

PROYECTO DE EJECUCIÓN

PROYECTO DE CONEXIÓN HIDRÁULICA DIRECTA DE LAS REDES DE RIEGO DE LAS BALSAS 1 Y 2 CON EL EMBALSE DE PEÑARROYA (CIUDAD REAL)

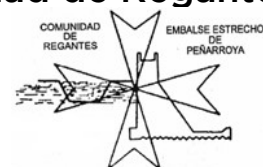


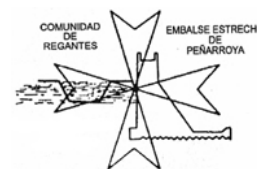
Documento N° 1. MEMORIA

Consultoría:


Hydraulic innovation

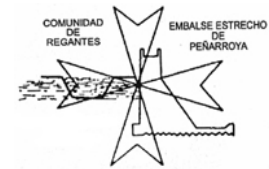
Comunidad de Regantes:



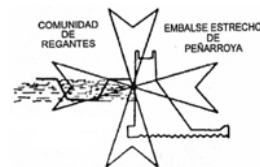


ÍNDICE

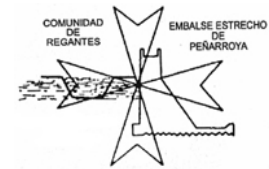
	<u>Pág.</u>
1. ANTECEDENTES Y OBJETO	4
2. PROMOTOR Y BENEFICIARIO	6
3. EQUIPO REDACTOR Y DIRECTOR DE LA ASISTENCIA TÉCNICA.....	6
4. SITUACIÓN ACTUAL.....	7
4.1. La Comunidad de Regantes.....	7
4.2. Distribución de cultivos	7
4.3. Concesión y consumo de agua.....	8
4.4. Infraestructuras y gestión de la zona regable	9
5. JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES	13
5.1. Consumo de energía actual	13
5.2. Emisiones de CO ₂ asociada al consumo de energía.....	14
6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	15
6.1. Análisis de alternativas	15
6.1.1. Alternativa 0: No acción.....	15
6.1.2. Alternativa 1: Turbinado en presa	16
6.1.3. Alternativa 2: Planta fotovoltaica	17
6.1.4. Alternativa 3: Conexión hidráulica directa de las balsas 1 y 2 de riego con el Embalse de Peñarroya.....	17
6.2. Justificación de la solución adoptada para la eficiencia energética.....	20
7. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE MEDIO FÍSICO	22
7.1. Climatología	22
7.2. Hidrología.....	23
7.3. Geología.....	26
7.4. Geomorfología	28
8. CONDICIONANTES DE DISEÑO	29
8.1. Condicionantes altimétricos	29
8.2. Condicionantes geológico-geotécnicos.....	31
8.3. Condicionantes arqueológicos	33
8.4. Condicionantes medio ambientales.....	34
8.5. Propiedades e infraestructuras.....	37



8.6.	Inundabilidad	39
8.7.	Solución de trazado adoptada	42
9.	INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	45
9.1.	ESTUDIO GEOTÉCNICO	45
9.2.	ESTUDIO ARQUEOLÓGICO.....	46
9.3.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	47
9.4.	ESTADO DE LAS TOMAS DE RIEGO DE LA PRESA DE PEÑARROYA .	47
9.5.	SISTEMA DE RIEGO. PARAMETROS DEFINITORIOS	48
9.6.	INGENIERÍA DE DISEÑO	50
9.6.1.	Descripción del funcionamiento hidráulico del sistema	50
9.6.2.	Diseño de conexión con las tomas de riego en presa.....	50
9.6.3.	Dimensionamiento de las redes de transporte.....	50
9.6.4.	Diseño de las conexiones con las balsas	51
9.6.5.	Diseño de la derivación a canales.....	52
9.6.6.	Diseño de la protección anti - transitorios hidráulicos.....	53
9.6.7.	Diseño mecánico de las conducciones.....	53
9.6.8.	Diseño de ventosas	54
9.6.9.	Diseño de macizos de anclaje.....	54
9.6.10.	Diseño de grupos de bombeos	55
9.6.11.	Diseño del telecontrol	56
10.	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS	56
10.1.	DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA 56	
10.2.	OBRA DE TOMA.....	59
10.3.	CONDUCCIÓN PRINCIPAL.....	61
10.4.	RAMAL A BALSA 1.....	64
10.5.	RAMAL A BALSA 2	64
10.6.	CONDUCCIÓN A DERIVACIÓN A CANALES.....	65
10.7.	BALSA 1	65
10.8.	BALSA 2	66
10.9.	DERIVACIÓN A CANALES	67
10.10.	TELECONTROL.....	68
10.11.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	69
11.	MARCO NORMATIVO.....	69



12. SEGURIDAD Y SALUD.....	69
13. CALIFICACIÓN AMBIENTAL.....	70
14. OCUPACIONES PERMANENTES, OCUPACIONES TEMPORALES Y SERVIDUMBRES	72
15. SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS	74
16. GESTIÓN DE RESIDUOS	74
17. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA	74
18. REVISIÓN DE PRECIOS	75
19. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS Y PERIODO DE GARANTÍA	75
20. CONTROL DE CALIDAD	75
21. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA	75
22. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE PROYECTO.....	76
23. PRESUPUESTO.....	83



1. ANTECEDENTES Y OBJETO

La Comunidad de Regantes del Pantano del Estrecho de Peñarroya gestiona la Zona Regable del mismo nombre, que se abastece desde el Embalse de Peñarroya, sobre el río Guadiana, con una extensión de 7.842 ha, en los Términos Municipales de Argamasilla de Alba, Tomelloso y Campo de Criptana. La construcción de la presa y el desarrollo de la zona regable y sus infraestructuras se produjo durante las décadas 1.950 y 1.960.

Las “obras de infraestructuras hidráulicas con destino a riego” ligadas a la “Consolidación y mejora de regadíos en la Zona Regable del Estrecho de Peñarroya (Ciudad Real)” están declaradas de **Interés General** por la LEY 14/2000, de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y del orden social, publicada en el BOE de 30 de diciembre del 2.000.

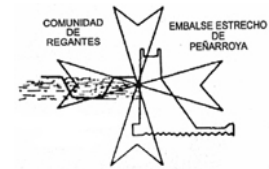
Entre los años 2.007 y 2.010 la zona regable de Peñarroya fue modernizada, modificando el antiguo sistema de distribución de agua a través de canales y acequias, y posterior riego predominantemente a manta, por distribución y riego a presión, a través de una red de tuberías que son alimentadas desde 5 balsas, quedando dividida la zona regable en 6 sectores, y estando automatizado el riego de cada parcela, con hidrantes telemandados a pie de cada parcela.

El llenado de estas balsas de regulación del regadío se realiza a través de los canales principales construidos en el desarrollo de la zona regable, con transporte en lámina libre, en concreto a través del canal de Peñarroya (Balsas 1-Sector 1 y Balsa 2-Sectores 2 y 6) y de los canales de la margen izquierda (Balsa 3-Sector 3) y margen derecha (Balsa 4-Sector 4 y Balsa 5-Sector 5). El agua entra en las balsas por gravedad, en el caso de las balsas 1 y 2, y requiere bombeo en el caso de las balsas 3, 4 y 5. Todos los sectores cuentan con un grupo de bombeo para conseguir la presión necesaria en las redes de distribución que tiene su cabecera en cada una de las balsas.

El sistema actual de riego tiene un elevado consumo de energía, requerido para llenar las balsas 3, 4 y 5, y para proporcionar la presión necesaria en cada uno de los 6 sectores. Esto constituye el principal coste en la gestión de la zona regable, una alta dependencia del mercado de la energía y una importante huella de carbono.

El objetivo de la actuación que aquí se proyecta es aprovechar la energía hidráulica disponible en el embalse para regar, reduciendo o evitando la necesidad de bombeo hidráulico en los sectores 1, 2 y 6, que se abastecen de las balsas 1 y 2, realizando la conexión hidráulica directa del embalse de Peñarroya a la aducción de las conducciones de distribución de estos sectores en las balsas, a través de una conducción de transporte de agua en presión.

Con motivo de la crisis económica generada en la Unión Europea debido a la pandemia de COVID-19, el Reglamento (UE) 2020/2094 del Consejo de 14 de diciembre de 2020 por el que se establece un Instrumento de Recuperación de la Unión Europea para apoyar la recuperación tras la crisis de la COVID-19 establece, como su título indica, un Instrumento de Recuperación que ofrece ayuda financiera a gran escala para inversiones públicas y reformas que aumenten la resiliencia de las economías de los Estados miembros y los preparen



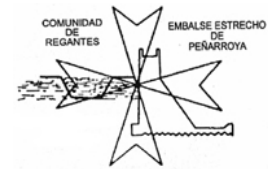
mejor para el futuro, garantizando que estas inversiones y reformas se centren en los retos y las necesidades de inversión relacionados con las transiciones ecológica y digital, garantizando así una recuperación sostenible. Posteriormente, el Parlamento Europeo y el Consejo han adoptado el Reglamento (UE) 2021/241 de 12 de febrero de 2021 por el que se establece el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia.

En el “**Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**”, presentado por el Gobierno de España a la Comisión Europea, se incluye el Componente 3, denominado Transformación Ambiental y Digital del sector agroalimentario y pesquero. Dentro de este componente se engloba la inversión “C3.I1. Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos”, 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. De esta forma, con estas inversiones se pondrán a disposición del regante sistemas de riego más eficientes para poder cumplir así con los objetivos de este Plan. Esta inversión será ejecutada a través de la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A.

Con fecha 15 de julio de 2021 se publicó en el BOE num.168 la Resolución de 2 de julio, de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria, del Convenio con la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A., (en adelante SEIASA), 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.

En el anexo I de dicha resolución se indica el listado de obras seleccionadas entre las que figura **Comunidad de Regantes del Pantano del Estrecho de Peñarroya**, con la actuación de modernización de los regadíos “PROYECTO DE CONEXIÓN HIDRÁULICA DIRECTA DE LAS REDES DE RIEGO DE LAS BALSAS 1 Y 2 CON EL EMBALSE DE PEÑARROYA (CIUDAD REAL)”, declarada de interés general mediante la Ley 14/2000, de 29 de diciembre, de Medidas fiscales, administrativas y del orden social, y con presupuesto de la actuación por un importe de 21.200.000,00 € (IVA no incluido).

Con fecha 30 de marzo de 2022, se suscribió el convenio entre la Comunidad de Regantes del Pantano del Estrecho de Peñarroya con la SEIASA, en cuya cláusula tercera establece que el 80% del “coste total de la actuación” que tenga la consideración de gasto elegible y sea subvencionado, será financiado por SEIASA con cargo a los fondos recibidos a través del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia de la Unión Europea, de acuerdo con las condiciones reglamentarias del mismo, en el marco del Plan Nacional de Recuperación, Transformación y Resiliencia. Dichos fondos serán transferidos a la Sociedad por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación para financiar las obras en virtud del “Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos” incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la economía española.



Complementariamente, con fecha de 17 de mayo de 2022 se publica el Decreto 39/2022 en el Diario Oficial de Castilla-La Mancha, por el que se regulan las bases para la concesión directa de una subvención a la Comunidad de Regantes Estrecho de Peñarroya (Ciudad Real) para la financiación de las obras de modernización y consolidación de los regadíos de la Comunidad de Regantes vinculada al anterior convenio.

En el convenio firmado entre la Comunidad de Regantes del Pantano del Estrecho de Peñarroya y la SEIASA se establece en la cláusula “Séptima. Competencias y obligaciones” la obligación por parte de la Comunidad de Regantes de “**Aportar el Proyecto de ejecución de obra**, incorporando las modificaciones que en su caso resulten necesarias hasta su aprobación por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación”.

