35°	1.72	370-640 ⁽¹⁾	2.13

La estabilidad de los taludes de las zanjas se ha determinado en función de una sectorización tramificación de la red a partir de las características geotécnicas y espesor de los tramos de suelos y rocas identificados, así como en función de la presencia del nivel freático a día de la realización de los ensayos de campo.

Un resumen de los taludes obtenidos es el siguiente, en el anejo 7 se incluye una cartografía con los tramos o sectores identificados.

Tramo-Sector	Inclinación temporal sin carga adicional	Inclinación con freáticos más someros o espesores de más de 1.00 metro de suelos limosos arenosos saturados
Tramo 1	1H:5V	1H:3V
Tramo 2	1H:3V	1H:2V
Tramo 3	1H:2V	1H:1V en blandones

Los cálculos de estabilidad se han realizado sin contar sobrecargas en coronación de la zanja, de forma que se recomienda acopiar material a una distancia igual o superior a la altura de la zanja.

En los sectores definidos como tramo 3 es posible a la aparición de blandones y zonas inestables en la excavación. En estos tramos donde se reconozcan suelos aluviales limosos algo arenosos muy húmedos y blandos se recomienda tender los taludes a una inclinación cercana al 1H:1V, sobre todo en excavaciones de más de 2.00 metros.

Un dato a tener en cuenta es que la entrada de agua en la excavación y la presencia de lámina inundada en el fondo lo que origina es una alteración del pie del talud con el paso del tiempo, provocando desprendimientos de las paredes. De forma que se deberán de tomar las medidas oportunas para minimizar esta acumulación. Trabajando en tramos cortos de abertura de zanjas con instalación de tubería a continuación, utilizando achique mediante bombas y pozos en las zonas con freático.

En cuanto a la excavabilidad todas las catas se han llevado a profundidades de 3.00 metros o más, salvo las catas 27, 32, 38, y 75, en las que la presencia de areniscas o argilitas muy duras impedía la progresión de la excavación de la cata a profundidades entre 1.90 y 2.70 metros. En el caso de la cata 32 es la presencia de un nivel de conglomerado (grava fuertemente cementada la que impide la progresión de la excavación a 2.00 metros de profundidad.

En general la excavabilidad con retro de 20 Toneladas (Giratoria Ruedas Komatsu PW180. 20T) es buena, con rendimientos altos, salvo en las catas donde

aparece el sustrato sano, donde a partir de 2.00 metros el rendimiento es menor. No se ha reconocido niveles de arenisca potentes donde es necesario el uso de martillo picador a profundidades someras.

Mención especial es la presencia de gravas cementada por carbonato cálcico o niveles de carbonato laminado, que en general constituyen capas de hasta 1.60 metros de espesor. Estos niveles presentan una excavabilidad más reducida en cata, con rendimientos más bajos.

En las catas 9, 13, 16, 32, 37, 85, 86, Cata 10 Balsa, Cata 11 Balsa, Sondeo 1 y Sondeo 3 se reconocen capas de gravas cementadas por carbonatos cálcicos en capas de espesor variable. En la zona de la balsa con espesores entre 1.40 y 1.60 metros bajo la tierra vegetal, en las catas 32 y 85 en profundidad a partir de 1.70 y 2.70 metros respectivamente y en el resto en capas discontinuas que no llegan a constituir un nivel de caliche potente. En todos los casos las capas superficiales se han podido atravesar con la maquinaria utilizada en la realización de las catas.

En la tabla 3.1 se recogen las profundidades del nivel freático reconocidas en la campaña de investigación, estas profundidades pueden variar sensiblemente a lo largo del tiempo, sobre todo influenciadas por la recarga del acuífero cuaternario libre en épocas de riegos intensos, primavera y verano, sobre todo.

Las zonas donde más flujo de agua se reconoce durante la apertura de las catas son la zona de saso caracterizada por las catas 3, 23, 36, 37, 47, 49, 53, 57 y 87. En dichos sectores no se descarta la necesidad de acometer la instalación de la tubería en tramos de excavación cortos con construcción de pozos de drenaje en los extremos de la zanja y utilización de motobombas para achicar el agua drenada hasta el pozo.

De cara al aprovechamiento de los materiales reconocidos en la traza, tenemos que:

<i>Tramo</i>	<i>Clasificación P.G-3</i>	<i>Densidad P.M (T/m³)</i>	<i>Humedad óptima P.M (%)</i>	<i>Índice CBR (100 % del P.M)</i>	<i>Utilización</i>
U.G _v Tierra vegetal	Tierra vegetal	-	-	-	Revegetación
U.G _{rel} Rellenos. Nivelación	Tolerable	-	-	-	Relleno ordinario
U.G _{rel} Rellenos. Gravera	Seleccionado	2.03	9.3	19	Relleno terraplén balsa
U.G _{re} Tramo 1. Limos y arcillas	Tolerable	2.00	11.5	1.85	Relleno ordinario
U.G _{re} Tramo 2. Arenas	Tolerable	1.82	7.2	16	Relleno ordinario
U.G _{re} Tramo 3. Limos con cantos	Tolerable	2.18	7.6	17	Relleno ordinario
U.G _{re} Tramo 3. Gravas	Seleccionado	2.13	8.50	33	Relleno seleccionado compactado. Eliminando bolos y queso superiores a 20 mm. Material granular cama. Previa clasificación Relleno terraplén balsa
U.G _{re} Tramo 2. Arcillas	Tolerable	1.93	12.9	1.80	Relleno ordinario
U.G _{re} Tramo 2. Argilitas	Tolerable	2.03	9.7	1.50	Relleno ordinario sin bloques de arenisca

De cara a las cimentaciones de estructuras con hormigón y según los criterios determinados en el Código Estructural (Cap. 7), se ha determinado que los suelos y las aguas freáticas no presenta agresividad por sulfatos al hormigón.

En la obra se han proyectado una serie de cruces de la red de riego con el trazado actual de las diferentes carreteras que discurren por el área de estudio. A continuación, se indican cada uno de los mismos, junto a los materiales reconocidos en las catas próximas, además de indicaciones geotécnicas básicas de cara a la posibilidad de ejecutar hincas en dichos cruces para instalar la tubería.

<i>Cruce</i>	<i>Cata referencia</i>	<i>Perfil de suelo</i>	<i>Nivel freático</i>	<i>Excavabilidad</i>	<i>Estabilidad taludes</i>
A-1203. P.K 11.50	Cata 27	0.20 m Tierra vegetal 2.50 m Sustrato rocoso. Argilitas Limolíticas	No reconocido	De 0.00 a 1.00 metros. Buena De 1.00 a 2.70. Media	Paredes estables
A-1208 P.K 9.00	Cata 16	0.50 m Tierra vegetal 2.50 m Gravas con algún bolo 0.50 m Tierra vegetal	-2.90 metros	Buena	Paredes estables hasta nivel freático
A-1208 P.K 12.00	Cata 37	2.50 m Limos con cantos y gravas. Parcialmente cementados 0.50 m Arcillas	-2.60 m, Aporte importante de agua. Medidas de achique	Buena, cementación débil	Paredes estables hasta nivel freático
A-1208 P.K 13.00	Cata 46	0.40 m Tierra vegetal 1.40 m Gravas 1.70 m Arcillas	-1.50 m, Aporte importante de agua. Medidas de achique	Buena	Tender taludes en las gravas. Arcillas paredes estables
CHE 1505 P.K 0+135	Cata 54	0.25 m Tierra vegetal 1.75 de Arcillas 1.90 Limos y arenas	-3.80 metros	Buena	Tender taludes en la excavación del foso
CHE 1505 P.K 2+170	Cata 65	0.20 m Tierra vegetal 0.60 m Gravas 1.00 m Arcillas 1.50 Arqilitas	No reconocido	Buena	Paredes estables
CHE 1505 P.K 4+040	Cata 90	0.30 m Tierra vegetal 0.80 m Arcillas 0.60 m Gravas 1.80 Arqilitas	-1.40 metros. Rezumes	Buena	Tender taludes en arcillas y gravas hasta 1.70 m

Tabla 18. Geotecnia Hincas

En el caso de la balsa, a modo de resumen tenemos:

Balsa de riego	
Talud interior	2.5H:1V
Talud exterior	2H:1V
Máxima excavación	4.70 metros
Máximo relleno	2.70 metros
Espesor tierra vegetal	0.30 a 0.40 metros
Unidades involucradas en la excavación	<ol style="list-style-type: none"> 1. U.G_{iv} Tramo 1. Tierra vegetal 2. U.G_{ret} Tramo 2. Relleno 3. U.G_{ret} Tramo 4. Gravas
Aprovechamiento materiales excavación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Revegetación 2. Relleno terraplén (Suelo seleccionado) 3. Relleno terraplén (Suelos seleccionados), suelos seleccionados compactado y cama granular de zanjas
Nivel freático	Ver tabla 3.3
Agresividad agua y suelos	No agresivos
Medidas especiales	<ul style="list-style-type: none"> • Saneos de los rellenos bajo fondo de balsa y sobre todo en pie de taludes • Tras saneo, extendido de relleno compactado hasta cota de fondo, de esta forma se evitan asentamientos diferenciales bajo la lámina, que la pueden tensionar y llegar a rajar • Impermeabilización con lámina de PEAD, extendido de geotextil o capas sin gruesos para evitar punzonamiento de lámina • Drenajes perimetrales para rebajar freático, por aportes desde el canal

Tabla 19. Resumen conclusiones balsa

A partir de los datos obtenidos se han podido determinar de una forma, directa o indirecta, una serie de parámetros, que deberán ser refrendados en la práctica durante la ejecución de las infraestructuras proyectadas. Por ello es recomendable que durante las labores de excavación se realice un seguimiento por parte de personal técnico especializado (Geólogo), que reconozca las sucesiones de las diferentes formaciones geológicas del terreno y compruebe la cota de cimentación que se

proyecte y el apoyo de la cimentación en las zonas señaladas, y si es necesaria la realización de algún ensayo específico.

9.2 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

Se han realizado prospecciones arqueológicas cuyos resultados se exponen en el Anejo nº 5 y cuyas conclusiones son las siguientes:

- De los yacimientos arqueológicos y o elementos patrimoniales que aparecen en la Carta Arqueológica del T.M., ninguno de ellos se ha visto afectado directamente por el presente proyecto, por lo tanto, no existe afección al patrimonio cultural.
- Resultado negativo. Sin recogida de materiales.

Tras analizar los datos obtenidos en el informe de prospección y los que posee la Dirección General de Patrimonio Cultural del Gobierno de Aragón, esta emite una resolución, en la cual propone:

1. Con carácter general para todo el proyecto:

- 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.

2. Con carácter específico:

- **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. 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 Aragónés), que arbitrará las medidas oportunas al respecto.

- 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.

3. Comunicar esta resolución al Director de la actuación, al Centro de depósito, a la Institución o entidad que financia la actuación, al Servicio Provincial, a la Policía local y/o Comandancia de la Guardia Civil - Seprona y a los Ayuntamientos afectados por esta resolución.

Toda información y documentación, asociada al patrimonio histórico y arqueológico, para el desarrollo del proyecto, se encuentra recogida en el Anejo 5 Estudio Arqueológico de la Memoria.