Con la finalidad de dar respuesta a este compromiso, la Comunidad de Regantes del Pantano del Estrecho de Peñarroya encarga a la empresa **HIDRALAB INGENIERÍA Y DESARROLLOS S. L.** la redacción del “PROYECTO DE CONEXIÓN HIDRÁULICA DIRECTA DE LAS REDES DE RIEGO DE LAS BALSAS 1 Y 2 CON EL EMBALSE DE PEÑARROYA (CIUDAD REAL)”, que se materializa en este proyecto.

2. PROMOTOR Y BENEFICIARIO

El promotor de este proyecto es la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias S.A, provista de CIF nº A-82.535.303, con domicilio social en la calle Pedro Teixeira nº 8, 4ª planta, 28020 Madrid.

El beneficiario de las actuaciones contempladas en el presente proyecto es la Comunidad de Regantes del Pantano del Estrecho de Peñarroya, provista de CIF nº G-13610357, con domicilio en la calle Tejera nº 11, 13170 Argamasilla de Alba (Ciudad Real).

3. EQUIPO REDACTOR Y DIRECTOR DE LA ASISTENCIA TÉCNICA

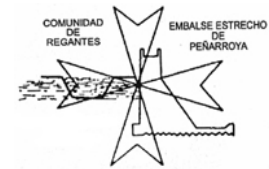
La Dirección de la redacción de este Proyecto ha sido llevada a cabo por:

D. Javier González Pérez Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

El equipo redactor lo han formado:

Dª Lidia Ruiz Ripoll Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos

D. Juan Miguel López Morales Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



D. Guillermo Soriano García	Técnico Superior en Proyectos de Obra Civil
D. Juan A. Figueres Escribano	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
D. Javier Campos Zaldivinas	Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
D. Aurelio Cubero Rueda	Ingeniero Informático
D. Juan Carlos González Pérez	Ingeniero Industrial
D ^a . Gema Garrido Resino	Arqueóloga
D. Fco. Rubén Calvo Zapata	Geólogo

4. SITUACIÓN ACTUAL

4.1. La Comunidad de Regantes

La Comunidad de Regantes (CCRR) del Pantano Estrecho de Peñarroya se constituye en el año 1.963, tras la construcción del embalse de Peñarroya. La zona regable oficial que gestiona ocupa una superficie total 7.842 ha, situándose sobre los términos municipales de Argamasilla de Alba, Tomelloso y Campo de Criptana, en la provincia de Ciudad Real.

La estructura parcelaria de la zona regable está compuesta por unas 5.739 parcelas, lo que produce un tamaño medio de parcela de 1,3 ha, superando sólo el 2% de las parcelas la superficie de 8 ha.

El número de comuneros que componen la comunidad se encuentra aproximadamente en 2.000 propietarios, siendo la propiedad media de 3,8 ha/comunero.

4.2. Distribución de cultivos

Los cultivos que se desarrollan sobre la zona regable son herbáceos (cereales y hortalizas) y leñosos (mayoritariamente vid). La distribución de cultivos es muy amplia, con aproximadamente 40 tipologías de cultivos distintos empleados a lo largo del periodo. No obstante, existen una serie de 10 cultivos predominantes, que ocupan el mayor porcentaje de la zona regable.

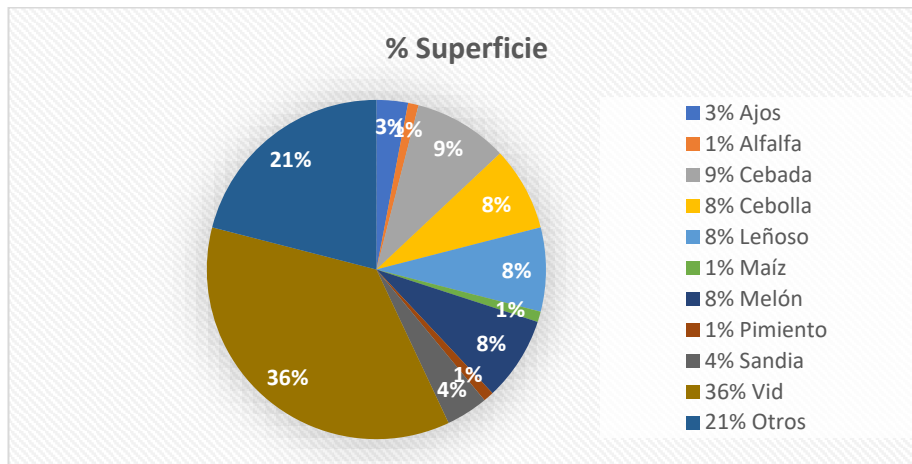


Figura 1.- Distribución de cultivos en el periodo 2020-22.

El cultivo de mayor importancia en superficie ocupada es la Vid, que además ha seguido una tendencia creciente en la última década ocupando en los últimos años más de 1/3 de la zona regable oficial. El segundo en superficie es la cebada (9%), seguido de la cebolla (8%) y el melón (8%). El resto de leñosos (principalmente almendros y olivar) ocupan también una superficie en los últimos años del 8%. Están seguidos de la sandía (4%) y los ajos (3%), quedando dentro de este grupo otros cultivos como la alfalfa, el maíz o el pimiento (cada uno ocupan entorno al 1%).

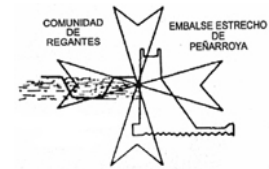
4.3. Concesión y consumo de agua

La Comunidad de Regantes cuenta con una concesión de aguas públicas del río Guadiana, otorgada el 15 de junio de 1992 por la Subdirección General de Gestión del Dominio Público Hidráulico del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, con las siguientes características:

“Concesión de un caudal continuo de 6.270 litros por segundo de aguas públicas superficiales del río Guadiana reguladas por embalse de Peñarroya, en término municipal de Argamasilla de Alba (Ciudad Real), sin que pueda sobrepasarse el volumen anual de 7.500 m³ por Ha. regada, con destino al riego de una superficie de 7.842 Ha., de las que 856 Ha. corresponden a la vega antigua y 6.986 Ha. a los sectores dominados por la red de canales construidos por el Estado, situados dentro de los términos municipales de Argamasilla de Alba y Tomelloso”.

Esta concesión supone un volumen máximo anual de 7.500 m³/ha · 7.842 ha = 58,815 hm³/año.

Los consumos reales que tras la modernización se vienen realizando están analizados en el Anejo N° 3 Estudio agronómico, donde se pone de manifiesto el alto condicionamiento de estos consumos a la situación hidrológica de cada año, no siendo posible todos los años el aprovechamiento del 100% del potencial de la zona regable.



En este Anejo Nº 3 se ha estimado la necesidad bruta de agua para los cultivos en la zona regable de Peñarroya en la situación actual, suponiendo que se produce en periodo húmedo, con la menor influencia limitante de la disponibilidad del recurso a efectos de optimizar la producción y la productividad agrícola, pero manteniendo un uso eficiente, que se cuantifica en **31,35 hm³/año**. Esta cifra estimada es coherente con valores históricos producidos con la misma infraestructura de riego que actualmente se dispone y por ello también coherente con la hidrología de la zona y la disponibilidad de recursos hídricos en periodos húmedos.

En relación con los caudales máximos demandados, en el Anejo Nº 9 Cálculos hidráulicos y mecánicos de las conducciones, se realiza un análisis de los parámetros básicos de riego, y en concreto de los caudales de agua demandados por cada sector, que está condicionado por las dimensiones y estado de las redes de distribución de riego en cada sector.

Tras las obras de modernización realizadas en el periodo 2007-2010, el caudal máximo demanda en la zona regable se estima en **8,0 m³/s**. El presente proyecto se dimensiona para mantener esta capacidad de riego simultáneo dentro de la zona regable.

4.4. Infraestructuras y gestión de la zona regable

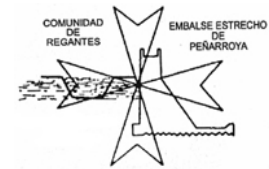
El sistema de distribución de agua actual en la CCRR se abastece del embalse de Peñarroya. Su presa, la presa de Peñarroya, se encuentra al sur de la zona regable y fue construida en 1.959. Está formada por un cuerpo de hormigón-gravedad de 43 m de altura que junto con las cerradas del vaso permiten un embalse de 50,3 hm³ de capacidad.



Figura 2.- Vista de la presa de Peñarroya.

Tabla 1.- Detalles técnicos de la presa del embalse de Peñarroya (Documento XYZT).

Tipo de presa:	Gravedad
Cota de coronación [m]	737,5
Nivel Máximo Normal [m]	735
Altura desde cimientos[m]	43,7
Longitud de coronación [m]	251
Cota de cimentación [m]	688



Cota del cauce en la presa [m]	703
Volumen del cuerpo presa [1000 m³]	150,0
Volumen del embalse N. M. N. [hm³]	50,3
Volumen de embalse muerto [hm³]	8,0

La zona regable mantiene una topografía con una pendiente suave, descendiente hacia la dirección norte, con cotas del terreno que oscilan desde aproximadamente la cota 695 en la zona más alta próxima al embalse, hasta cotas próximas a 665, en la zona cercana a Tomelloso. Esto supone unos desniveles entre el nivel del embalse y zona regable que puede oscilar desde 35 a 75 metros, en función de la posición concreta y el nivel en el embalse

El Nivel Máximo Normal (NMN) en el embalse se encuentra en la cota 735, siendo esta cota el nivel máximo de regulación. El intervalo en el que suele oscilar el nivel del embalse con mayor frecuencia se encuentra entre 730,0 y 735 m.

Desde esta presa comienza el canal hidráulico a cielo abierto que abastece de agua a la zona regable oficial, con una capacidad de transporte de 11 m³/s en un canal de sección trapezoidal con revestimiento de hormigón (Figura 5) de unos 28 km de longitud de canales primarios. Desde él, se producen diversas bifurcaciones en otros de menor entidad (canales secundarios, terciarios y acequias) que repartían el agua hacia las parcelas.

En el periodo 2007-2010 fue ejecutado un proyecto de modernización, por el que se sustituyó la distribución de agua en lámina libre por una distribución del riego presurizada. El sistema de transporte de los canales principales se mantuvo, para transportar el agua desde la presa hacia la zona regable, donde se construyeron 5 balsas de regulación que reciben el agua desde los canales. Desde estas balsas se impulsa el agua inyectándose a una nueva red de distribución en riego presurizado equipada con hidrante en cada parcela. La zona regable queda dividida en 6 sectores, asociados cada uno de ellos a una balsa, excepto el sector 6 que es alimentado desde la balsa del sector 2.

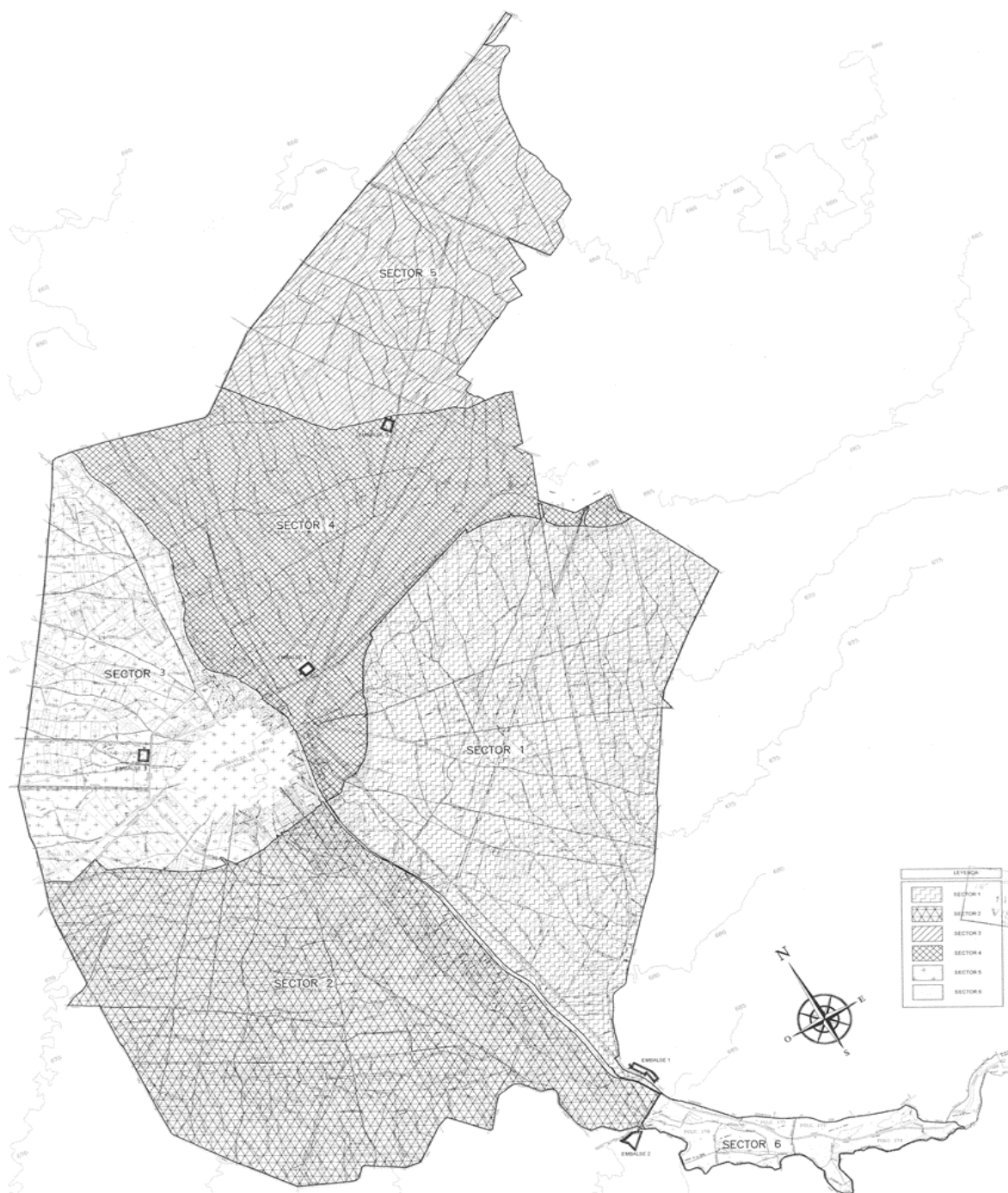
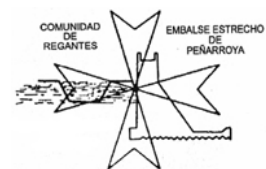


Figura 3.- Zona regable oficial de la CCRR del Pantano Estrecho de Peñarroya. Fuente: "Proyecto de mejora y modernización de regadío del canal estrecho del Pantano de Peñarroya" (Proyecto original)

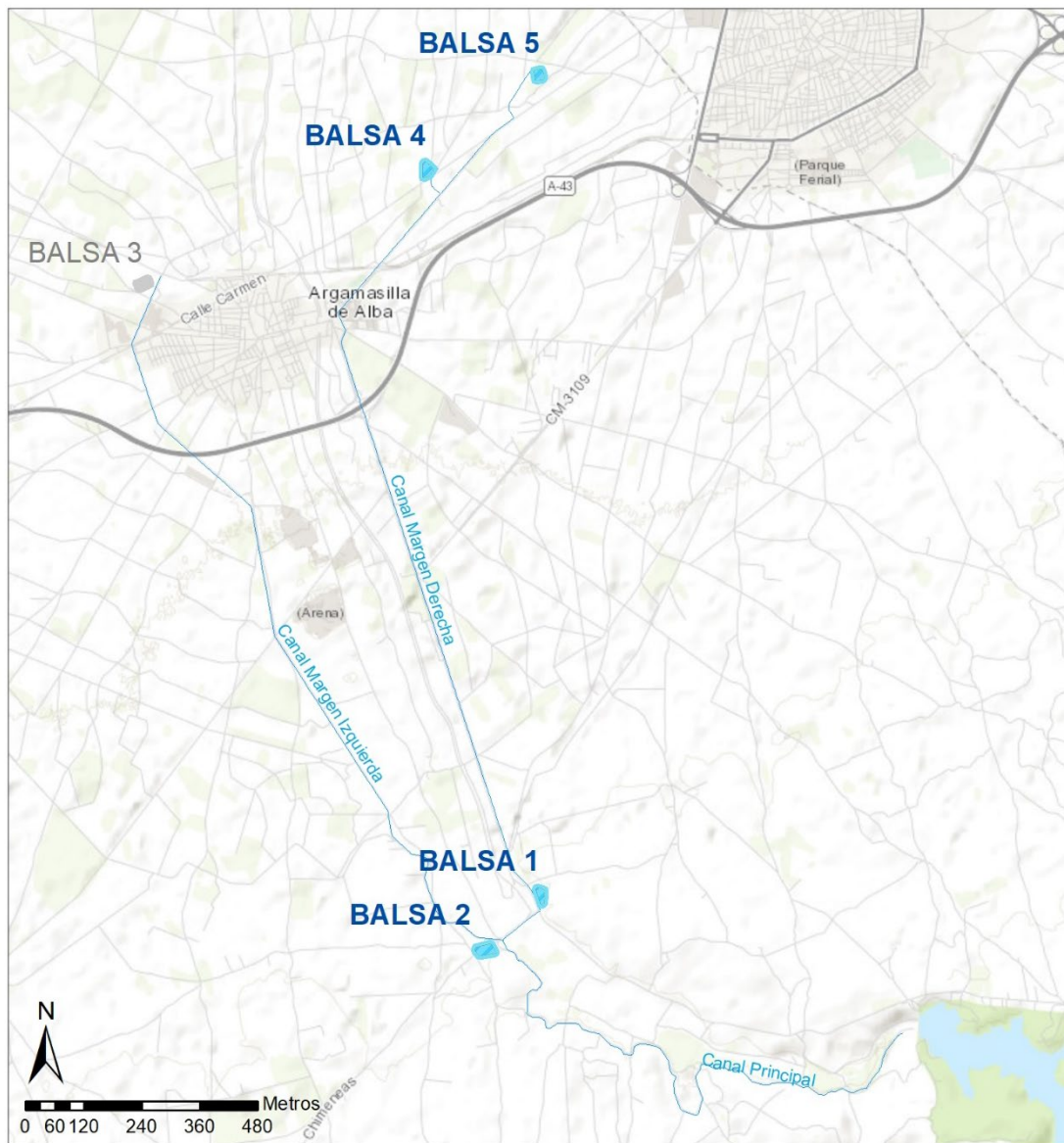
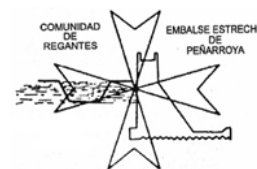


Figura 4.- Mapa de los canales de transporte de agua para riego desde la presa hasta las balsas.



Figura 5.- Vista del canal de riego a la salida de la presa de Peñarroya.



El funcionamiento del sistema de transporte para riego actual obliga a bombear el agua desde los canales para producir el llenado de las balsas (a excepción de las balsas 1 y 2). Así mismo, para la inyección del agua procedente de las balsas a las líneas de riego, se requiere el bombeo en cabecera de líneas para alcanzar cada parcela regada con presión suficiente.

El material con el que están construidas las tuberías de la red de distribución actual mayoritariamente es PVC, a excepción de los colectores o tuberías de mayor diámetro que emplea PRFV (mayores o iguales de 500 mm de DN). Los timbrajes de las tuberías están vinculados a dos presiones nominales de funcionamiento que se distinguen dentro de la red: entre 6 y 10 atm de presión.

Esta red de tuberías está regulada por distintos elementos de control: hidrantes en acometidas de parcela, grupos reguladores de presión y válvulas de corte en la red.

La red da servicio a 3.074 puntos de consumo en parcelas, con hidrantes de diferente tamaño que permite la tele-apertura/cierre y la medición del volumen suministrado. Los hidrantes más frecuentes son los hidrantes de 3", que regulan aproximadamente el 50% de los puntos de suministro, seguidos de los hidrantes de 4" y 2".

La gestión de la infraestructura de riego ejecutada durante el proyecto de modernización es efectuada por Estrecho de Peñarroya Sociedad Cooperativa de Castilla La Mancha, formada por los mismos comuneros que constituyen la Comunidad de Regantes del Pantano del Estrecho de Peñarroya.

5. JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES

El objetivo principal del presente proyecto es la eficiencia energética. Por ello, la justificación de las actuaciones radica sobre el consumo de energía y la estrategia para su reducción.

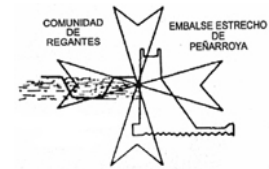
5.1. Consumo de energía actual

La infraestructura de riego disponible en la comunidad de regantes implica que para producirse el riego se requiera de los grupos de bombeo en cada una de las balsas que alimentan a los diferentes sectores, así como para el propio llenado de las balsas 3, 4 y 5, donde el agua que recarga estas balsas no llega a cota suficiente para su llenado por gravedad.

Para evaluar el consumo de energía actual, se emplea los consumos energéticos producidos en las últimas campañas de riego. El consumo energético está directamente relacionado con el volumen total de agua utilizada en el regadío, lo cual es importante de cara a su cuantificación. De hecho, se puede establecer una relación aproximadamente lineal, con un índice de 0,21 kWh/m³.

Tabla 2.- Análisis comparativo entre volumen de agua servida y energía consumida por los grupos de bombeo para el riego en cabecera de líneas en diferentes campañas.

Año	Energía Consumida (kWh)	Agua Servida (m ³)	Índice (kWh/m ³)
2017	2.624.611	13.364.539	0,196
2018	2.215.129	10.169.086	0,218



Año	Energía Consumida (kWh)	Agua Servida (m ³)	Índice (kWh/m ³)
2019	3.919.444	18.206.111	0,215

Este análisis permite extrapolar qué sucederá en diferentes campañas, en función de la disponibilidad hídrica, dado que es el factor más limitante. El Plan Hidrológico de la Demarcación del Guadiana en el ciclo de planificación 2015-2021 fija como demanda de agua en esta comunidad de regantes **25 hm³/año**. Sin embargo, esta dotación no implica una garantía del recurso, sino que está limitada adicionalmente por la disponibilidad del mismo en función de la evolución del régimen hidrológico de la cuenca. El Plan Hidrológico de la Demarcación del Guadiana del tercer ciclo de planificación (2022-2027) fija como demanda de agua en esta Comunidad de Regantes 22,63 hm³/año. Ante esta reducción, la Comunidad de Regantes ha interpuesto un recurso solicitando que se asigne la misma demanda que se adjudicó en el Plan Hidrológico de la Demarcación del Guadiana en el segundo ciclo (2015-2021).

Por ello se analizan diferentes escenarios de consumo, dentro del rango más frecuente que se producen en las distintas campañas. Sobre estos escenarios se realiza la cuantificación del coste económico, en base al precio global de la energía que tiene la comunidad de regantes actualmente, incluyendo en él tanto el consumo de energía, como el término de potencia, como los impuestos.

Tabla 3.- Evaluación del coste actual de la energía que tiene la comunidad de regantes en función del volumen total de riego aplicada en cada campaña.

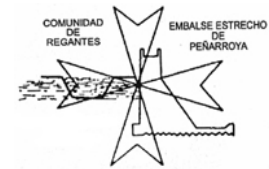
		ESCENARIO CONSUMO RIEGO				
Consumo de agua	hm ³ /año	25	22.5	20	17.5	15
Precio energía	€/kWh	0,133	0,133	0,133	0,133	0,133
Consumo bombeo actual	MWh/año	5.250	4.725	4200	3675	3150
Coste actual energía	k€/año	698	628	559	489	419

5.2. Emisiones de CO₂ asociada al consumo de energía

El consumo de energía eléctrica actual en la comunidad de regantes, que se realiza a través de la compra de energía de la red, lleva asociado una huella de emisiones de CO₂. Para su evaluación se ha adoptado como referencia para su estimación la guía de referencia para el Registro de Huella de carbono y compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, donde se indican los factores de emisión que han de aplicarse para los cálculos de las emisiones directas e indirectas debidas al consumo eléctrico.