9.3 INGENIERIA DE DISEÑO

El proyecto constituye una modernización hacia un sistema de reparto mediante una demanda programada.

Tanto la captación desde el Canal de las Bardenas, como la Balsa de Regulación se diseñarán para abastecer a toda la Zona 1; es decir 5.855,28 Has.

Desde la Balsa de Regulación saldrá una tubería única hasta la estación de filtrado y después del filtrado será cuando se separe la Zona 1 en los dos Proyectos mencionados; uno ya redactado de 2.144,55 Has y otro de 3.710,33 Has que es el que nos ocupa.

Como no se dispone en toda la superficie a modernizar, de cota suficiente para que el agua llegue a los hidrantes con la presión requerida, se establece la necesidad de disponer de una red para un sistema de riego presurizado. Por ello, se diseña una estación de bombeo.

La red de tuberías se irá ramificando y finalizará en los hidrantes de las unidades de riego, buscando una superficie aproximada de unos 10 ha por hidrante.

Los puntos singulares como son los cruces con Carreteras, acequias principales, caminos generales, desagües generales y el cruce del Río Riguel, se pedirán condiciones a los organismos responsables como son la DGA y la CHE

Asimismo, se prevé dotar a toda la instalación de la red de riego de un equipo de telecontrol capaz de gestionar las siguientes acciones:

- Apertura y cierre de hidrantes.
- Medición del caudal y volumen acumulado servidos en cada hidrante y segregados para cada regante.
- Integración de dichos datos para conocer los caudales instantáneos en la red y consumos por cada unidad de riego y regante.
- Presiones en puntos determinados de la red
- Caudales derivados del Canal de la Bardenas
- Caudales consignados en los caudalímetros generales
- Capacidad de la balsa
- Funcionamiento del sistema de filtrado

9.4 SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO

A efectos del diseño de la Obra de Toma, Balsa de Regulación y equipo de filtrado, la superficie es de 5.855,28 Has.

Para el resto de elementos es de 3.710,33 Has.

La zona incluida en la modernización tiene una superficie de 3.710,73 ha, pertenecientes al término municipal de Ejea de los Caballeros, al término municipal de Sádaba y al término municipal de Biota. Las parcelas que son objeto de modernizar afectan a:

Al polígono 101, 102 y 106 del Término Municipal de Ejea de los Caballeros.

En el Término Municipal de Biota afecta al polígono 30.

Y en el término municipal de Sádaba afecta al polígono 16.

El grado de parcelación y estructura de la propiedad es la siguiente:

- Superficie total a transformar:3.710,73 has.
- Nº de propietarios implicados: 247 propietarios.
- Superficie media por propietario: 15,02 has.

9.5 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

En el Anejo nº 4 se relacionan los trabajos realizados para la obtención de la Cartografía y Topografía necesaria para la redacción del Proyecto.

Se han realizado dos trabajos principales, un levantamiento fotogramétrico completo de un ancho de banda de 50 m, donde transcurren los ejes del proyecto y la toma de datos mediante GPS de las zonas que tenían vegetación para asegurar la obtención de datos de zonas cubiertas de vegetación.

El estándar de sistema de coordenadas de referencia tomado para este trabajo es el ETRS89 iberia 30N EPSG: 25830.

La tecnología con la que se obtienen los datos: el microdrone **"PHANTOM 4 RTK"** con correcciones centimétricas gracias a su conexión a la red como a la bases fijas donde no hay cobertura telefónica. Se trata de un cuadricoptero no tripulado que se maneja desde tierra tanto en posición waypoint (control por GPS) o RC (posición controlada por operador humano en tierra). Este "pequeño" vehículo permite elevar una cámara 1" CMOS Píxeles efectivos: 20 MP y transportarla de manera que es capaz de tomar las fotografías allí donde le marquemos.

Como productos finales de este trabajo se obtiene:

- Ortofotografía digital en formato ".tif y .jpg" de resolución espacial variable según altitud del terreno respecto del punto de despegue (Tamaño del pixel de 2-2.5 cm²/Pixel).
- Nubes de puntos vectoriales densas LIDAR, Este producto es un archivo vectorial compuesto por una serie de millones de puntos con coordenadas XYZ en la que cada punto tiene codificado el color del terreno que representa en codificación RGB. Se entregan en formato LIDAR comprimido ".las". Estos puntos presentan una resolución espacial idéntica a la ortofoto. Reflejando la información correspondiente a un MDE3.
- Archivos vectoriales MDT3 de línea y puntos en formato CAD ".dxf". Estos archivos se componen de: Las líneas de rotura, Límites de vías, puentes y de una nube de puntos desdensificada a 5m² (Un punto vectorial cada 5m²).

La precisión es la siguiente:

Una georreferenciación de las fotografías aéreas "crudas" de +-3m (Precisión del GPS embarcado).

Una precisión de +-2.4 cm en X e Y para las ortofotografías generadas.

Una precisión media de los puntos de la nube LIDAR densa MDE de +-2.4 cm en X e Y.

Una precisión media de los productos "Archivos vectoriales de MDT" (nube de puntos desdensificada a 5m y líneas de rotura) ".dxf" para CAD de +-2.4 cm en X e Y y de inferior a 5 cm en Z de error medio entre todos los puntos entregados en el producto.

9.6 SISTEMA DE RIEGO. PARÁMETROS DEFINITORIOS

9.6.1 ELECCIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO TIPO

Se elige el riego por aspersión por ser el mayoritariamente empleado en las zonas modernizadas de la Comunidad y porque además es más exigente en cuanto a necesidades de presión que el riego por goteo.

La mayoría de las coberturas de riego por aspersión instaladas en la zona tienen un marco triangular de 15x18T m con boquillas principales de 4,4 mm y secundarias de 2,4 mm de diámetro. Se establece que, para una presión de funcionamiento de 3,5 kg/cm², el Coeficiente de Uniformidad (CU) de este tipo de coberturas es del 92%.

9.6.2 NECESIDADES DE AGUA

En el Anejo nº 3. Estudio Agronómico, de acuerdo con la realidad de la Comunidad, partiendo de los cultivos que hay actualmente en las zonas ya modernizadas y los datos climatológicos de las estaciones existentes cercanas a la zona a modernizar, se han calculado las necesidades hídricas de la alternativa de cultivos planteada, indicando para ello las necesidades mensuales en m³/Ha, volumen anual consumido y caudal ficticio continuo expresado en l/sg y Ha.

Para el cálculo de las necesidades hídricas de cultivos se ha tenido en cuenta la alternativa prevista tras la modernización:

CULTIVO	MAÍZ	ALFALFA	TRIGO	ALMENDRO	TOTAL
%	43,5	20	26,5	10	100
Superficie (ha)	1.614,17	742,15	983,34	371,07	3.710,73

Las necesidades de riego de cada uno de los cultivos que integran la alternativa considerada y su distribución mensual es la siguiente:

	Maíz (m ³ /ha)	Alfalfa (m ³ /ha)	Almendra (m ³ /ha)	Trigo (m ³ /ha)	TOTAL (m ³ /ha)	Total (m ³)	c f c (l/ s ha)
Enero				203	54	199.818	0,02
Febrero				485	128	476.608	0,05

Marzo				842	223	828.050	0,08
Abril		823	320	1118	493	1.828.992	0,18
Mayo	269	1550	1021	1272	866	3.213.298	0,32
Junio	1310	2050	1641	785	1.352	5.017.130	0,50
Julio	3052	2373	2068		2.009	7.454.644	0,75
Agosto	2922	2175	1916		1.898	7.042.429	0,71
Septiembre	1056	1654	1113		902	3.345.929	0,34
Octubre			187		19	69.279	0,01
Noviembre				145	39	142.877	0,01
Diciembre				152	40	149.518	0,02
TOTAL	8.609	10.626	8.266	5.002	8.022	29.768.571	

En el Anejo 3, se justifica y detalla el proceso de cálculo seguido. Como resumen y conclusión se han determinado las siguientes necesidades de riego para el proyecto:

- Superficie de cultivo: 3710,73 ha
- Caudal ficticio continuo máximo (Julio): 0,75 l/s y ha.
- Mes de máximas necesidades: Julio.
- Dotación media mes máximas necesidades: 2.009 m³/ha mes.
- Dotación anual media: 8.022 m³ por ha y año.
- Volumen anual total consumido por la alternativa: 29.768.571 m³/año

9.6.3 ORGANIZACIÓN DE LOS RIEGOS

La Comunidad de Regantes posee un programa informático de gestión del riego, llamado SGRnet. A través de este los propietarios realizan una petición de riego para su hidrante con una antelación de 36 horas para efectuar el riego y así la Comunidad poder pedir esa demanda de agua a la C.H.E y la sirva a la balsa. El programa informático dará petición de riego siempre que se cumpla el coeficiente de simultaneidad para que la red funcione correctamente como se ha estudiado mediante el programa informático Gestar. Así pues, se trata de una red de riego a la demanda pero ordenada por la Comunidad.

9.7 CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

En el Anejo nº 13, se adjuntan los cálculos estructurales de los siguientes elementos:

- Arqueta de válvulas de la Balsa de regulación
- Nave para la estación de filtrado
- Nave para la estación de bombeo
- Cobertizo para nudos

9.7.1 ARQUETAS DE ALOJAMIENTO

Las arquetas de alojamiento de válvulas y elementos son en su mayoría prefabricadas. Las que son de hormigón "in situ", dada su escasa magnitud, tampoco he considerado necesaria la realización de ningún cálculo estructural, tan solo se ha calculado por sus grandes dimensiones la arqueta de válvulas a la salida de la Balsa de Regulación y la tapa de la misma.

La citada arqueta de válvulas alojará dos válvulas de mariposa DN1400 con sus correspondientes carretes de desmontaje DN1400 y ventosas trifuncionales DN200. También acometen a la arqueta los tubos de drenaje de la balsa.

Las dimensiones de la losa de cimentación de la arqueta serán de 8,10x6,70 m, con un espesor de 40 cm. La armadura será de Ø16 cada 20 cm y refuerzo inferior en la conexión con los muros de Ø12 cada 20 cm con una L=115cm.

Los muros serán de 7,20 m de altura y un espesor de 35 cm. El armado será de Ø20 cada 20 cm, en ambas caras horizontal y vertical.

Se utilizará hormigón armado HA-25 y acero corrugado B 500 S.

La tapa será de chapa lagrimada de 3 mm de espesor pintada con pintura epoxy poliéster de 250 micras de espesor, ejecutada con pendiente para facilitar agua de lluvia. Colocada sobre estructura de perfiles laminados L 50.50.5 formando cuadros de 1 x 1 m de lado como máximo para una resistencia de 200 Kg/m² anclada en el hormigón.

9.7.2 NAVE PARA LA ESTACION DE FILTRADO

Se trata de una nave a dos aguas de 31,44 x 17,63 m de dimensiones exteriores y una altura en postes de 8,64 m.

Es una nave de estructura metálica con puente-grúa de 5 Tm.