El factor de emisión del mix eléctrico es el valor que expresa las emisiones de CO₂ (o CO₂e) asociadas a la generación de la electricidad que se consume y, por tanto, es un indicador de las fuentes de energía utilizadas para producir dicha electricidad, cuanto más bajo es el mix, mayor es la contribución de fuentes energéticas de origen renovable o bajas en carbono.

La Garantía de Origen y Etiquetado de la Electricidad (GdO) es una acreditación expedida por la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) que asegura que una cantidad determinada de energía



eléctrica, medida en MWh, se ha obtenido a partir de fuentes renovables y cogeneración de alta eficiencia, en un periodo determinado.

El promedio de los factores de emisión de las diferentes compañías comercializadoras que han operado en España en 2021 es de 0.22515 kg CO₂e/kWh. Esto implica que en una campaña de riego ordinaria, con un consumo de agua de 25 hm³/año, y un consumo de energía eléctrica de 5.250 MWh/año, las emisiones de CO₂ asociadas a este consumo de energía son de **1.182 t CO₂e / año**.

Tabla 4.- Evaluación de las emisiones de CO₂e asociadas al consumo de la energía desde la red eléctrica española en función del volumen total de riego aplicada en cada campaña.

		ESCENARIO CONSUMO RIEGO				
Consumo de agua	hm ³ /año	25	22.5	20	17.5	15
Consumo bombeo actual	MWh/año	5.250	4.725	4.200	3.675	3.150
Emisiones CO ₂ e	t CO ₂ e/año	1.182	1.064	946	827	709

La motivación del presente proyecto es la eficiencia energética en la actividad del regadío dentro de la Comunidad de Regantes del Pantano Estrecho de Peñarroya. Para ello, dentro del estudio de alternativas, se han considerado varias actuaciones entre las que se encuentran la solución de conexión hidráulica directa finalmente adoptada por ser la más ventajosa respecto del resto de alternativas.

6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

6.1. Análisis de alternativas

Se ha realizado un análisis de alternativas para reducir la necesidad de compra de energía eléctrica a la red a través de la implementación de diferentes actuaciones, incluida la alternativa 0 de no actuación.

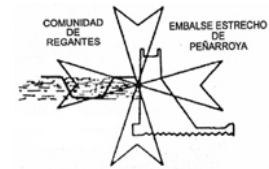
En el análisis se han evaluado los impactos sobre los siguientes criterios o dimensiones:

- Funcional
- Medio Ambiental
- Económico
- Social

Se han considerado un total de 4 alternativas, que se describen y analiza a continuación.

6.1.1. Alternativa 0: No acción

La alternativa 0 o de no actuación consiste en la distribución del agua de regadío mediante la infraestructura existente en la actualidad. Como se ha mencionado hasta ahora, se trata de una red de canales hidráulicos a cielo abierto revestidos de hormigón, que partiendo del Embalse de Peñarroya, transportan el agua y llenan las 5 balsas mediante bombeo directo. El agua almacenada en las



balsas es impulsada a cada parcela de regadío mediante sistemas de bombeo en cabecera de línea, que proporciona la presión suficiente para regar cada parcela a través de la red de tuberías de PVC y PRFV.

Esta alternativa no tendría ningún impacto sobre el entorno, manteniendo la situación actual, y por ello la problemática de unos consumos medios anuales de energía suministrada desde la red, que es del orden de 5.250 MWh/año, lo cual supone un alto coste económico para la comunidad de regantes que se repercute sobre los comuneros, disminuyendo la rentabilidad de la actividad agrícola y con ello desincentivando la misma con el impacto social que esto implica. Así mismo implica la necesidad de operación y mantenimiento de los equipos de bombeo para permitir el riego.

Por otro lado, desde el punto de vista medio ambiental, la compra de esta energía tiene una huella en emisiones de CO₂, que de acuerdo con la estimación anterior se evalúa en 1.182 t CO₂e/año.

6.1.2. Alternativa 1: Turbinado en presa

La alternativa 1 o de turbinado a pie de presa busca incorporar una nueva fuente de suministro de energía renovable para reducir la compra de energía desde la red.

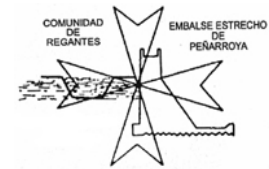
Como se ha comentado previamente, la toma del agua de riego se produce desde la presa de Peñarroya, que tiene su nivel máximo normal en la cota 735 m.s.n.m., mientras que el canal de riego sale a cota aproximada 706 m.s.n.m. Esta diferencia de cota se traduce en energía hidráulica, que es actualmente disipada en la alimentación del canal de riego mediante la válvula de chorro hueco allí instalada.

La instalación de una turbina a pie de presa permitiría aprovechar este salto que como máximo sería de 29 m.c.a., siendo en general inferior pues no todos los años se produce el llenado completo de la presa (el NMN se encuentra al borde del aliviadero), y en cualquier caso durante la campaña de riego se produce el vaciado progresivo de la misma.

Si se considera un salto medio a lo largo de una campaña de riego de 26 m.c.a., teniendo en cuenta una eficiencia combinada en la generación de la energía hidroeléctrica del 85% (turbina + generador), con una suelta de agua anual de 25 hm³/año, la energía generada sería de 1.530 MWh/año. Esta energía es aproximadamente un 30 % de la energía total consumida (5.250 MWh/año).

Para hacer uso de esta energía hidroeléctrica producida, además de la construcción de una central hidroeléctrica a pie de presa se requiere la construcción de una línea eléctrica en media tensión desde la balsa 2 hasta el pie de presa (6 km), que por motivos medioambientales tendría que ser soterrada. Esto implica un coste de inversión, parcialmente subvencionado.

Esta alternativa requiere que el consumo de agua para riego en la parcela se esté produciendo simultáneamente al llenado de las balsas a través de los canales. Sin embargo, con frecuencia esto no es así, dado que las balsas actúan como elemento de regulación. El llenado de las balsas se produce en un intervalo de caudales concretos, ligados a la capacidad de las bombas que llenan las balsas desde los canales. En la mayor parte del año, los caudales empleados para regar



no coinciden con los caudales de llenado de las balsas, al ser muy variables, manteniéndose más altos en las puntas de mayor consumo durante la campaña y siendo claramente menores fuera del periodo principal de la campaña de riego.

6.1.3. Alternativa 2: Planta fotovoltaica

En este caso la alternativa genera una nueva fuente de energía renovable a través de la producción de energía fotovoltaica, reduciendo así la necesidad de compra de energía eléctrica procedente de la red.

A diferencia de la alternativa anterior, no existe limitación de producción de energía si se dimensiona el tamaño de planta fotovoltaica adecuada, disponiendo de presupuesto y de superficie suficiente para su instalación.

El principal inconveniente de esta alternativa es la ausencia de flexibilidad en la producción de energía, que está supeditada a los ciclos diarios y anuales de radiación solar, afectado por las condiciones atmosféricas de carácter irregular.

Así mismo, las buenas prácticas de riego recomiendan durante el verano aplicar el riego durante las horas de menos soleamiento, o durante las noches. Esto es contrario a los momentos de mayor producción fotovoltaica, lo que implica la necesaria instalación de baterías que permitan regular esta falta de acoplamiento entre la producción y el consumo de energía. Ello supone un mayor coste de inversión y de mantenimiento, además de tratarse de unos requisitos de almacenamiento no convencionales.

No obstante, aunque se instalen baterías, para cubrir las necesidades de energía para el regadío, las curvas de producción energética a nivel mensual difieren bastante en forma a las curvas de demanda de energía. Esto produce que existe un elevado porcentaje de excedentes que no pueden ser aprovechados, reduciéndose la rentabilidad de la inversión.

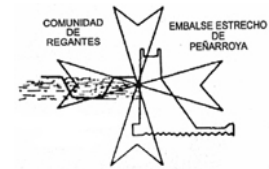
Esta alternativa cuenta con la ventaja de que existe una línea eléctrica de media tensión propiedad de la comunidad de regantes que conecta todas las balsas excepto la balsa 3, que está alimentada de forma independiente desde otra subestación. Con esta línea eléctrica se aporta flexibilidad para la ubicación de las plantas fotovoltaicas.

Por otro lado, las plantas fotovoltaicas presentan una durabilidad limitada, estimada entorno a los 25 años, lo cual implica que las inversiones para este tipo de infraestructura tienen que ser recuperadas en periodos más cortos que en otras infraestructuras con mayor vida útil. Así mismo, se requieren labores de mantenimiento, conservación y reposición de elementos averiados de forma continua durante su explotación.

6.1.4. Alternativa 3: Conexión hidráulica directa de las balsas 1 y 2 de riego con el Embalse de Peñarroya

La alternativa 3 se plantea como una conexión hidráulica directa de la cabecera de los sectores de riego con el Embalse de Peñarroya. El objetivo es aprovechar el nivel de energía hidráulica (potencial) disponible en el embalse directamente para producir el riego, sin transformaciones de energía eléctrica.

Esto tiene la ventaja de un aprovechamiento óptimo de la energía en el embalse dado que, a diferencia de otras alternativas, ya no intervienen los



rendimientos de los procesos de transformación de energía, bien en los bombeos (75%), bien en la generación (acumulada $85\% \cdot 75\% = 64\%$). En este caso el rendimiento viene dado por las potenciales pérdidas hidráulicas a lo largo de la conducción hidráulica, que en las longitudes planteadas será de pocas unidades de metros de columna de agua, mayores en los sectores más alejados (del orden de 4m.c.a./10km), pero menores cuando menores sean los caudales circulantes.

Dada la mayor distancia a la que se encuentran las balsas 3, 4 y 5 de la presa, esta alternativa sólo se plantea para las balsas 1 y 2, que abastece a los sectores 1, y 2-6, respectivamente.

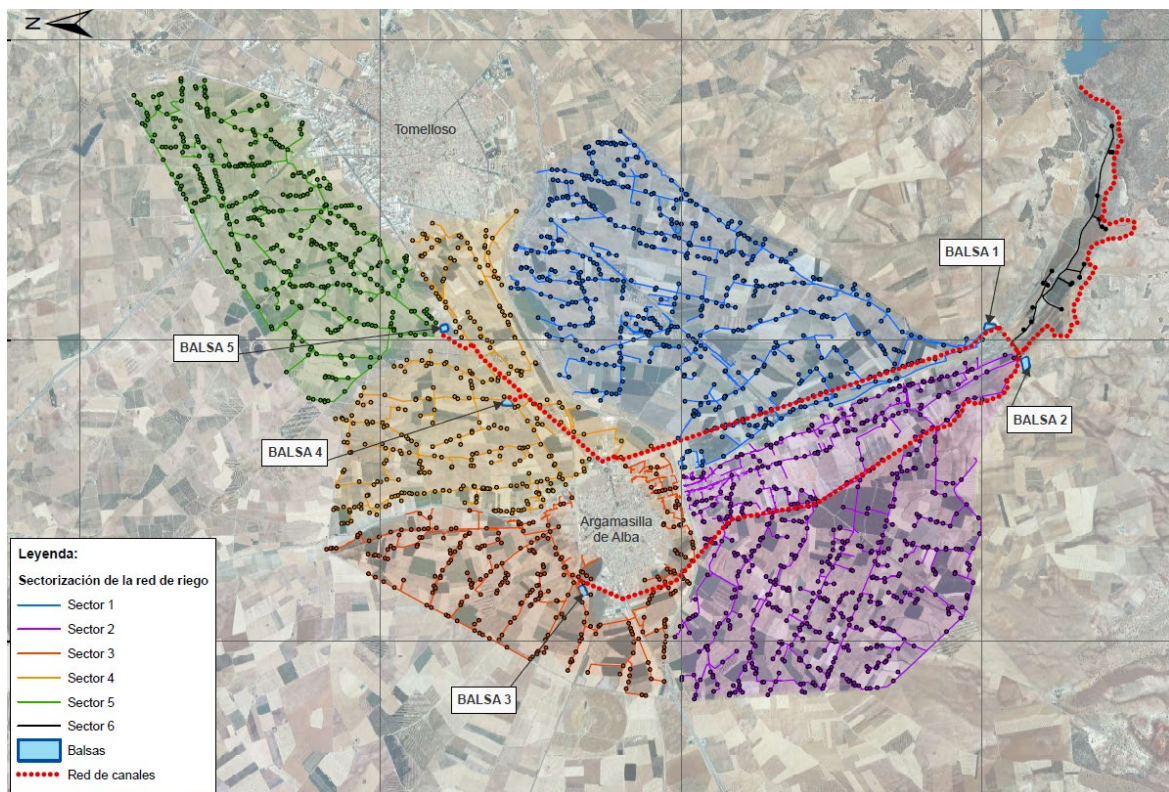
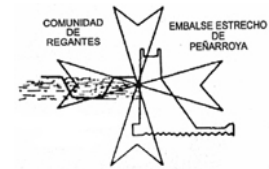


Figura 6.- Planta de la zona regable, la división en sectores y las principales infraestructuras.

Las necesidades de cota manométrica en cabecera de línea de distribución para el riego de estos sectores se evalúan en la siguiente tabla. La misma demuestra que en función del nivel de agua almacenada en el embalse de Peñarroya (carrera de embalse habitual entre las cotas 730 y 735 m.s.n.m) y el mantenimiento de los filtros, los sectores 1 y 2 pueden no requerir bombeo para su funcionamiento, o mantener un bombeo residual. El sector 6, que riega parcelas a mayor cota, requiere de bombeo, pero se reduce a menos de la mitad la altura de bombeo requerida.

Tabla 5.- Estimación de las cotas manométricas previas a los filtros en los sectores 1, 2 y 6.

Característica	Sector 1	Sector 2	Sector 6
Cota de referencia (m.s.n.m.)	691	691	691
Presión consigna en entrada red de distribución (bar)	3	3	5
Pérdidas de carga en filtros previos a la entrada (bar)	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5	0,5 - 1,5



Característica	Sector 1	Sector 2	Sector 6
Cota manométrica requerida en entrada a filtros (m.s.n.m.)	726-736	726-736	746-756

Esta alternativa presenta significativas ventajas respecto a las anteriores, pues además de disponer de una eficiencia superior (>90%, que sólo se alcanza para caudales máximos), producida por pérdidas hidráulicas, no está afectada por el desacoplamiento entre la producción de energía y el consumo de agua. El embalse sirve de almacén del agua y su energía.

El mantenimiento de una conducción hidráulica es mucho menos exigente que la operación y el mantenimiento de un aprovechamiento hidroeléctrico o el de una planta fotovoltaica. Además, al situarse las balsas a una cota unos 15 metros por debajo que el pie de la presa donde se instalaría la turbina en la alternativa 1, permite aprovechar todo el salto disponible en cabecera de líneas de distribución (45 metros), que no es aprovechable por la central hidroeléctrica en pie de presa.

Este tipo de infraestructura presenta una vida útil superior a los 75 años, con muy poco mantenimiento, lo que le añade competitividad frente a la alternativa 2.

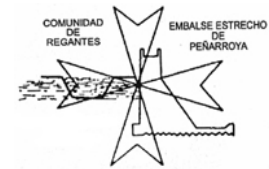
En relación con el ahorro de energía estimado, en los años de mayor consumo, el volumen de agua estimado que consumen los sectores 1, 2 y 6 es del orden (en base a las superficies) del 55% del total de la zona regable, lo que implica un volumen de 13,75 hm³. El salto de energía promedio aprovechado (con la carrera habitual del embalse) es de 41 m.c.a., y teniendo en cuenta una eficiencia promedio del 95%, supone un ahorro de energía hidráulica neta de 1.487 MWh/año. Para compararlo con su equivalente en consumo de energía eléctrica hay que tener en cuenta la eficiencia media de los bombeos, que considerando un 75%, supone un ahorro de energía eléctrica de **1.984 MWh/año**, el 38% del consumo anual.

Por lo tanto, se trata de un ahorro superior al que se conseguiría con la alternativa 1, con importantes ventajas funcionales y de operación del conjunto.

Por otro lado, en relación con la alternativa 2, esta solución sería equivalente aproximadamente a la instalación de una planta fotovoltaica con una potencia de unos 4.000 kWp (para abastecer la misma demanda de energía para riego en el mes de máximo consumo). Esto supone un coste aproximado con baterías de unos 8-10 M€ de inversión. Teniendo en cuenta que la vida útil se estima en 25 años, frente a los 75 años de una conducción hidráulica, la inversión equivalente en 75 años (sin contar mantenimiento y reposiciones) asciende a 24-30 M€, lo cual se encuentra por encima al coste de inversión de esta alternativa 3, que se valora en 18 M€. A lo que hay que sumar adicionalmente las importantes ventajas funcionales y de operación del conjunto

Por otro ello, esta alternativa es más competitiva económicamente que la alternativa 2, mayor capacidad de reducción de energía que la alternativa 1 y a su vez presenta importantes ventajas funcionales sobre las alternativas 1 y 2.

A las ventajas indicadas de carácter económico y relativas al aprovechamiento de energías renovables, con mayor sostenibilidad



medioambiental, reduciendo la huella de carbono y evitando un agravamiento del cambio climático, esta alternativa ofrece más beneficios. Al tratarse de una tubería enterrada y simple en su funcionamiento, con pocos elementos nuevos a mantener, compatible con las infraestructuras existentes, minimiza también los costes de construcción y mantenimiento y el impacto al medio ambiente, tanto desde el punto de vista paisajístico como el de afección a los diferentes espacios naturales e infraestructuras que existen.

6.2. Justificación de la solución adoptada para la eficiencia energética

Tras la propuesta de alternativas presentada, se ha realizado un análisis multicriterio para la selección de la más ventajosa, el cual consiste en evaluar desde 4 puntos de vista (funcional, medioambiental, social y económico) las alternativas propuestas y compararlas, escogiendo finalmente la que mejores prestaciones ofrece.

Cada uno de estos enfoques está compuesto por una serie de consideraciones que se valoran de 0 a 10, siendo 0 la puntuación más desfavorable y 10 la más favorable según su incidencia. Esto es, cuanto mayor sea la puntuación, menor será el impacto negativo que la alternativa estudiada tiene sobre ella o, incluso positivo, si lo hubiera.

La solución adoptada será la que obtenga una mayor puntuación después de ponderar cada uno de los factores por los pesos relativos establecidos en la siguiente tabla.

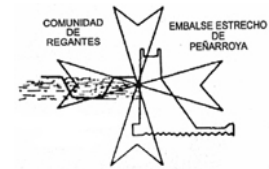
Tabla 6.- Factores y pesos relativos considerados para el análisis de alternativas.

FACTORES	PESO RELATIVO [%]
Funcionales	30.0
Medioambientales	40.0
Económicos	20.0
Sociales	10.0
TOTAL	100.0

Los factores funcionales se centran en la operatividad la zona regable tras la actuación de eficiencia energética. Se valora la facilidad de explotación y la flexibilidad para adaptarse a las necesidades de riego.

Las consideraciones medioambientales estudian la compatibilidad de cada propuesta en el medio ambiente durante todas las fases del proyecto. Tendrán en cuenta el impacto en el paisaje, y la afección a cultivos, propiedades, espacios naturales y al Dominio Público Hidráulico, penalizándose las soluciones que perturben el campo visual así como los usos del suelo, fauna, flora e incluso las infraestructuras ya existentes. Por otra parte, se valorará positivamente las que ayuden a no acrecentar el cambio climático y ni el efecto invernadero, a través de la reducción de emisión de CO₂e.

En los factores económico se valora la rentabilidad, contabilizando la posibilidad de cubrir con energías renovables el mayor porcentaje del consumo energético, así como los costes durante todas las fases de proyecto: construcción, explotación y mantenimiento o conservación de las infraestructuras.



Dentro de los factores sociales se considera la modernización del sector agrícola, en términos de mejora de rentas y fijación de habitantes. Cuanto más contribuyan a ellos, mayor puntuación se le asignará.

La asignación de puntuaciones a las diferentes alternativas y su respectiva ponderación queda recogida en la siguiente tabla.

Tabla 7.- Análisis multicriterio.

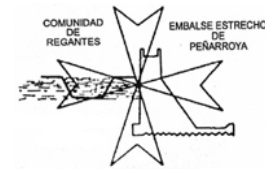
FACTORES	PESO RELATIVO [%]	Alt. 0	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3
Operatividad	30	0	6	7	10
Impacto paisajístico	10.0	10	9	0	8
Afecciones	10.0	10	8	2	0
Sostenibilidad	5.0	10	7	0	7
Huella de carbono	15.0	0	8	10	10
Costes de construcción	10.0	10	8	0	5
Costes de operación y mantenimiento	10.0	0	8	4	10
Rentabilidad	10.0	0	7	10	10
TOTAL	100.0	3.50	7.35	5.20	8.15

En relación con los **factores funcionales**, se valora con mayor puntuación la alternativa 3, al resultar de mayor facilidad de explotación, y no requerir la operación de una nueva planta de generación de energía. Así mismo, aporta completa flexibilidad para adaptarse a las necesidades de riego. La alternativa 1 se considera peor que la alternativa 2, porque generalmente no está totalmente acoplado el llenado de las balsas (salida de agua de la presa) con el riego (salida de agua de las balsas), de modo que para no producir ineficiencias obligaría a organizar con mayores restricciones los periodos de riego. Por otro lado, la alternativa 0 supondría continuar con la misma operación que actualmente, muy condicionada por los tramos de tarifas eléctricas.

Desde el punto de vista de **factores medioambientales**, el impacto paisajístico y hacia el entorno de las nuevas infraestructuras, las afecciones durante la construcción, y la sostenibilidad de los recursos a emplear durante la vida útil de las actuaciones (sin tener en cuenta las emisiones de CO₂) y los residuos que genera son mínimos en el caso de la alternativa 0. Si bien la huella de carbono no se reduce con esta alternativa.

Desde el punto de vista del impacto paisajístico, la peor alternativa es la construcción de un parque fotovoltaico, mientras que las alternativas 1 y 3 son similares, con mayor afección de la alternativa 3 por las arquetas a construir a lo largo de la traza.

En relación con las afecciones durante la construcción, la que provoca mayores afecciones es la alternativa 3, seguida de la 2, por las extensiones de las zonas sobre las que se requiere actuar.



En término de la sostenibilidad de los recursos a emplear durante la vida útil, la que peor puntuación presenta es la alternativa 2, por requerir reposición de equipos no totalmente reutilizables o reciclables, al contrario de lo que sucede con la alternativa 1 y 3.

En lo relativo a la huella de carbono, las alternativas 2 y 3 producen la misma reducción de la huella de carbono, mientras que la alternativa 1 es inferior. En particular, la alternativa de la planta fotovoltaica podría producir una reducción aun mayor, con una planta de mayor potencia, pero se ha considerado aquella equivalente a la alternativa 3 (de otro modo sus costes e impactos serían aún mayores).

Teniendo en cuenta a los **costes de construcción**, las alternativas 2 y 3 son las de mayor coste, considerando para ambas las inversiones necesarias para mantener en servicio durante 75 años. En cuanto a los costes de operación y mantenimiento, la alternativa 0, seguida de la alternativa 2 es la que mayores costes presenta, esta última por los costes de reposición de elementos. Y la que menores costes de operación y mantenimiento presenta es la alternativa 3, muy próxima a la alternativa 1.