9.7.3 NAVE PARA LA ESTACION DE BOMBEO

Se trata de una nave a un agua de 18,00 x 8,00 m de dimensiones interiores, con una altura en postes de 4,31 y 3,29 m. Es una nave de estructura metálica.

9.7.4 COBERTIZO PARA NUDOS

Se trata de un cobertizo un agua de 12,31 x 9,42 m de dimensiones exteriores, con una altura en postes de 4,32 y 3,30 m. Es una nave de estructura metálica.

10 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS

10.1 RED DE RIEGO

10.1.1 AGRUPACIONES DE RIEGO

- Se han realizado agrupaciones de propietarios de forma que el hidrante “tipo” tenga una superficie aproximada a las 10 Has y un número máximo de 4 propietarios.
- Se han agrupado las parcelas próximas que corresponden a un mismo propietario. Cuando la superficie próxima de un mismo propietario es superior a 5 Has, se han realizado agrupaciones de propietario único, salvo excepciones por optimización de diseño.
- En el caso de fincas ya transformadas se ha respetado la agrupación ya modernizada.
- En el caso de zonas de huertos, se han agrupado los huertos próximos para hacer una agrupación con un hidrante que verterán directamente a las acequias existentes para que dichos huertos sigan regando por inundación, ya que hay muchos propietarios y es difícil de transformar a riego presurizado.

10.1.2 TRAZADO DE LA RED

Para los trazados de la red de riego, se ha seguido siempre que ha sido posible el criterio de realizarlos paralelos a caminos o carreteras, pero dentro de las fincas; de esta manera se facilita el mantenimiento y reparación de la red en caso de avería y se evita el tener que dimensionarlas para cargas de tráfico. También se ha buscado evitar las zonas arboladas, las edificaciones y la orografía más favorable posible.

En Mayo de 2021 se redactó el *Anteproyecto de modernización integral del regadío mediante transformación de riego a presión en la C.R. nº V "Riegos de Bardenas"*. En dicho Anteproyecto se trazaron ya las redes de riego, de manera que en el Proyecto que nos ocupa lo que se ha hecho ha sido una verificación en campo de dichos trazados y un exposición pública a los regantes. Como consecuencia de dichas actuaciones se han trazado las redes definitivas.

10.1.3 PRESION NECESARIA EN EL HIDRANTE

La Presión mínima antes de hidrante se ha fijado en 38 m.c.a. + diferencia geométrica entre hidrante y punto mas alto de la agrupación a la que abastece.

10.1.4 DOTACIONES DE RIEGO

Una vez determinados los parámetros agronómicos previos en el Anejo nº 3 "Estudio Agronómico" y delimitadas las parcelas objeto de la transformación en el Anejo nº 1 "Listado de Parcelas y Superficie afectada", se establecen los parámetros de riego que serán posteriormente utilizados para el dimensionamiento de la red de riego. Todo ello se ha determinado en el Anejo nº 9 "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.

Se establece un grado de libertad mínimo de 2,00, grado que irá aumentando de forma inversa a la superficie de la agrupación.

Al tratarse de una zona que se va a regar toda con presión natural, se plantea una duración de jornada de riego de 22/24 h.

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.

De acuerdo a lo establecido en el Plan Director, se ha garantizado una dotación mínima en hidrante de 1,6 l/s.ha hasta una superficie máxima por hidrante de 20 has.

Las dotaciones de caudal quedan del siguiente modo:

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

10.1.5 CAUDALES DE DISEÑO

El cálculo de los caudales en línea o caudales diseño a partir de los cuales se ha realizado el dimensionado óptimo de las redes, se han obtenido según la fórmula de Clement:

$$Q_d = \frac{Q_c}{R} + U \cdot \sqrt{p \cdot (1-p) \cdot \sum n_i \cdot Q_i^2}$$

Donde:

Q_d (Caudal de diseño de Clement): corresponde al caudal de diseño del tramo calculado aplicando la fórmula de Clement.

Q_c (Caudal característico): es el resultado del producto entre la superficie regada por el tramo de cálculo por el caudal ficticio continuo (en nuestro caso 0,75 l/s·ha).

Q_i (Caudal de la toma tipo i): Caudal asignado a cada toma o hidrante, como se ha determinado en este mismo anejo con anterioridad.

p (Probabilidad media apertura hidrante): es la probabilidad de que un hidrante en ese tramo esté abierto.

$$p = \frac{Q_c}{R \sum n_i \cdot Q_i}$$

R (Rendimiento de la red). Se ha adoptado un rendimiento del 92% correspondiente a una jornada de riego de 22 horas diarias.

U : La calidad de funcionamiento. Garantía de suministro:

La garantía de suministro que se ha aplicado es de:

Nº Hidrantes	Garantía de Suministro	U
1-5	100 %	
6-50	95 %	1,65
>50	92 %	1,41

Es decir, consideramos que los cinco últimos hidrantes de cada ramal que conforma la red de riego contarán con una garantía de suministro del 100%.

La red de riego se diseña a la demanda, donde cada uno de los hidrantes podrá disponer de agua cuando lo desee. En el caso de los hidrantes compartidos, en la misma agrupación, las tomas que la compongan deberán establecer un turno de riego adecuado.

10.1.6 MATERIALES Y TIMBRAJES

Los materiales utilizados en el diseño de las redes serán de PVC-O para diámetros de tubería igual o inferiores a 630 mm y de AH para tuberías de diámetros superiores a 630 mm.

El timbraje mínimo de las tuberías diseñadas se ha establecido en una presión nominal 12,5 Atm para el PVC-O y de 16 Atm para el AH.

En el caso de las tuberías en redes de distribución se establecen los siguientes criterios:

Presión nominal (PN) > presión estática (PE) + presión de seguridad (PS)

Presión de seguridad = presión debida a la altura de agua en el punto de captación + 20 m.c.a.

10.1.7 DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

Todos los cálculos hidráulicos y mecánicos se desarrollan en el Anejo nº 9.

El abastecimiento de la zona que nos ocupa se hará desde una Balsa al lado del Canal de las Bardenas, dentro de los límites de la Comunidad de Regantes. Es una balsa que se llenará directamente desde el Canal y cuya cota máxima de lámina de agua es la 440,40 (Cota media para cálculo 438 m).

En dicho anejo se han calculado y comprobado los siguientes aspectos:

- 1.- Cálculo y diseño de las tuberías para dar riego a la nueva zona regable
- 2.- Comprobación de los hidrantes deficitarios

Partiendo de los parámetros de diseño y garantía de suministro se realizó el cálculo de las tuberías utilizado un paquete informático denominado GESTAR (GESTIÓN de Agua de Riego), para el cálculo y simulación de redes de riego a presión desarrollado por la Escuela Politécnica de Huesca (Universidad de Zaragoza).

- Tipo de líquido: agua limpia a una temperatura de 15º.
- Viscosidad cinemática del agua a 15º $1,14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$.
- Velocidades:
 - Velocidad máxima: 2,0 m/s.
 - Velocidad mínima: 0,5 m/s.
- Fórmula de cálculo de pérdidas de carga: Prandtl-Colebrook.
- Rugosidad (k_a)
 - PVC 0,007 mm.
 - AH 0,07 mm (Con revestimiento interior de Poliuretano)

La metodología de trabajo ha consistido en:

1. Diseño de las agrupaciones de riego, determinación de los hidrantes compartidos e hidrantes individuales.
2. Importación de los valores de superficie, dotación, cota máxima de cada uno de los hidrantes de la red y presión de consigna.
3. Cálculo de los caudales de diseño, utilizando para ello la formulación de Clement con las garantías de suministro establecidas según número de hidrantes abiertos.
4. Verificación de las condiciones de diseño mediante simulación de escenarios.

Se ha realizado una modelización para la simultaneidad correspondiente al caudal de diseño obtenido mediante la fórmula de Clement. **El coeficiente de simultaneidad es del 43,82 %**. Los resultados aportados se corresponden con los valores medios obtenidos mediante la generación de 1000 escenarios aleatorios en el que el porcentaje de hidrantes abiertos se corresponde con las simultaneidades de diseño específicas de cada red.

La altura piezométrica disponible tipo, aguas arriba del hidrante, para alimentar parcelas de riego por aspersión es de 38 mca. A esta altura piezométrica disponible debe añadirse la diferencia de cotas entre el punto más elevado de la agrupación y el hidrante con objeto de compensar las diferencias de altitud entre el hidrante y los puntos más elevados, obteniéndose la altura de presión de consigna que para las condiciones de diseño se desean satisfacer en cada hidrante.

Por las características orográficas de alguna agrupación, habrá algún hidrante minoritario, donde esta presión no puede cumplirse, con el fin de optimizar y disminuir los costes de explotación futuros del proyecto de modernización. En este anejo se aporta el listado de los hidrantes donde no es posible cumplir con este requisito de presión.

En el Anejo se exponen los resultados del cálculo de las presiones dinámicas de la red una vez realizado el dimensionado. Para ello se han realizado 1000 sorteos encadenados bajo la simultaneidad de diseño de cada una de las redes. Se incluyen los resultados del cálculo de:

- Tuberías: Longitud, Diámetro, Rugosidad, Pérdidas de carga, Caudal y Velocidad
- Nodos: Hidrante, Altura piezométrica, Presión en hidrante, Consumo, Cota Hidrante, Cota máxima de la agrupación, Presión de consigna, Margen de Presión.

Se han indicado los hidrantes que presentan un déficit de presión:

NODO	ALT. PIEZ (m)	PRESIÓN HIDRANTE (m)	CONSUMO (m3/s)	COTA HIDRANTE (m)	COTA MÁX. AGRUPACIÓN (m)	P. CONSIGNA (m)	P. MARGEN (m)
H-153	432,1	42,10	0,020	390	396	38	-1,90
H-157	431,23	39,23	0,020	392	394	38	-0,77
H-158	431,61	39,61	0,020	392	397	38	-3,39
H-159	431,22	37,22	0,025	394	394	38	-0,78
H-160	431	37,00	0,020	394	399	38	-6,00
H-161	430,67	34,67	0,025	396	396	38	-3,33
H-162	429,66	32,66	0,025	397	402	38	-10,34
H-165	422,91	34,91	0,032	388	394	38	-9,09

H-166	422,8	35,80	0,020	387	392	38	-7,20
H-168	426,73	34,73	0,020	392	392	38	-3,27
H-169	428,06	34,06	0,020	394	395	38	-4,94
H-170	428,86	30,86	0,020	398	399	38	-8,14
H-171	429,51	32,51	0,025	397	402	38	-10,49
H-172	428,2	29,20	0,032	399	400	38	-9,80
H-173	426,66	26,66	0,025	400	401	38	-12,34
H-174	416,87	27,87	0,020	389	396	38	-17,13
H-175	426,78	34,78	0,025	392	396	38	-7,22
H-176	426	33,00	0,020	393	393	38	-5,00
H-177	426	37,00	0,020	389	390	38	-2,00
H-178	421,14	28,14	0,070	393	395	38	-11,86
H-202	419,67	34,67	0,020	385	387	38	-5,33

Estos 21 hidrantes, 153, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178 y el 202 al no cumplir con las condiciones de presión establecidas y estar en una misma zona, esta deficiencia se solventa mediante un bombeo que les dará la presión establecida. El hidrante más deficitario de dicha zona H-174 tiene un déficit de presión de 17,13 mca, por lo que el bombeo se ha diseñado con una altura manométrica de 20 mca.