En relación con la **rentabilidad**, reduciendo a lo largo de su vida útil los costes del agua de riego, y favoreciendo con ello el desarrollo de la actividad agrícola y la socio-economía de la zona, las alternativas 2 y 3 son las que mejor puntuación presentan, siendo la de peor puntuación la alternativa 0, que mantiene la situación actual.

Las puntuaciones obtenidas demuestran que la alternativa óptima para el objetivo de mejorar la eficiencia energética es la **Alternativa 3: Conexión hidráulica directa de las balsas 1 y 2 de riego con el Embalse de Peñarroya**.

La solución adoptada, la alternativa 3, es la más sostenible y eficaz ya que contribuye al desarrollo social, el crecimiento económico y respeta el medio ambiente. La modernización del sistema de riego mejora la gestión de los recursos, contribuye al uso de energía renovables, fomenta la economía circular y la fijación de la población al territorio. Estas ventajas, económicas y energéticas, se hacen más evidentes cuando se combinan con las constructivas: materiales seguros con prolongada vida útil, que permiten un montaje rápido y que se adaptan al trazado de la conducción.

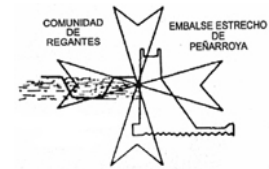
Una solución simple y funcional que mejora rendimientos y disminuye el impacto ambiental, lo que hacen intrínsecamente económica su construcción, explotación y mantenimiento.

7. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE MEDIO FÍSICO

La actuación se enmarca en el Término Municipal de Argamasilla de Alba, en concreto al sur de la localidad, en entorno del río Guadiana, entre la presa de Peñarroya y el paraje de Santa María, donde se sitúan las balsas 1 y 2.

7.1. Climatología

Argamasilla de Alba se sitúa en la provincia de Ciudad Real, a 82 km por la autovía de titularidad estatal, A-43, de la capital de la provincia. Se encuentra a



una altitud de 673 m sobre el nivel del mar. Su clima es de estepa local (típico de la estepa manchega). El clima aquí se clasifica como BSk por el sistema Köppen-Geiger

Los meses más calurosos y con mayor radiación son los meses centrales del verano, julio y agosto, con temperaturas medias y radiaciones que pueden llegar a superar los 25 °C y 25 MJ/m². Sin embargo, las mínimas temperaturas y radiaciones se suelen alcanzar en los meses de diciembre y enero con medias de unos 5 °C y 8 MJ/m². La temperatura media anual se sitúa entorno a 15 °C.

En cuanto a las precipitaciones, éstas son mínimas en los meses más calurosos de verano, estando por debajo de los 10 mm de media. Por el contrario, en estos meses se producen las mayores evapotranspiraciones que oscilan entorno a los 200 mm mensuales y las menores humedades relativas mínimas, las cuales no llegan al 10%. En los meses más fríos se registran las menores evapotranspiraciones, las cuales apenas superan los 25 mm de media, creciendo la humedad relativa mínima del ambiente hasta más del 30%. Los meses más lluviosos son los de primavera y otoño con precipitaciones medias mensuales que pueden alcanzar los 50 mm. (Figura 7)

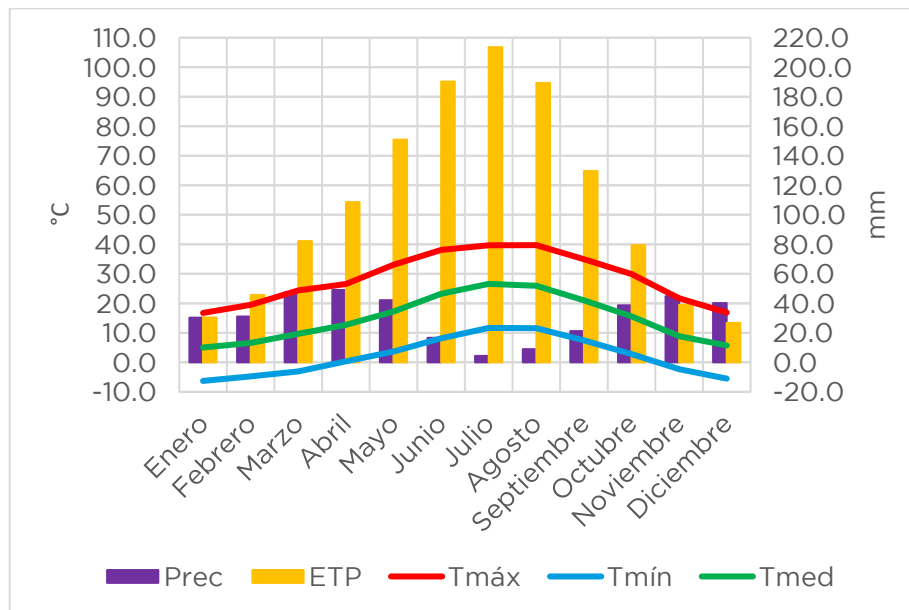


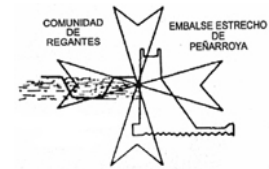
Figura 7.- Climograma de Argamasilla de Alba. Fuente de los datos: SiAR

En Argamasilla de Alba, la velocidad media del viento se mantiene prácticamente igual a lo largo de todo el año (alrededor de 1,7 m/s). El mes de marzo es el más ventoso, produciéndose rachas de más de 12 m/s.

7.2. Hidrología

La zona regable del Pantano Estrecho de Peñarroya se encuadra dentro de la cuenca Alta del Guadiana. El funcionamiento hidrológico de la cuenca Alta del Guadiana se caracteriza por la gran interrelación existente entre las aguas superficiales y las subterráneas.

El cauce con mayor interés desde el punto de vista hidrológico y medio ambiental en la zona de estudio es el río Guadiana. El río en esta zona está



regulado por el Embalse de Peñarroya, situado aguas abajo de las Lagunas de Ruidera y alimentado por las aguas procedentes de los arroyos, torrentes y aguas subterráneas que a su vez alimentan estas lagunas.

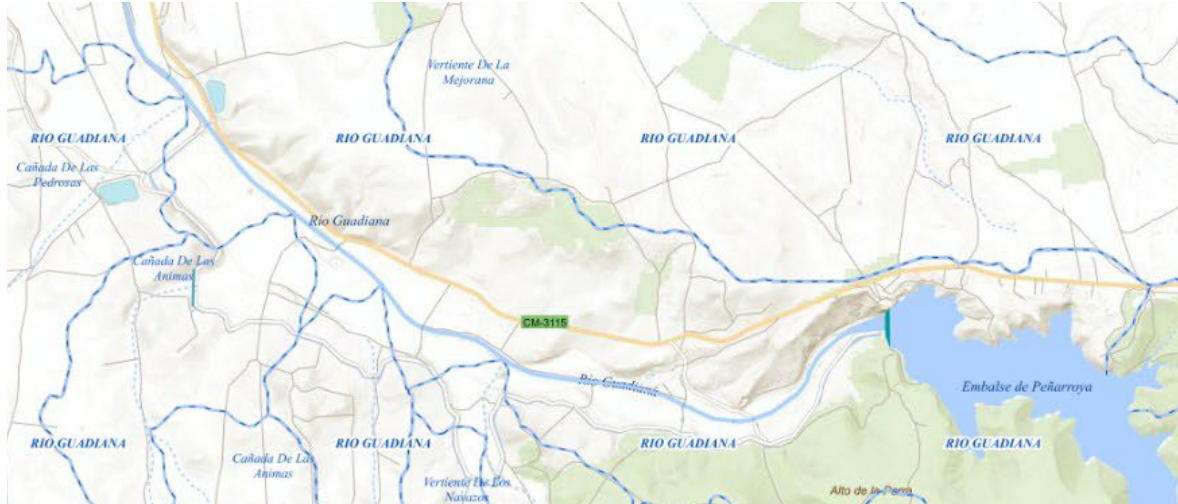


Figura 8.- Hidrografía de la zona de proyecto. Fuente: Centro Nacional de Información Geográfica.

Desde el punto de vista de la hidrogeología de la cuenca, al haberse formado ésta sobre un sustrato cárstico con abundantes calizas, se propicia el desarrollo de abundantes masas de agua subterráneas.

En concreto, la zona de estudio queda emplazada sobre la masa de agua subterránea de La Mancha Occidental II y Campo de Montiel. Las entradas o recargas naturales de los materiales acuíferos de la Cuenca Alta del Guadiana proceden de la infiltración directa de la lluvia, de las transferencias subterráneas recibidas desde las masas de agua subterráneas de la periferia norte y sur, y de la infiltración de los ríos, cuando estos actúan como influentes (Córcoles, Zancara y Guadiana para la Mancha Occidental II), así como de los retornos de riego. Las salidas en régimen natural se producen por drenaje del acuífero en las zonas más bajas de descarga (particularmente importantes por las Lagunas de Ruidera en Campo de Montiel, y en Mancha Occidental I en la zona de los Ojos del Guadiana y en el entorno de Las Tablas de Daimiel) y por evapotranspiración desde las zonas húmedas y cauces superficiales (a través de los ríos Azuer, Guadiana Alto, Cañamares y Jabalón en Campo de Montiel).

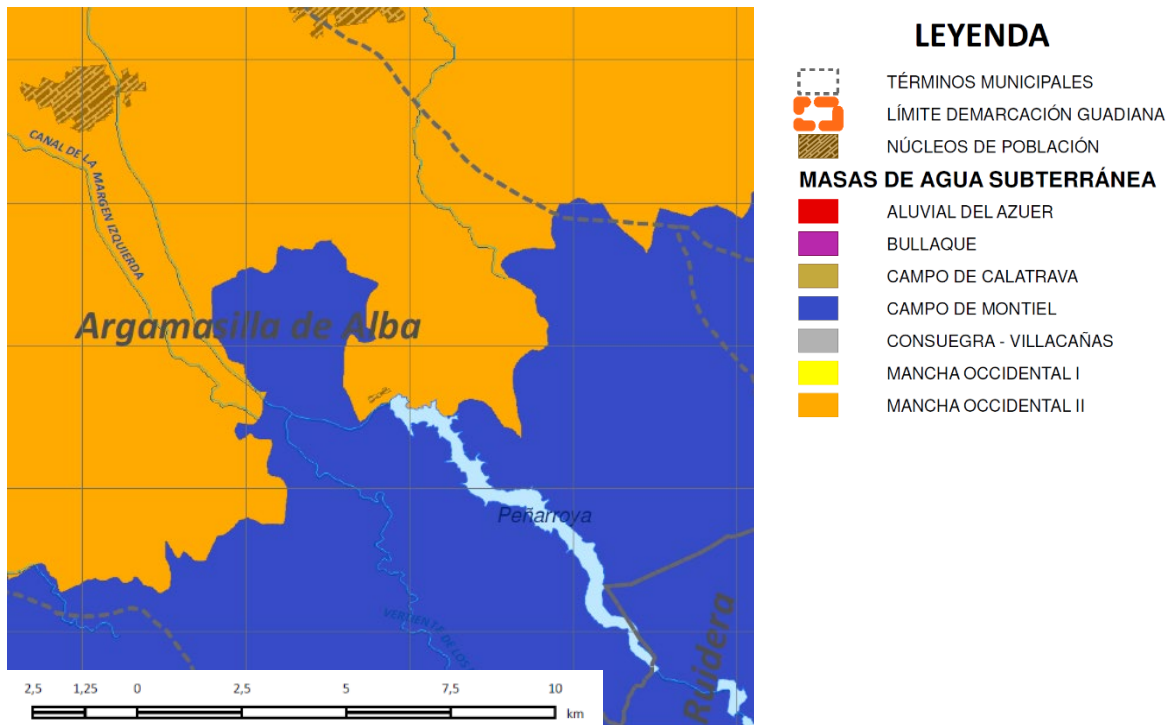
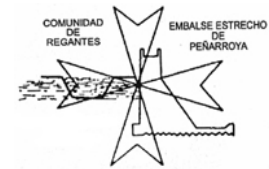


Figura 9.- Masas de agua subterráneas principales de la zona de proyecto. Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (Plan Hidrológico D. H. Guadiana 1º Ciclo, 2011-2016).

Litológicamente, la formación de la Mancha Occidental II está compuesta por depósitos detríticos del Mesozoico, metamórficos del Paleozoico, como pizarras y cuarcitas, depósitos sedimentarios y evaporíticos del Paleógeno (arcillas y yesos) y gravas, arenas, areniscas y lutitas del Neógeno. Los estudios de IGME-EG04 señalan que de las formaciones geológicas presentes en la Mancha Occidental II se consideran dos formaciones acuíferas: la Superior carbonatada y la Profunda, separados por un nivel intermedio que funciona como acuitardo. La formación acuífera principal es la Superior carbonatada. Abarca permeabilidades medias, altas y muy altas. Son calizas y margas del Mioceno Superior y niveles detríticos cuaternarios, pliocuaternarios y pliocenos, que afloran prácticamente en su totalidad. La formación acuífera profunda se corresponde con materiales calcáreos y dolomíticos del Mesozoico. Son la prolongación de los materiales acuíferos de Campo de Montiel y Sierra de Altomira, situadas al sur y norte, respectivamente.

Por su parte, en Campo de Montiel se considera un solo acuífero principal superficial en régimen libre que recubre un zócalo impermeable formado por los materiales del Keuper. Los materiales carbonatados jurásicos de permeabilidad media-alta (calizas, dolomías, margas y calizas oolíticas), dan lugar a un acuífero al que se conecta el que aparece entre los materiales pliocuaternarios, con porosidad intergranular y permeabilidad media.

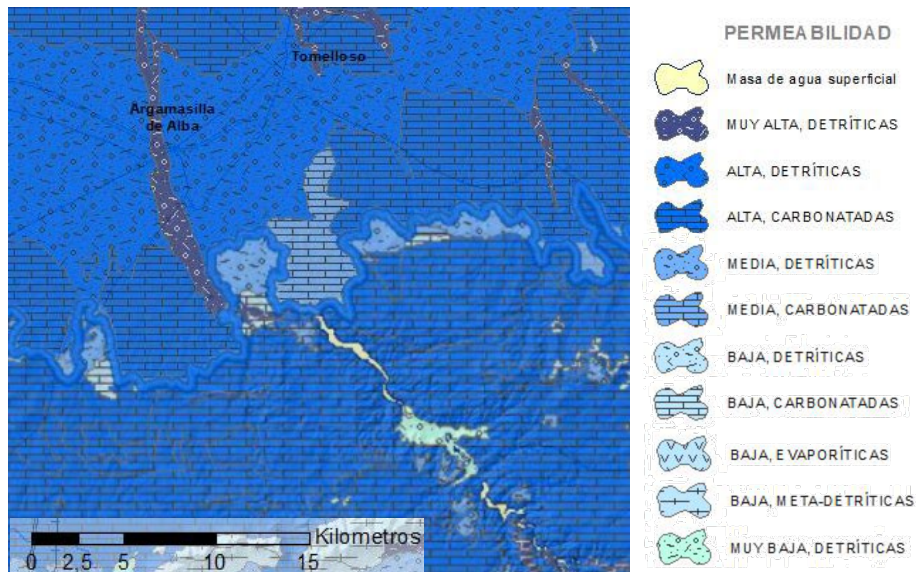
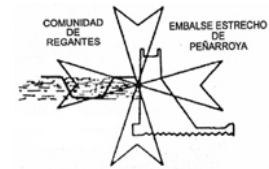


Figura 10.- Permeabilidades de la masa de agua subterráneas de la zona de proyecto. Fuente: Plan Hidrológico de tercer ciclo de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

7.3. Geología

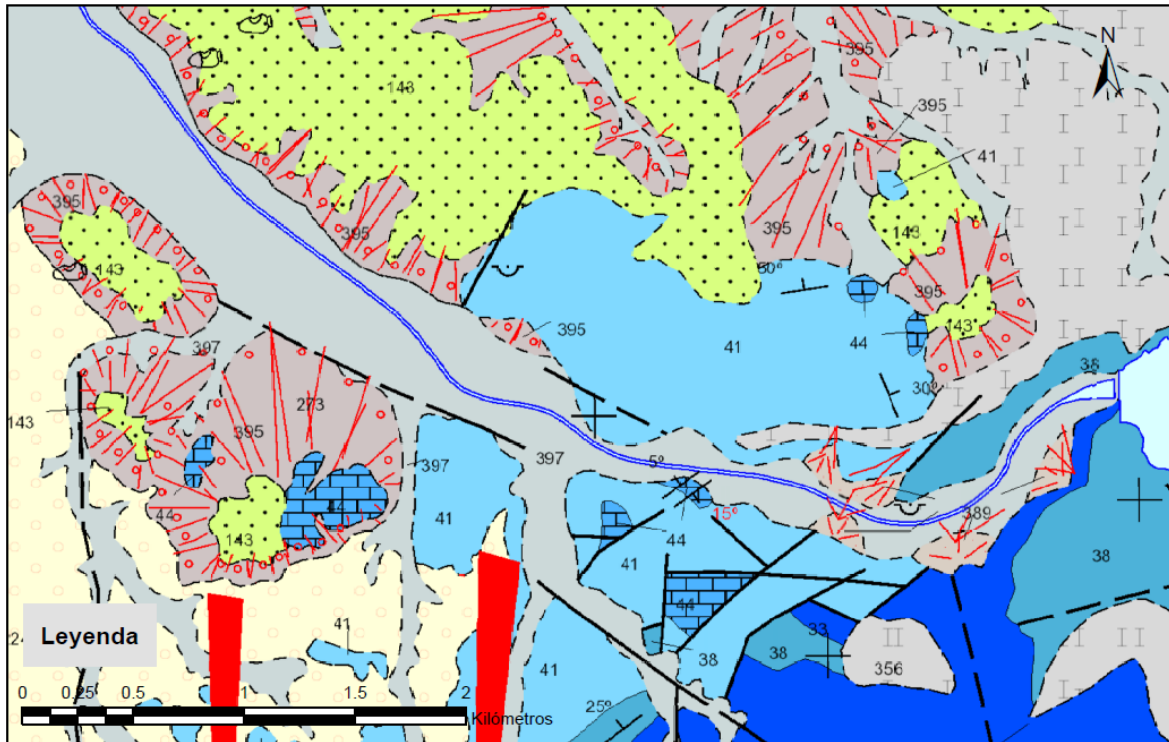
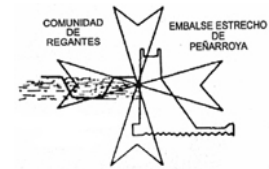
El encuadre geológico de la zona de estudio queda definido a partir del Mapa Geológico Nacional (MAGNA) de España a escala 1:50.000 (2ª serie), realizado entre 1972 y 2003 por el Instituto Geológico y Minero de España. En el Mapa Geológico se representa la naturaleza de los materiales (rocas y sedimentos) que aparecen en la superficie terrestre, su distribución espacial y las relaciones geométricas entre las diferentes unidades cartográficas.

En concreto la zona de estudio se localiza en la hoja 762 de la serie 1:50.000, y más concretamente la cuadrícula 21-30.

La zona oeste de la zona de estudio, más próxima a la presa de Peñarroya, se encuadra entorno al valle fluvial del río Guadiana, que se encaja entre afloramientos rocosos del Jurásico, de rocas de naturaleza caliza y dolomías, que dominan la geología de la zona y afloran dando forma al relieve. Las mismas se encuentran fracturadas en superficie, localizándose varias familias de diaclasas. La potencia del suelo vegetal que sobre ellas se sitúan es pequeña y irregular, condicionando por ello la vegetación de la zona.

En el fondo del valle se sitúan cantos poligénicos, arenas, limos y arcillas, procedentes de los procesos erosivos eólicos y principalmente fluviales. En el entorno se localizan varios conos aluviales en ambas márgenes, formados en el tramo final de los arroyos laterales que descargan sobre el río Guadiana.

Sin embargo, en la zona oeste de la zona de estudio se localizan conglomerados cuarcíticos en las zonas más altas, flanqueados por gravas y cantos poligénicos (coluvión) que bordean el fondo del valle del río Guadiana, en cuyas líneas de contacto cabe la posibilidad de que se localicen planos de falla.



LEYENDA

CUATERNARIO	HOLOCENO		20	19	18	17
	PLEISTOCENO	SUPERIOR	16	15		
		MEDIO	14			
		INFERIOR	13			
TERCIARIO PALEOGENO NEOGENO	PLIOCENO					12
	MIOCENO			10	11	
	OLIGOCENO					9
CRETÁCICO	SUPERIOR	SENONIENSE				8
		CENOMANIEN.-TURONIEN				7
	INFERIOR	ALBIENSE				6
JURÁSICO	LIAS	TOARCIENSE				5
		PLIENSBACHIENSE				4
		SINEMURIENSE				3
		HETTANGIENSE				2
TRIÁSICO	SUPERIOR	RETIENSE				1
		NORIENSE				

- 20 Cantos poligénicos, arenas, limos y arcillas. Fondo de valle
- 19 Arenas y limos, arcillas con cantos poligénicos. Conos aluviales
- 18 Gravas y cantos poligénicos, arenas y limos arcillosos. Coluvión
- 17 Limos eólicos.
- 16 Gravas o tobas calcáreas. Terrazas
- 15 Gravas, arenas y arcillas. Abanicos aluviales de Campo de Montiel
- 14 Gravas y tobas calcáreas. Terrazas
- 13 Gravas, arenas y arcillas. Abanicos aluviales del Alto Guadiana
- 12 Costras calcáreas de Campo de Montiel
- 11 Arcillas, limos, arenas y conglomerados polymicticos con costra laminar a techo. Glacis
- 10 Calizas travertínicas
- 9 Conglomerados cuarcíticos
- 8 Calizas blancas con rudistas
- 7 Calizas oquerosas rojas y margas blancas
- 6 Areniscas con gravas y arcillas blancas. (Fm. Arenas de Utrillas)
- 5 Caliza oolítica
- 4 Arcillas y margas blancas con dolomías intercaladas (Fm. Cuevas Labradas)
- 3 Calizas y dolomías azuladas. Calizas con crinoides (Fm. Cuevas Labradas)
- 2 Calizas dolomíticas (Fm. Imón). Camiolas y calizas brechificadas (Fm. Cortes de Tajuña)
- 1 Arcillas versicolores y yesos (Facies Keuper)
- A Arcillas, gravas y calizas

Figura 11.- Extracto para la zona de estudio del MAGMA50, hoja 762, 21-30 de Tomelloso (IGME, 1989).

7.4. Geomorfología

Desde el punto de vista de la geomorfología de la zona y su evolución histórica, destacan como fuentes de información la Minuta MTN50 (catastrones) de Tomelloso, elaborada en 1.953, que definen la topografía del valle, con un fondo de valle muy marcado lateralmente, y una pendiente longitudinal muy pequeña. Sobre el valle se localiza el río Guadiana, pero también el Canal del Gran Prior, sobre el que se situaban varios molinos para el aprovechamiento de las corrientes de agua que circulaba por el canal. Sobre este canal se localizaba el Molino de la Parra (en la mitad oeste) que tenía anexo un azud de retención de las aguas de río Guadiana que servía de regulación del río para la derivación hacia este molino, generando una zona pantanosa aguas arriba a lo largo del valle.



Figura 12.- Recorte de la Minuta MTN50 (catastrones) de Tomelloso, elaborada en 1.953 (Fuente: CNIG).

Coetánea con este mapa se encuentra la primera ortofoto de la zona, realizada en 1.956 durante la campaña a nivel nacional del denominado “vuelo americano”. En él se distingue claramente la presencia de la presa de Peñarroya, que en ese momento se encontraba en construcción, ubicada en el estrecho de Peñarroya y cimentada sobre rocas calcáreas, lo que es indicativo de la continuidad de los macizos rocosos bajo el valle fluvial en esa zona.