Además de estos hidrantes, el H-154 y H-155 se incluyen en la zona de bombeo porque el margen de presión es muy justo y al estudiarlos fuera de esta zona mediante una tubería independiente del bombeo pasaban a ser deficitarios.

10.1.8 RED TERCIARIA

Se define como distribución terciaria, la red de tuberías, con los correspondientes accesorios, para llevar el agua desde los hidrantes compartidos hasta aquellas parcelas de la agrupación de otros propietarios que se encuentran alejadas.

Se colocará una toma secundaria para cada uno de los propietarios en los hidrantes compartidos, desde donde partirá la tubería terciaria. La tubería terciaria llegará hasta la parcela más cercana de cada propietario.

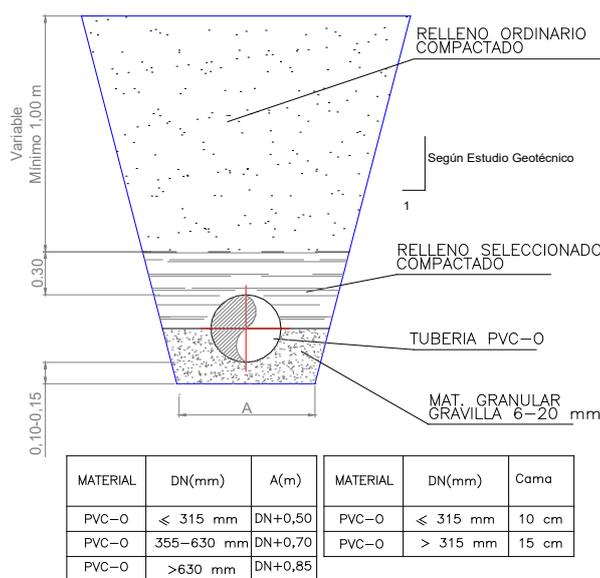
En el Anejo nº 9 se han calculado las de pérdida de carga de las tuberías terciarias.

En todos los casos las tuberías serán de PEAD PN 8, con diámetros comprendidos entre 125 y 180 mm.

10.1.9 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE LA RED

Siguiendo las recomendaciones de los fabricantes, se determinó la sección tipo para cada uno de dichos materiales. Se adjunta a continuación:

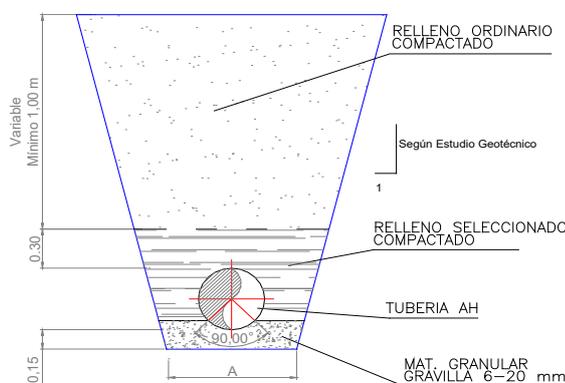
ZANJA TIPO TUBERIA PE, PVC-O



DESVIACIÓN ANGULAR MÁXIMA: 2°

ZANJA TIPO TUBERIA

AH



MATERIAL	DN(mm)	A(m)
AH	≤ 700 mm	DN+0,70
AH	800-1200 mm	DN+0,85
AH	>1200 mm	DN+1,00

DESVIACIÓN ANGULAR MÁXIMA CON ABOCARDADO ESFÉRICO: 6°

Se ha determinado según la rasante, sección tipo de cada material de tubería y los taludes recomendados en el Estudio Geotécnico, el movimiento de tierras que habrá que realizar.

Se ha calculado, dimensionado, trazado y medido toda la red de tuberías necesarias para la modernización. Los materiales utilizados han sido:

- PVC Orientado PN 12,5 y 16 Atm para DN entre 125 mm y 630 mm
- Acero Helicosoldado PN 16 Atm para DN entre 700 y 2000 mm

Los nudos principales de las tuberías se han sacado a la superficie; concretamente el inicio que se encuentra en la estación de filtrado y los nudos 2 y 6. Ver Planos nº 11.4 y 11.5. Estos nudos se han protegido con cobertizos de estructura metálica, cubierta de chapa prelacada y cerramiento de valla de simple torsión de 2,00 m de altura. Ver Planos nº 14.

Se han dimensionado las válvulas de seccionamiento. Esto nos permitirá el corte de los ramales en caso de avería. Todas las válvulas de seccionamiento que no están en los nudos superficiales, irán enterradas con eje prolongador.

Se han dimensionado los desagües en determinados puntos bajos de la tubería, de manera que permitan el vaciado y limpieza de las mismas en caso necesario.

Se han calculado y dimensionado todas las ventosas de la red.

Se han determinado los hidrantes de 3, 4, 6 y 8" que se van a colocar en cada agrupación de riego, en las diferentes modalidades de PN 10 y 16 y compartidos o no; así como las arquetas prefabricadas de hormigón que los alojarán.

También se han dimensionado y presupuestado dentro de este capítulo las siguientes unidades de obra:

- Hormigón para los anclajes de codos y tes
- Tomas para sulfatadoras
- 1 Hinca bajo el Río Riguel
- 1 Hincas en la carretera autonómica A-1203
- 3 Hincas en la carretera autonómica A-1208
- Estación para las protecciones catódicas de la tubería de AH, alimentada por placas solares

Se trata sin duda del Capítulo más importante, ya que supone más del 70% del presupuesto de la obra.

En el Anejo nº 9 se aportan los cálculos mecánicos de las tuberías, realizado por los propios fabricantes, teniendo en cuenta las secciones tipo proyectadas.

10.1.10 ELEMENTOS SINGULARES

VENTOSAS

Una de las causas que origina sobrepresiones en las redes de riego a presión es la acumulación de aire en las tuberías. El movimiento repentino de estas acumulaciones puede producir rápidos cambios de velocidad en el agua transportada, comprimiendo el aire acumulado y originando altas presiones en esos puntos.

Asimismo, el vaciado rápido de una tubería, intencionada o accidentalmente (rotura), puede crear succión y vacío dentro de la línea, llegando en ocasiones a producir el colapso de las tuberías.

Para evitar estos fenómenos de vacío y sobrepresiones se instalarán a lo largo de la conducción una serie de ventosas trifuncionales.

Los criterios seguidos para el emplazamiento de estas ventosas trifuncionales han sido los siguientes:

- Puntos altos de la conducción.

- No necesita justificación y está asumida la necesidad de colocación en estos puntos porque es la zona donde se va a acumular el posible aire de la conducción.

- Cambios bruscos de pendiente.

Cuando se está llenando la conducción, un aumento brusco de pendiente causa un incremento en la velocidad del agua que puede circular en canal. Este cambio de pendiente puede provocar un "efecto cascada" que bloquee el paso de aire hacia la ventosa anterior (el aire asciende hacia el punto alto que en una zona de pendiente está situado arriba). Por lo tanto se impone el emplazamiento de una ventosa de tipo trifuncional en ese punto.

- Distancia máxima entre ventosas de 500 a 1000 m.

Se ha comprobado que una de las causas de la mala aireación en las conducciones es la larga distancia entre ventosas. Si el aire tiene que recorrer largas distancias antes de llegar a la ventosa, puede entrar en presión o bien diluirse en el agua con los consiguientes problemas para el funcionamiento de la conducción. Si la tubería es frágil, esto puede provocar la rotura de la conducción. Para garantizar la aireación en conducciones con largas distancias entre ventosas se han de mantener una serie de pendientes mínimas tanto ascendentes como descendentes que garanticen la evacuación del aire.

Para facilitar la correcta evacuación del aire se proyectarán las rasantes de las tuberías con una pendiente mínima ascendente del 3 ‰ y descendente del 5 ‰.

- Junto a válvulas de corte con el siguiente criterio:

Agua debajo de la válvula de corte cuando ésta se encuentra en pendiente descendente.

Agua arriba de la válvula de corte cuando ésta se encuentra en un tramo de pendiente ascendente.

A ambos lados de la válvula de corte cuando ésta se halla situada en un punto alto de la conducción.

Cuando la válvula de corte se encuentra en un punto bajo de la conducción, el elemento de aireación solo debe introducir aire por lo tanto puede ser suficiente con un elemento antivació aunque puede utilizarse una ventosa si se prevé el llenado parcial de la conducción la válvula cerrada o parcialmente cerrada.

La ubicación de las ventosas en la red de tuberías se detalla en los planos nº 9: Planta general redes y nº 10: Perfiles longitudinales.

Una vez ubicadas las ventosas en la red se ha realizado un dimensionado de las mismas atendiendo al diámetro de la tubería, caudal trasegado, presión de funcionamiento y de la función a realizar.

Implícitamente se acepta como hipótesis que el llenado de la tubería se realizará poco a poco y por tanto el criterio más restrictivo es la introducción de aire en la misma y no en la expulsión de este.

El diámetro nominal de las ventosas corresponderá al diámetro de conexión con la tubería así como al diámetro de aducción / expulsión de aire. Quedan expresamente prohibidas las ventosas con un diámetro nominal que no corresponda al diámetro de conexión o bien al diámetro de entrada / salida de aire.

Las ventosas de todos los ramales, salvo pequeños ramales de menor envergadura, han sido calculadas por la empresa REGABER, con el programa de cálculo ARIAACAD, para ventosas ARI. Estos ramales engloban el total de las tuberías de Acero Helicosoldado que son las que soportan menor presión de colapso. También incluye casi la totalidad de las tuberías de PVC-O.

DESAGUES Y BY PASS

Para el dimensionamiento de los desagües y by-pass se han tenido en cuenta los diámetros de las tuberías, según los criterios siguientes:

DIÁMETRO (Ø) DE LA TUBERÍA (mm)	DIÁMETRO (Ø) DEL DESAGÜE O BY-PASS (mm)
Øtubería 125-160 mm	NO SE HACE BY-PASS
Øtubería 200-250 mm	NO SE HACE BY-PASS
Øtubería 315-355	NO SE HACE BY-PASS
Øtubería 400-500 mm	NO SE HACE BY-PASS
Øtubería 600-800 mm	Ø = 200 mm.
Øtubería 900-1200 mm	Ø = 250 mm.
Øtubería 1300-1400 mm	Ø = 300 mm.
Øtubería 1500-1600 mm	Ø = 400 mm.

La colocación de by-pass en las válvulas de seccionamiento se producirá en elementos con diámetros iguales o superiores a 500 mm, siempre y cuando la presión del tramo sea superior a 8 atm.

Los **desagües** se han colocado en las partes bajas de las tuberías siempre que exista una salida a barranco. Se ha identificado en los planos aquellos desagües que permite conectar su salida con un barranco existente. Se prolongará la tubería hasta conectar con el mismo.

VALVULAS DE SECCIONAMIENTO

Las válvulas de seccionamiento a contemplar, se diseñarán con los siguientes criterios.

Para presiones iguales o inferiores a 16 Atm, será de la forma siguiente:

- a. $\varnothing \leq 50$ mm: Válvula de bola roscada de acero inoxidable.
- b. $\varnothing \leq 300$ mm: Válvula de compuerta con cierre elástico.
- c. $\varnothing \geq 350$ mm: Válvula de mariposa de eje centrado y disco de acero inoxidable.

La mayor parte de las válvulas de seccionamiento de la red irán enterradas y dispondrá de husillo prolongador.

CARRETES DE DESMONTAJE

Válvulas de mariposa:

Todas con carrete

Válvulas de compuerta:

- $\varnothing > 200$ mm con carrete.

Desagües:

- $\varnothing > 200$ mm Con carrete.

Hidrantes de riego

- $\varnothing \leq 150$ mm (6") sin carrete.

- $\varnothing > 150$ mm (8") con carrete.

Los carretes de desmontaje para las válvulas se proyectarán atendiendo a los siguientes criterios:

- Los carretes irán aguas abajo de las válvulas de compuerta y de mariposa.
- El carrete interior ira al lado de la válvula y el carrete exterior a la pieza especial acoplada a la tubería.

10.1.11 OBRAS SINGULARES

Las obras singulares previstas son las siguientes:

TOMAS PARA SULFADORAS

Distribuidas por toda la zona regable, se van a construir 13 tomas para el llenado de las sulfadoras.

HINCAS

- 1 Hinca bajo el Río Riguel
- 1 Hinca en la carretera autonómica A-1203
- 3 Hincas en la carretera autonómica A-1208

ESTACION PROTECCIONES CATÓDICAS

Las protecciones catódicas de la tubería de AH se van a colocar al lado del Nudo 6 (Ver Plano 11.16), alimentada por placas solares.

10.2 OBRA DE TOMA

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 mas 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. Esta Balsa de regulación abastecerá un total del 5.855,28 Has de las cuales 3.710,73 Has vienen contempladas en el presente Proyecto y 2.144,55 Has vienen contempladas en otro Proyecto que ha sido auxiliado por la Diputación General de Aragón.

El caudal de diseño será de 4.391,46 l/s.

En el Canal de las Bardenas, va a ser necesario abrir una nueva toma, en la conexión se instalará una compuerta mural de 2000 x 2000 mm.

Para evitar la entrada de gruesos a la balsa, tal como plásticos, ramas, animales muertos,... se va a colocar en la conexión de la Obra de toma con el Canal, delante de la compuerta mural, una reja de desbaste hecha con tubos galvanizados de 1" y 20 cm de luz. Dicha reja podrá ser limpiada de forma manual periódicamente.

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. Dichas compuertas se alojarán dentro de una arqueta de hormigón armado visitable.

La conexión de la toma del Canal con la arqueta mencionada y desde ésta hasta la balsa de regulación, se hará mediante marcos prefabricado de hormigón de 2 x 2 de luz interior.

Para disipar parte de la energía con que el agua llegará a la Balsa de regulación y que pueda dañar a la lámina de PE, se ha diseñado una arqueta de rotura tipo aliviadero de pared gruesa. Esta arqueta se construirá con hormigón armado y tendrá una longitud de 14 m. Como medida de protección también se hormigonará por debajo de la lámina, todo el talud de la balsa y 4 m en el fondo con una anchura de 16 m en la salida de dicha arqueta de rotura.

Ver Planos nº 5 y Anejo nº 10.

10.3 Balsa de Regulación

Tal como se ha comentado anteriormente, va a ser necesario construir una Balsa de Regulación. Esta Balsa abastecerá un total del 5.855,28 Has de las cuales 3.710,73 Has vienen contempladas en el presente Proyecto y 2.144,55 Has vienen contempladas en otro Proyecto que ha sido auxiliado por la Diputación General de Aragón.

La balsa se ha diseñado para contener el agua que satisfaga las necesidades hídricas de toda la zona regable durante al menos un día. Tendrá una capacidad de 426.962,73 m³, equivalente a 1,13 días del mes de máximas necesidades que es Julio.

10.3.1 Características Constructivas Generales

Tal como se recoge en el estudio geotécnico realizado, se ha optado por la impermeabilización del vaso con lámina de polietileno.

Para ello, se colocará una capa de lámina de geotextil de 500 g/m² y una lámina impermeabilizante en polietileno de alta densidad de 2,00 mm de espesor, que le dará la impermeabilidad.

El dique se realizará con los materiales extraídos de la excavación del vaso. 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.

Se ha calculado todo el movimiento de tierras necesario para la ejecución de la balsa de regulación.

Al tratarse de una balsa fundamentalmente excavada la descompensación de volúmenes es muy alta por lo que se ha hecho un análisis exhaustivo para evaluar la forma de reutilizar dichos excedentes.

Y se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- 1.- La tierra vegetal va a ser reutilizada en su totalidad tanto en el revestido de los taludes exteriores de la balsa como en las superficies agrícolas colindantes al ser un material muy apreciado por cualquier agricultor.
- 2.- Los rellenos de gravas pueden ser utilizados para el recebo de caminos.
- 3.- Las gravas pueden ser utilizadas para la cama y recubrimiento de las tuberías y para plantas de áridos y hormigones.
- 4.- El mallacán previo machaqueo también podría utilizarse para el recebo de caminos.

No obstante a efectos de medición y presupuesto se han dividido de la siguiente manera:

Material reutilizable	
	m3
Tierra Vegetal	38.998,90
Gravas para rellenos de tuberías o plantas de áridos (50%)	93.508,96
Rellenos para caminos (30%)	56.105,37
Rechazo a vertedero (20%)	37.403,58

El Nivel de Almacenamiento Máximo Ordinario coincide con el nivel del Canal de las Bardenas en el punto de captación que es 440,40 m.s.n.m. y la cota de coronación es la 441,40 m.s.n.m.

La cota de fondo, debido a la inclinación del 2 por mil que se le ha dado al fondo de la balsa, oscila entre la 434,90 y 434,40 m.s.n.m.

La cota máxima del Canal de las Bardenas en el punto de captación es 440,4 m.s.n.m. que coincide con el Nivel máximo de la Balsa. La precipitación máxima en 24 h. para período retorno 500 años es de 144,6 mm por lo que no es necesario construir un aliviadero.

Se han previsto dos tuberías de salida desde la balsa con diámetro de 1.400 mm, que serán de acero helicSoldado. 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 las mismas, en caso de producirse no afectaran al cuerpo de presa. En la arqueta de válvulas se colocarán sendas 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 ya saldrá una tubería única de Acero HelicSoldado DN 2000 mm.

Tal y como recomienda el estudio geotécnico, se ha previsto la instalación de un dren interceptor a pie de talud interior de la balsa, bordeando parcialmente el perímetro de la misma que se halla más cerca del Canal de las Bardenas, para sanear el terreno y asegurar la estabilidad del talud de la balsa en esa zona. Este drenaje se ejecutará con tubería ranurada de PVC de diámetro 250 mm. Todas las posibles infiltraciones se derivarán hacia la arqueta de válvulas y drenajes.

El drenaje interior de fondo de balsa se construirá a base de tubería ranurada de PVC, de diámetro 160 mm embutida en grava, que se conectará tubería de PVC lisa de 160 mm de diámetro PN 10, para canalizar las posibles infiltraciones hacia la arqueta de drenajes, y desde allí se canalizarán mediante tubería de FD DN 300 mm hasta un barranco cercano aprovechando en la mayor parte de su recorrido la misma zanja que la tubería de salida de la balsa. Las tuberías ranuradas se colocarán diagonalmente y en todo el perímetro interior del fondo del embalse, y se conectarán al eje central de tubería lisa de PVC, que desembocará en la arqueta de drenajes. Se han establecido 10 sectores; cada uno con su drenaje independiente. Todos irán numerados en la arqueta de drenajes para poder identificar las posibles fugas.

Para el desagüe de la balsa se aprovechará la tubería de salida AH DN 2000 mm y se evacuará en el desagüe que atraviesa justamente antes de llegar a la estación de filtrado. En ese punto se colocará una válvula de vaciado DN 500 y se conectará con el desagüe mediante tubería de PVC DN 500 mm.

La balsa lleva un doble vallado perimetral de malla de simple torsión; uno interior de 1 m de altura entre el camino de coronación y el agua y otro exterior de 2 m de altura en el pie de talud.

La entrada a la Balsa será desde el Camino General CHE-1505, inmediatamente antes de su conexión con la banqueta del Canal de las Bardenas (Ver Planos 6.1 y 6.10 Detalles. Acceso y Vallado). En este punto el camino CHE-1505 es de zahorra natural compactada por lo que en entronque con el acceso a la balsa se hará con el mismo tipo de material; que además es el que se va a utilizar para rematar el camino de coronación de la Balsa. Dicha entrada tiene una pendiente muy suave, del 2,94 % y una puerta de 10 m.

Aprovechando el movimiento de tierras de la balsa, se va a construir una rampa de bajada con los mismos materiales de la balsa. Dicha rampa, con una anchura de 5 m y una pendiente del 14,02 %, servirá durante la ejecución de la balsa para el tráfico de maquinaria y a la conclusión de ésta, se cubrirá con geotextil y lámina de PE (igual que el resto de la balsa) y servirá para labores de mantenimiento y reparación caso de ser necesario.

La construcción de la balsa afecta a dos acequias de riego que habrá que restituir para seguir dando servicio de agua. Vienen denominadas como Acequia 1 y Acequia 2. Ver Plano 6.9

Todas las características de la balsa vienen recogidas en el Anejo nº 12 y los Planos nº 6.

10.3.2 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LA BALSA

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.

En el Anejo nº 12, se ha realizado dicha evaluación concluyendo que el riesgo potencial de dicha Balsa es de **Categoría C**.

La propuesta de Clasificación se ha tramitado ante el Instituto Aragonés del Agua, y el documento que se aporta en el Anejo nº 12, es ya el documento corregido con las indicaciones de dicho Organismo.

10.4 ESTACIÓN FILTRADO

El equipo de filtrado se colocará en línea con la Tubería General de AH 2000 mm; concretamente al final del ramal R1 pK 2+429, dentro de la estación de filtrado que se construirá a tal fin.

Se instalará un **Filtro tipo "W"**, con accionamiento eléctrico, funcionamiento automático y autolimpiable (retrolavado), de diámetro nominal 2.000 mm. Caudal de diseño de 6,67 m³/s y malla de 2x2 mm.

Para casos de avería del filtro autolimpiable, se ha previsto la colocación en bypass de dos filtros cazapiedras DN 1200 mm (48").

Se va a construir un edificio que albergará los equipos de filtrado y el nudo de tuberías desde donde parten las dos zonas regables; las 3.710,73 Has que vienen contempladas en el presente Proyecto y las 2.144,55 Has que vienen contempladas en

otro Proyecto que ha sido auxiliado por la Diputación General de Aragón. Llega la conducción general denominada R1 y en dicho edificio se bifurca en los ramales R1A y R1AA (del Proyecto auxiliado por la DGA) y en el R1B del presente proyecto.

El edificio tiene unas dimensiones exteriores de 31,44 x 17,63 m y una altura en postes de 8,76 m. Es de estructura metálica, con pórticos a dos aguas y una pendiente del 10%, cubierta y cerramientos de panel sándwich, puente grúa de 5 Tn y en la cubierta se colocarán placas de policarbonato para la entrada de luz y también 5 módulos solares fotovoltaicos encargados de suministrar la energía eléctrica al filtro, puente grúa, válvulas motorizadas y líneas de alumbrado y corriente. Tendrá una puerta principal de 5,04 x 6,00 m y una puerta peatonal de 0,92 x 2,10 m.

También se ha previsto la canalización de las aguas de limpieza del filtro, mediante tubería PVC teja DN 400, hasta un desagüe próximo.

Se va a instalar un caudalímetro electromagnéticos a la salida de la estación de filtrado en el ramal R1B.

Todas las características de la estación de filtrado vienen recogidas en los Planos nº 8.

10.5 ESTACIÓN DE BOMBEO

En el Anejo nº 9. Cálculos hidráulicos y mecánicos de la red de riego, se vio que había un total de 23 hidrantes (258,79 Has) que no cumplían con las condiciones de presión establecidas y que al estar todos en la misma zona se solventaría con la realización de un sistema de bombeo de apoyo que complementara el déficit de presión. El déficit de presión oscila entre los 0,77 y 17,13 mca del hidrante más desfavorable que es el H-174.

El Grupo de bombeo estará ubicado en el Ramal R1B-1 inmediatamente antes de la salida al hidrante H-153.

Se instalarán tres (una de reserva activa) bombas horizontales sobre bancada. Proporcionarán un caudal de 300 l/s, a una altura manométrica de 20 m.c.a. Una de ellas irá comandada por un variador de velocidad.

La energía necesaria para el funcionamiento de estas bombas será proporcionada gracias a un grupo electrógeno de 125 KVAs, al no poseer en la zona de instalación la posibilidad de conexión a la red eléctrica.

Se va a construir un edificio que albergará los equipos de bombeo para el ramal R1B-1, donde anteriormente ya se ha explicado que se trata de la zona donde se encuentran los hidrantes deficitarios de presión.

El edificio tiene unas dimensiones interiores de 18,00 x 8,00 m, una altura en el lado más alto de 4,31 m y 3,29 m en el más bajo. Es de estructura metálica, con pórticos a un agua y una pendiente del 12%, cubierta y cerramientos de panel sándwich. Tendrá una puerta de acceso de 3,00 x 3,00 m.

Alojará las bombas, el grupo electrógeno, los depósitos de gasoil, el variador de velocidad y los cuadros de baja tensión.

Dispondrá de alumbrado y tomas de corriente. También se ha previsto la canalización de las aguas interiores (válvula de alivio y goteos en estopadas) mediante tubería PVC teja DN 200, hasta un desagüe próximo.

Se va a instalar un caudalímetro electromagnético a la salida de la estación de del bombeo, en el ramal R1B-1.

Todas las características de la estación de filtrado vienen recogidas en los Planos nº 7.

10.6 CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

En el Anejo nº 14 se determina el grado de control que se implementa en este anteproyecto para el telecontrol y la telegestión del riego en la zona a modernizar. El objetivo de este estudio es marcar los requisitos mínimos que la comunidad de

regantes desea poder controlar de forma generalizada: la nueva red de riego junto con sus elementos. Y así, poder realizar una gestión de riego eficiente.

Las características de la red de riego han sido calculadas con un sistema de riego a la demanda con reducción de caudales utilizando el modelo R.Clement, por lo que el suministro de agua obligará a una gestión con demanda ordenada de riego. Para ello es imprescindible un sistema de telecontrol y gestión automatizado.

El sistema de telecontrol que, junto con sus distintos tipos de comunicación (vía Radio 2,4 GHz, 868 MHz, GSM, GPRS ó Monocable), no tiene límites de trabajo, ofreciendo una perfecta adaptabilidad a las particulares necesidades de cada instalación. En este caso se prevé una comunicación vía GPRS.

Con esta modernización se pretende incorporar 261 nuevos hidrantes simples, con control de toma única y compartida.

Se pretende el telecontrol para la apertura y cierre de cada electroválvula general de hidrante o válvula hidráulica y de la toma de parcela. Así como el contador general del hidrante y de parcela.

También se pretende tener 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.

Además de esto, se pretende tener un telecontrol de la balsa de regulación que permita una monitorización de ésta, indicando sus parámetros más importantes, como pueden ser el nivel de agua, caudal de entrada, etc.

También se pretende el 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, nos dará lecturas de los parámetros de este y del caudalímetro que hay a la salida de la estación de filtrado.

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 se podrán visualizar y actuar desde el Centro de Control, siendo:

- Electro-válvulas, 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.

Además se podrá 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.

10.7 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

En el Anejo nº 27, se han dimensionado las instalaciones fotovoltaicas presentes en el proyecto, tanto en la Estación de filtrado como en el sistema de protección catódica.

10.7.1 CENTRO DE PROTECCIÓN CATÓDICA

Es una instalación aislada que dará servicio a un centro de protección catódica para proteger así toda la red de tuberías de la que se dispone.

Para satisfacer todas las necesidades eléctricas, se ha proyectado instalar 36 placas de 550 Wp, en 2 strings de 18 paneles.

Como ya se ha comentado, se trata de una instalación aislada que alimenta a consumos de la protección catódica. Dado que los consumidores trabajan en continua no será necesario la instalación de inversores que transformen la continua en alterna. Lo que sí que se van a instalar son 6 reguladores de carga que regulen la electricidad que fluye entre los paneles solares y las baterías/consumidores para así poder optimizar la energía de la que se dispone en cada momento.

Con el fin de poder disponer de algo de almacenamiento de energía para momentos en que la energía disponible no sea suficiente para satisfacer la demanda, se instalarán 12 baterías de litio de 48 v y 5.3 kWh (1325 Ah en total) y una autonomía de 1 día.

Todos estos elementos estarán situados en el interior de un cuadro de protección con el fin de no ser dañados antes las inclemencias meteorológicas a las que puedan estar sometidos. Como consecuencia de esto, el cuadro tendrá que tener una mínima protección para que no se deteriore y aguante lo suficiente como para que los elementos interiores no vean comprometido su correcto funcionamiento y por ende el funcionamiento de la protección de la red de tuberías.

10.7.2 ESTACIÓN DE FILTRADO

La instalación fotovoltaica de la estación de filtrado es una instalación aislada que dará servicio a una serie de consumos que estarán dentro de la estación.

Para satisfacer todas las necesidades eléctricas, se ha proyectado instalar 5 placas en serie de 550 Wp, en la cubierta de la nave de la estación de filtrado.

Dado que todos los receptores de la estación de filtrado funcionan en corriente alterna, será preciso la instalación de un inversor cargador trifásico de 10 kW para transformar la electricidad de continua a alterna.

Con el fin de no sobredimensionar el número de placas a instalar, y teniendo en cuenta el consumo diario de la estación de filtrado, se van a instalar 5 baterías de litio de 48 v con una capacidad de 5,3 kWh cada una.

10.8 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las únicas instalaciones eléctricas que existen en el presente Proyecto son las instalaciones de baja tensión de la estación de bombeo y de la estación de filtrado. Todas sus características vienen definidas en el Anejo nº 28. Instalaciones de Baja Tensión.

10.8.1 INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO

La alimentación a la estación de bombeo se realiza desde un grupo electrógeno situado en el interior del propio edificio.

La Potencia total instalada es la siguiente:

Bomba nº 1	45000 W
Bomba nº 2	45000 W
Bomba nº 3	45000 W
Alumbrado	144 W
Alarma	400 W
Reserva	1000 W
Tomas de corriente	5000 W

TOTAL.... 141544 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 544
- Potencia Instalada Fuerza (W): 141000

Los elementos que las componen son:

- Grupo electrógeno de 125 KVAs
- Cuadro General
- Líneas de acometida a las bombas y a los circuitos de alumbrado y fuerza
- 6 luminarias estancas de 2 tubos de LED
- 4 bases de enchufe para tomas de corriente

10.8.2 INSTALACIONES DE BAJA TENSIÓN EN LA ESTACIÓN DE FILTRADO

La alimentación a la estación de filtrado proviene de una instalación solar fotovoltaica ubicada en la cubierta del edificio que alberga dicha estación

La Potencia total instalada es la siguiente:

Puente Grúa	5000 W
Válvula Motorizada 1200 mm	300 W
Válvula Motorizada 1600 mm	1000 W
Válvula Motorizada 2000 mm	1000 W
Válvula Motorizada 2000 mm	1000 W
Equipo de filtración	5900 W
A1	96 W
A2	96 W
A3	96 W
TC	2200 W
<hr/>	
TOTAL....	16688 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 288
- Potencia Instalada Fuerza (W): 16400

Los elementos que las componen son:

- Cuadro General
- Líneas de acometida al puente-grúa, equipo de filtrado, válvulas motorizadas y a los circuitos de alumbrado y fuerza
- 12 luminarias estancas de 2 tubos de LED
- 4 bases de enchufe para tomas de corriente

11 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

11.1 MARCO NORMATIVO

Las actuaciones y obras definidas en el presente Proyecto cumplirán y se registrarán por la Normativa vigente enumerada en el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares (Documento nº 3).

La redacción del presente proyecto y la ejecución de las obras a las que éste se refiere se realiza al amparo y con sujeción a lo dispuesto en la vigente Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de febrero de 2014 (B.O.E. n.º 272, de 9 de noviembre de 2017).

Asimismo, es de aplicación, a cuyo conocimiento y estricto cumplimiento está obligado el Contratista ejecutor de las obras, la siguiente normativa complementaria y resto de normas legislativas e instrucciones técnicas específicas actualmente vigentes:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre (B.O.E. n.º 269 de 10 de enero de 1995), de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (B.O.E. n.º 27 de 13 de diciembre de 1997), por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre (B.O.E. n.º 256 de 25 de octubre de 1997), por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

- Ley 54/2003, de 12 de diciembre (B.O.E. n.º 298 de 13 de diciembre de 2003), de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo (B.O.E. n.º 127 de 29 de mayo de 2006), por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se

aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E. n.º 38 de 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

11.2 CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS

Atendiendo al Artículo n.º 232 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de febrero de 2014 (B.O.E. n.º 272, de 9 de noviembre de 2017), las obras a realizar en el presente proyecto están clasificadas, según su objeto y naturaleza, en el grupo A: obras de primer establecimiento, reforma o gran reparación, entendiéndose por tales las que dan lugar a la creación de un bien inmueble, así como aquéllas que abarcan una mejora y modernización de un bien inmueble ya existente.

11.3 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En virtud de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, completada con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción e implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo en los proyectos de obra pública o privada, en los que se realicen trabajos de construcción e ingeniería civil con presupuesto de ejecución por contrata superior a los setenta y cinco millones de pesetas (450.759,08 €), con más de veinte trabajadores simultáneamente, que el volumen de mano de obra estimada sea superior a 500, entendiéndose por tal la suma de días de trabajo del total de trabajadores en la obra o que correspondan a la construcción de presas, túneles, galerías, etc., se redacta el preceptivo Estudio de Seguridad y Salud.

Este documento del proyecto, recogido en el Documento nº5.- Estudio de seguridad y salud, incluye una memoria descriptiva de los procedimientos, equipos

técnicos y medios auxiliares cuya utilización pueda preverse y la identificación de los riesgos laborales, indicando a tal efecto las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos. También incluye la descripción de los servicios sanitarios y comunes de los que deberá estar dotado el Centro de Trabajo, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos. El Estudio es coherente con los riesgos que conlleva la realización de la obra.

Asimismo, dicho documento contiene el pliego de condiciones técnicas, planos, mediciones y un presupuesto de los gastos previstos para la ejecución del Estudio de Seguridad y Salud, incluido como un capítulo más dentro del Presupuesto General del Proyecto.

El alcance del Estudio se extiende a todos los medios, materiales y humanos que intervengan directa o indirectamente en la ejecución de la obra, incluyendo no sólo los del Contratista adjudicatario sino también a los de los posibles subcontratistas debidamente autorizados por la Dirección Facultativa.

De acuerdo con la normativa, el Estudio de Seguridad y Salud se someterá antes del inicio de la obra, a la aprobación del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Será documento de obligada presentación ante la autoridad laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. Igualmente se implanta la obligatoriedad de un libro de incidencias con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede.

Es responsabilidad del Contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Estudio de Seguridad y Salud y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.

El presupuesto de ejecución material del mencionado Estudio de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de 152.824,66 €.

11.4 TRAMITACIÓN AMBIENTAL

En el Anejo nº 23 se adjunta el Estudio de Impacto Ambiental. Tal y como se recoge en el mismo, se propone que el proyecto sea sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinario.

11.5 PLIEGO DE CONDICIONES

El Pliego de Condiciones que se incluye en el presente proyecto como Documento n.º 3, regula las condiciones de tipo técnico que deben cumplir los diferentes materiales, así como también la ejecución de las obras con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista, la manera en que se llevará a cabo la medición de las unidades ejecutadas y el control de calidad de los materiales empleados y del proceso de ejecución.

11.6 OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS. EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES

La ejecución de las obras que comprende este proyecto implica la ocupación de terrenos y propiedades particulares. Para la obtención de la disponibilidad del mencionado terreno será perceptiva la tramitación del correspondiente Expediente de Expropiación forzosa.

En el Anejo nº 17, se han determinado las parcelas que se van a ver afectadas por el trazado de la red de tuberías, por imposición de servidumbres de acueducto y ocupación temporal de superficies, y definir la superficie a expropiar (ocupación de dominio) debido a la ejecución de las obras.

Para obtener toda la información se ha elaborado un Anexo en el que se puede consultar la relación de detallada de los bienes y derechos afectados por la expropiación, en los que se detalla, entre otros, además de las parcelas catastrales afectadas por la expropiación, las superficies afectadas por la misma.

11.7 SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS

Para la ejecución de obras sobre los bienes de dominio público identificados en la relación de bienes y derechos afectados, dado que no son susceptibles de ser expropiados por ser inalienables, será preciso tramitar con carácter previo los permisos y/o autorizaciones necesarias, de conformidad con lo establecido por la legislación de patrimonio de las administraciones públicas.

Para llevar a cabo la obra que contempla este proyecto es necesario ejecutar elementos que afectan a infraestructuras existentes en la zona que son competencia de otras administraciones.

A continuación se muestra una tabla con las administraciones en la que se han tramitado permisos y licencias y se da un detalle de la afección que puede ampliarse en el anejo 18 del presente proyecto:

Organismo/administración	Detalle de la afección
Confederación Hidrográfica del Ebro	Apertura de nueva toma en el canal
	Autorización del llenado de la nueva balsa
	Cruces con infraestructuras de su propiedad
Confederación Hidrográfica del Ebro (Comisaría de Aguas)	Cruce del Río Riguel
Gobierno de Aragón (Departamento de vertebración de Territorio, movilidad y vivienda.	Cruce carreteras A-1203 y A-1208
Gobierno de Aragón (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental. INAGA)	Ocupación temporal de la Cabañera Real de Navarra
Gobierno de Aragón (Instituto Aragonés del Agua)	Solicitud Clasificación Balsa
Ayto. de Ejea de los Caballeros	Cruce de camino municipales

	Acceso a los montes públicos
Ayto. de Ejea de los Caballeros (Gestagua)	Cruce tuberías abastecimiento pueblos

También van o pueden verse afectadas:

- Servicios afectados de la balsa. Eliminar y restituir de 2 acequias de propiedad de la Comunidad de Regantes nºV de los Riegos de Bardenas.
- Canalizaciones o tendidos de telefonía. Posibles cruces con la línea
- Elementos de riego. Eliminación de elementos de riego y su restitución.

11.8 ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

En el Anejo nº 19, de acuerdo con el Real Decreto 105/2008, así como por las obligaciones previstas en la normativa aplicable en especial la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, se desarrolla el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme a lo dispuesto en el Artículo 4. Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición, y con el siguiente contenido:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
2. Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.

3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Se ha valorado el coste de la gestión de los residuos, desglosado en función de cada tipo de residuo:

ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs				
Tipología RCDs	Estimación Tn	Precio gestión en Planta / Vestadero / Cantera / Gestor (€/Tn)	Importe (€)	% del presupuesto de Obra
RCDs Nivel I				
Tierras y pétreos de la excavación	651.683,65	0,00	0,00	0,0000%
				0,0000%
RCDs Nivel II				
RCDs Naturaleza Pétreo	4.950,00	4,09	20.245,50	0,1024%
RCDs Naturaleza no Pétreo	910,80	6,25	5.692,50	0,0288%
RCDs Potencialmente peligrosos	198,00	131,91	26.118,18	0,1321%
Presupuesto aconsejado límite mínimo del 0,2% del presupuesto de la obra				0,2632%
.- RESTO DE COSTES DE GESTIÓN				
% Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc...			7.910,35	0,4000%
TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs			59.966,53	0,3032%

11.9 CLASIFICACION DEL CONTRATISTA

De acuerdo con el artículo 77 de la Ley 9 / 2017 , de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014 / 23 / UE y 2014 / 24 / UE, de 26 de febrero de 2014 y los artículos 25 , 26 , 36 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 1098 / 2001 de 12 de octubre), la contratación de la ejecución de las obras objeto del presente Proyecto requiere clasificación, por ser el presupuesto total superior a 500 . 000 euros.

Según el artículo 25 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 1098 / 2001 de 12 de octubre), el grupo y subgrupo serán:

Grupo E) Hidráulicas. Subgrupo 6. Conducciones con tubería de presión de gran diámetro.

Puesto que la cuantía es superior a cinco millones de euros y las actuaciones se enmarcan principalmente en el grupo E, según el artículo 26 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas el contrato de obras se clasifica dentro de la categoría 6.

GRUPO	SUBGRUPO	CATEGORÍA
E	6	6
(Hidráulicas)	(Conducciones con tubería de presión de gran diámetro)	

11.10 FORMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

El plazo de ejecución previsto es superior a doce meses, por lo que en el caso de que proceda una revisión de precios, se aplicará el artículo 103 Ley 9 / 2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014 / 23 / UE y 2014 / 24 / UE, de 26 de febrero de 2014.

Según el Real Decreto 1359 / 2011 de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas - tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas, la fórmula de revisión de precios a aplicar en este proyecto es:

FÓRMULA 541. Alto contenido en plásticos, siderurgia y energía. Tipologías más representativas: obras de modernización y transformación en regadíos y conducciones de derivados plásticos.

$$Kt=0,05Ct/C0 + 0,08Et/E0 + 0,15Pt/P0 + 0,06Rt/R0 + 0,14St/S0 + 0,01Tt/T0 + 0,51$$

Siendo:

Kt = teórico de revisión para el momento de ejecución t

C0 = índice del coste del cemento en el momento de la licitación

Ct = del coste del cemento en el momento de la ejecución t

E0 = del coste de la energía en la fecha de licitación

Et = del coste de la energía en el momento de la ejecución t

P0 = del coste de productos plásticos en la fecha de licitación

Pt = del coste de productos plásticos en el momento de la ejecución t

R0 = del coste de áridos y rocas en la fecha de licitación

Rt = del coste de áridos y rocas en el momento de la ejecución t

S0 = del coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de licitación

St = del coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de ejecución t

T0 = del coste de los materiales electrónicos en la fecha de licitación

Tt = del coste de los materiales electrónicos en la fecha de ejecución t

11.11 PLAZO DE EJECUCIÓN, PLAN DE OBRA Y PERIODO DE GARANTÍA

Se propone un plazo de ejecución total de **VEINTICUATRO (24) MESES** desde el inicio de las obras, siempre que en el Pliego de Prescripciones Particulares y Económicas del Contrato no se indique nada distinto al efecto.

En cumplimiento del Artículo 132 del Reglamento General de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 1098 / 2001 de 12 de octubre), en el Anejo nº 15 se incluye la propuesta de programación valorada de las obras. El contratista se verá obligado a presentar un programa de trabajo previo al inicio de las obras.

Siguiendo el artículo 243 de la Ley 9 / 2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las

Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014 / 23 / UE y 2014 / 24 / UE, de 26 de febrero de 2014, el periodo de garantía considerado es de DOS (2) AÑOS a contar a partir del Acta de Recepción de las Obras, con el fin de observar su funcionamiento en cualquier época del año.

Durante el plazo de garantía, la conservación de las obras corre a cargo del Contratista adjudicatario, quien debe realizar todas las operaciones precisas para mantener las obras en perfecto estado sin que sea de abono cantidad alguna por este concepto.

11.12 PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

En el anejo nº 20 de Control de calidad se especifican las actuaciones de control de calidad, que se llevarán a cabo para garantizar que se cumplen todos los requisitos de calidad, incluidos en el Pliego de Prescripciones Técnicas.

Se describe la relación de ensayos a realizar que servirá de pauta formal a la cual se ajustarán las actuaciones de control de calidad en la que sus objetivo será garantizar la calidad de la obra mediante la realización de estudios, inspecciones, pruebas y ensayos en base a la cual el Contratista garantice la correcta ejecución de las obras y la Dirección Facultativa pueda basar sus decisiones de forma objetiva.

Con este programa se pretende que se cumplan todos los controles establecidos y que se efectúe un seguimiento de los materiales, de la fabricación, del montaje y del funcionamiento de éstos y de todas las ejecuciones a realizar.

La Dirección Facultativa podrá modificar tanto cualitativa como cuantitativamente los ensayos en él contemplados, en función de las necesidades que estime oportunas, con el fin de conseguir la calidad necesaria.

Asimismo, en todo sistema de control deberá quedar garantizada la fiabilidad e independencia de los resultados emitidos por la entidad o empresa acreditada.

Asimismo, se señalarán las modificaciones introducidas, si las hubiere, con respecto al programa inicial establecido justificando su adopción.

En las fichas se detalla la relación de tomas de muestras, ensayos y análisis a realizar, los límites de rechazo de los materiales y unidades de obra ejecutadas vendrán fijados por el pliego de Prescripciones Técnicas. En lo no incluido en el mismo, la decisión la tomará la Dirección Facultativa del Proyecto de acuerdo con la normativa técnica vigente.

Todas las medidas indicadas que se lleven a cabo deberán encontrarse recogidas dentro del Plan de seguridad de la obra pudiendo reemplazarse procedimientos por otros que se encuentren recogidos dentro del Plan de Seguridad de la obra.

12 PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES

En el anejo nº 21, se describe la puesta en marcha de las instalaciones de riego del PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)

Se entiende por puesta en marcha todas las actuaciones a realizar para comprobar el funcionamiento de todos los elementos de la red de riego.

El adjudicatario será responsable del perfecto funcionamiento de las instalaciones comprendidas en su obra y las pondrá en marcha coordinándose con los responsables de la construcción de las otras partes del proyecto, siempre que ello sea necesario.

Los costes de la puesta en marcha de las instalaciones de esta obra están contemplados en los capítulos correspondientes del presupuesto del proyecto, por lo tanto, en este anejo, solamente se estudian y enumeran las labores de puesta en marcha de las instalaciones de esta obra y las labores de coordinación entre obras.

El encargando del riego de la Comunidad de Regantes tendrá que ser instruido, por los contratistas o adjudicatarios de cada una de las obras, en el manejo de cada una de las instalaciones.

La dirección facultativa será la encargada de comprobar la perfecta coordinación entre las instalaciones de las obras puesto que, al conocer perfectamente el proyecto, pueden determinar con total precisión las responsabilidades de cada uno de los constructores, en el conjunto de la instalación.

13 OBRA COMPLETA

Las obras incluidas en el presente proyecto constituyen una obra completa de acuerdo con los artículos 125 y 127 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 1098 / 2001 de 12 de octubre), entendiéndose por tal la susceptible de ser entregada al uso general, lo que se hace constar expresamente en cumplimiento del Artículo n.º 13, apartado 3, de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de febrero de 2014 (B.O.E. n.º 272, de 9 de noviembre de 2017).

Por consiguiente, esta obra de modo conjunto, puede ser puesta en funcionamiento independientemente de cualquier otra, por la que una vez ejecutada, podrá cumplir con los fines a que se destinasen, sin perjuicio de posteriores ampliaciones, y comprende todos y cada uno de los elementos que son precisos y necesarios para su correcta utilización.

14 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

DOCUMENTO NÚM. 1.- MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

- 00.- MEMORIA
- 01.- Listado de parcelas y superficie afectada
- 02.- Caracterización de la obra. Ficha Técnica
- 03.- Estudio Agronómico
- 04.- Datos del levantamiento topográfico. Replanteo
- 05.- Estudio Arqueológico
- 06.- Estudio de alternativas. Justificación de la solución adoptada
- 07.- Estudio Geotécnico
- 08.- Análisis de la calidad del agua para riego
- 09.- Cálculos hidráulicos y mecánicos de la red de riego
- 10.- Obra de toma

- 11.- Estación de bombeo y equipos electromecánicos
- 12.- Balsa de regulación
- 13.- Cálculo de Estructuras
- 14.- Sistema de telecontrol
- 15.- Programa de ejecución de las obras
- 16.- Justificación de Precios
- 17.- Expropiaciones y servidumbres
- 18.- Servicios afectados, reposiciones, permisos y licencias
- 19.- Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición
- 20.- Control de calidad
- 21.- Puesta en marcha de las instalaciones
- 22.- Estudio de viabilidad económica
- 23.- Documentación ambiental
- 24.- información y documentación PRTR
- 25.- Actas de Reunión
- 26.- Reportaje Fotográfico
- 27.- Instalación Fotovoltáica
- 28.- Instalaciones de Baja Tensión

DOCUMENTO NÚM. 2.- PLANOS

- 01.- Situación y emplazamiento
- 02.- Planta general infraestructuras zona regable y parcelas
- 03.- Plano Director
- 04.- Planos de planta
 - 4.1. Planta de agrupaciones
 - 4.2. Planta general
- 05.- Obra de toma
 - 5.1. Planta general y perfil longitudinal
 - 5.2. Secciones
 - 5.3. Arquetas
- 06.- Balsa.
 - 6.1. Emplazamiento
 - 6.2. Estado actual
 - 6.3. Planta general de las obras

- 6.4. Definición geométrica.
- 6.5. Sección tipo
- 6.6. Perfiles longitudinales y transversales
- 6.7. Tubería de salida
 - 6.7.1 Planta y Sección
 - 6.7.2 Arqueta de válvulas y Drenajes
 - 6.7.3. Secciones
- 6.8. Red de Drenajes
 - 6.8.1. Planta
 - 6.8.2. Perfil Longitudinal. Drenaje 1
 - 6.8.3. Perfil Longitudinal. Drenaje 2
 - 6.8.4. Perfil Longitudinal. Drenaje 3
 - 6.8.5. Perfil Longitudinal. Drenaje 4
 - 6.8.6. Perfil Longitudinal. Drenaje 5
 - 6.8.7. Perfil Longitudinal. Drenaje 6
 - 6.8.8. Perfil Longitudinal. Drenaje 7
 - 6.8.9. Perfil Longitudinal. Drenaje 8
 - 6.8.10. Perfil Longitudinal. Drenaje 9
 - 6.8.11. Perfil Longitudinal. Drenaje 10
 - 6.8.12. Perfil Longitudinal. Tub. Salida drenes
 - 6.8.13. Perfil Longitudinal. Dren interceptor
 - 6.8.14. Detalles
- 6.9. Servicios afectados
- 6.10. Detalles. Acceso y Vallado
- 6.11. Arqueta de válvulas y drenajes
- 07.- Estación de bombeo
 - 7.1. Emplazamiento
 - 7.2. Instalaciones
 - 7.3. Cimentaciones
 - 7.4. Estructura y Cubierta
 - 7.5. Alzados
 - 7.6. Instalaciones eléctricas y contra incendios
 - 7.7. Esquema unifilar
- 08.- Estación de filtrado

- 8.1. Emplazamiento
- 8.2. Instalaciones
- 8.3. Cimentaciones
- 8.4. Estructura
- 8.5. Alzados
- 8.6. Cubierta
- 8.7. Instalaciones eléctricas y contra incendios
- 8.8. Esquema unifilar
- 09.- Planta general redes
- 10.- Perfiles longitudinales
- 11.- Red de riego. Detalles
 - 11.1. Fases constructivas
 - 11.2. Sección tipo de zanjas
 - 11.3. Anchos de trabajo.
 - 11.4. Planta de nudos)
 - 11.5. Detalles de nudos
 - 11.6. Detalles de hidrante
 - 11.7. Detalle de toma en parcela
 - 11.8. Detalle de válvulas de vaciado
 - 11.9. Detalle de ventosas
 - 11.10. Detalle de anclajes de piezas especiales, válvulas
 - 11.11. Cruces especiales
 - 11.12. Secciones fosos de ataque e hinca
 - 11.13. Rotulación de arquetas
 - 11.14. Arquetas in situ
 - 11.15. Toma sulfatadora
 - 11.16. Protección Catódica
- 12.- Red de tuberías terciarias
- 13.- Telecontrol
 - 13.1. Planta general
 - 13.2. Estudio de coberturas
- 14.- Edificaciones. Cobertizo nudos
 - 14.1. Cimentaciones
 - 14.2. Estructura y Cubierta

DOCUMENTO NÚM. 3.- PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO NÚM. 4.- PRESUPUESTO

- 01.- Mediciones auxiliares
- 02.- Mediciones generales
- 03.- Cuadro de precios núm. 1
- 04.- Cuadro de precios núm. 2
- 05.- Presupuestos parciales
- 06.- Resumen general de presupuesto

DOCUMENTO NÚM. 5.- ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

15 PRESUPUESTO

Estando prevista la ejecución de manera directa por la administración mediante encargo a TRAGSA, en su condición de medio propio personificado y servicio técnico; el presupuesto de "PROYECTO DE MODERNIZACIÓN INTEGRAL DE LA COMUNIDAD DE REGANTES Nº V DE LOS RIEGOS DE BARDENAS (ZONA 1) (ZARAGOZA)" se ha elaborado de acuerdo con el procedimiento que se señala en el "Artículo 6. Régimen económico", del "Decreto 69/2019, de 15 de febrero, por el que se desarrolla el régimen jurídico de la Empresa de Transformación Agraria, S.A., S.M.E., M.P. (TRAGSA) y de su filial Tecnologías y Servicios Agrarios, S.A., S.M.E., M.P. (TRAGSATEC)".

Los costes directos totales del presente proyecto ascienden a la expresada cantidad de **19.704.044,76 €** según el siguiente desglose:

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE
C01	OBRA DE TOMA	256.216,15
C02	BALSA DE REGULACIÓN.....	2.277.105,57
C03	ESTACIÓN DE FILTRADO.....	1.039.045,53
C04	ESTACIÓN DE BOMBEO.....	233.584,08
C05	RED DE TUBERÍAS	14.365.850,98
C06	RED DE TUBERÍAS TERCARIAS.....	328.693,67
C07	CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.....	361.561,22
C08	REPOSICIÓN SERVICIOS AFECTADOS.....	336.159,42
C09	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	60.049,03
C10	MEDIDAS AMBIENTALES Y ARQUEOLOGIA.....	194.835,45
C11	CONTROL DE CALIDAD.....	112.459,67
C12	SEGURIDAD Y SALUD.....	133.799,97
C13	SEÑALIZACIÓN PRTR.....	4.684,02
Costes Directos Totales		19.704.044,76

Al incrementar los costes directos totales en un 7,5 % en concepto de costes indirectos, y en un 6,25 % en concepto de gastos generales, se obtiene un presupuesto de ejecución material que se eleva a **22.505.713,63 €**.

Siendo el porcentaje de IVA un 21 %, el presupuesto de ejecución por Administración es de **VEINTISIETE MILLONES DOSCIENTOS TREINTA Y UN MIL NOVECIENTOS TRECE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (27.231.913,49 €)**.

16 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Debido a que no existe compensación por los bienes y servicios afectados, la ejecución de las obras supone un presupuesto para conocimiento de la Administración de **VEINTISIETE MILLONES DOSCIENTOS TREINTA Y UN MIL NOVECIENTOS TRECE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (27.231.913,49 €)**.

Ejea de los Caballeros, enero de 2023

EL INGENIERO AGRÓNOMO

LAPLAZA DE
MARCO JOSE
M - 29085991F

Firmado digitalmente por LAPLAZA DE MARCO JOSE M - 29085991F
Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-29085991F, givenName=JOSE M, sn=LAPLAZA DE MARCO, cn=LAPLAZA DE MARCO JOSE M - 29085991F
Fecha: 2023.01.31 18:52:47 +01'00'

Fdo: José Miguel Laplaza de Marco
Colegiado nº 772

EL INGENIERO AGRÓNOMO

SARRIA LARIO
SAMUEL -
73091731P

Firmado digitalmente por SARRIA LARIO SAMUEL - 73091731P
Fecha: 2023.01.31 19:34:41 +01'00'

Fdo.: Samuel Sarría Lario
Colegiado nº 1.887