Sobre la ortofoto de la época se puede distinguir como el canal del Gran Prior marcaba el límite izquierdo del valle, haciendo frontera entre la zona con afloramiento calcáreos y el valle fluvial que era aprovechado para el regadío.

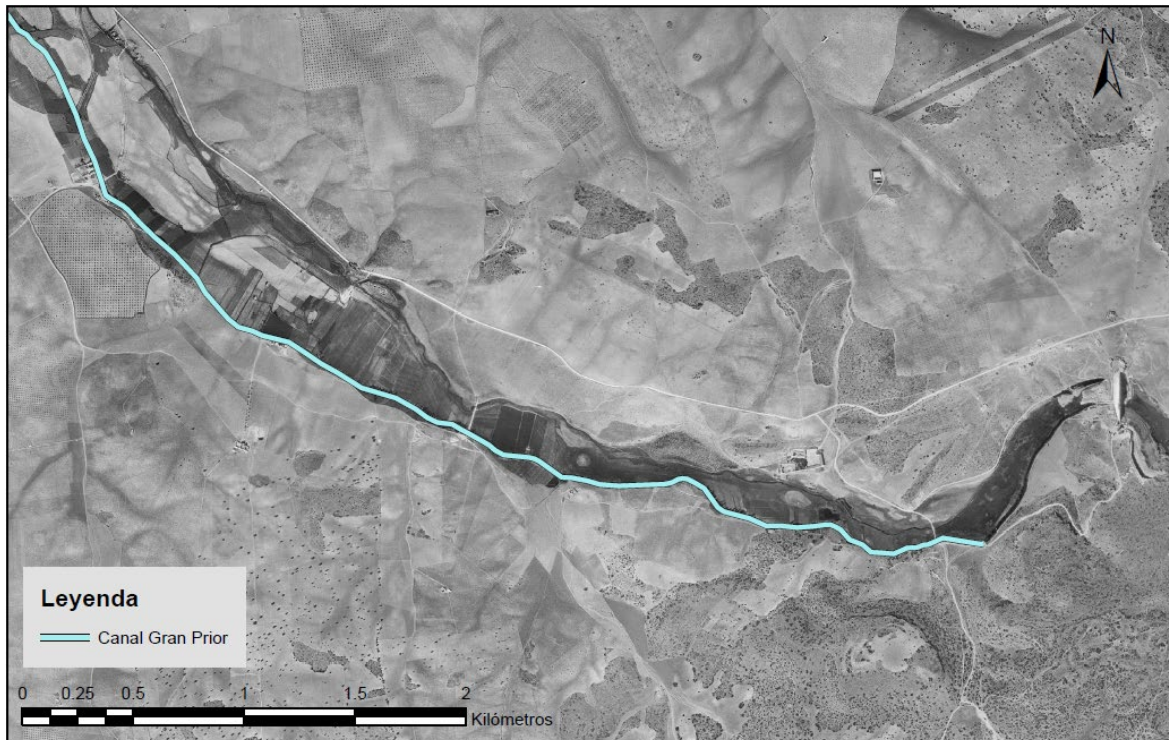
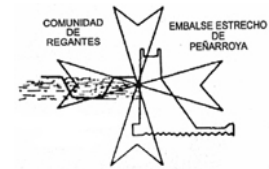


Figura 13.- Delimitación del canal de Gran Prior en la zona sobre la ortofoto del vuelo americano de 1.956.

El curso del río Guadiana era un curso sinuoso, con división frecuente en brazos y posterior confluencia, poco marcado y sometido a variaciones en los procesos fluviales de avenidas, y ya en esa época posiblemente muy condicionado por la agricultura, que lo situaba sobre el lado derecho del valle fluvial. En la actualidad, el río Guadiana se encuentra canalizado en un canal en tierras.

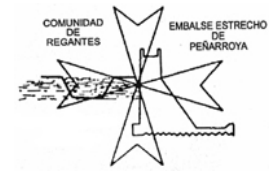
8. CONDICIONANTES DE DISEÑO

Dentro del diseño de la solución se encuentra en primer lugar el diseño del trazado de la conducción hidráulica. Para su selección se han analizado los diferentes condicionantes que intervienen, considerando los de las siguientes naturalezas, que influyen en los potenciales trazados:

- Altimétrico
- Geológico-geotécnico
- Arqueológico
- Medio ambiental
- Propiedades e infraestructuras
- Inundabilidad

8.1. Condicionantes altimétricos

Las cotas de nivel de agua en el embalse hacen recomendable no instalar la conducción en terrenos por encima de la cota 713,00 m.s.n.m. Obviamente esta cota influye más en las proximidades del embalse, debiendo bajar de cota



progresivamente a medida que se aproxima a las balsas. Las balsas a su vez tienen sus explanadas de llegada a las mismas a la cota 691,00 m.s.n.m., aproximadamente.

Por otro lado, y como se comenta en los condicionantes medio ambientales y con más detalle en el encaje del perfil longitudinal de la conducción principal, la conducción principal debe situarse por encima del nivel freático de la zona, lo que coincide con el nivel del río desde la presa hasta aproximadamente los 2500 m primeros (previo a la llegada a la Motilla de Retamar) como se explica en los condicionantes geológicos-geotécnicos.

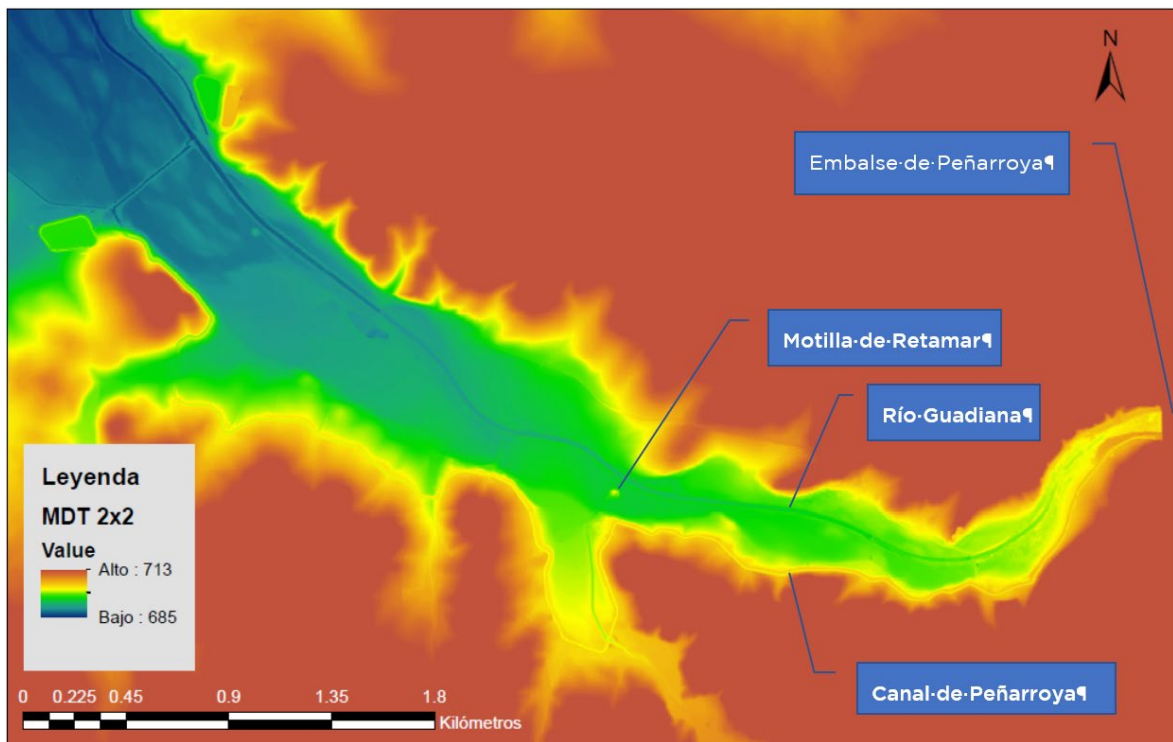
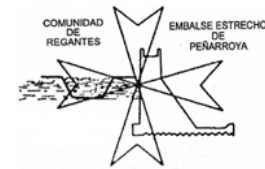


Figura 14.- Modelo digital de elevación de la zona (resolución 2x2 m²), procedente del vuelo LiDAR de 2ª cobertura, con límite superior en la cota 713 m.

Como se puede observar en la figura anterior, la restricción de altimetría obliga a trazar el mismo próximo al valle fluvial. En la primera mitad del trazado, cerca del embalse, y en el caso de la margen izquierda del río está condicionado por la infraestructura del actual canal de Peñarroya, que para mantener su servicio durante la obra la nueva conducción debe quedar al norte del mismo, a excepción de los primeros 800 metros aguas abajo del embalse donde existe una franja de amplia anchura para poder situarse también al sur del mismo, por debajo de la cota 713 m.s.n.m. La condición de situarse por encima del nivel freático, obliga a situarse en cotas mayores que las del cauce, lo que condiciona el potencial trazado por margen izquierda a discurrir próximo al canal de Peñarroya, al menos hasta la Motilla de Retamar, en el entorno de las tonalidades amarillas.

En el caso de la margen derecha, los condicionantes son similares, siendo la franja representada con tonalidades amarillas-naranjas la que aporta posibilidad de trazado, con una anchura muy limitada. Esta posibilidad, de trazado por la



margen derecha, obligaría al cruce bajo el río Guadiana de la conducción en las proximidades de la presa, lo cual incurre en problemas geológico-geotécnicos y ambientales, como se comentará a continuación.

8.2. Condicionantes geológico-geotécnicos

Desde el punto de vista geológico-geotécnico, como se describe en mayor detalle en el anejo correspondiente, se pueden distinguir tres tipos de suelos con condicionantes especiales para la construcción de una tubería enterrada.

Se ha seleccionado tres tipos de condiciones diferenciales que se producen en la zona en relación con la posibilidad de construcción de una zanja de unos 4 metros de profundidad y su posterior relleno:

- **Afloramientos rocosos:** se trata de suelos de potencia decimétrica, por debajo de los cuales se sitúa el macizo rocoso, con afloramientos frecuentes de roca en superficie. Por lo tanto, la construcción de una zanja para la instalación de la tubería en este tipo de terreno implica la excavación prácticamente completa de la zanja en roca competente, de modo que la misma debe hacerse o bien por medios mecánicos o mediante explosivos.

- **Suelos estrechos:** Se trata de terrenos donde el macizo rocoso se encuentra a menos de 4 metros de profundidad, y por tanto de construirse una zanja con esa profundidad sobre los mismos la excavación tendría que ser parcialmente en roca. Sobre la roca se encuentran suelo mezcla de gravas, arenas, limos y arcillas, en diferentes proporciones y texturas, cuya excavación puede realizarse por medios mecánicos. Por su cohesión, en general el suelo es tipo A a los efectos del zanjeo, con taludes 4V/3H.

- **Suelos blandos:** Se trata de suelos limo-arcilloso plásticos, de tonalidades oscuras, indicativo del contenido en materia orgánica. Su origen puede encontrarse en antiguas zonas de turbas. Puede encontrarse gravas o roca calcárea en profundidad. A los efectos de zanjeo, por su plasticidad se trata de suelo tipo B, con taludes 1V/1H, si bien pueden encontrarse en profundidad estratos limo-arcilloso de mayor plasticidad y tonalidades claras, de tipo C, con taludes recomendados 2V/3H.

Las zonas no clasificadas dentro del área de interés se tratan de terrenos con suelos cuya excavación puede realizarse con medios mecánicos, con diferente texturas y tonalidades. Por su cohesión, los suelos se clasifican como tipo A a los efectos del zanjeo, con taludes 4V/3H. No es esperable encontrar roca hasta la profundidad de unos 4 metros, si bien no se puede descartar. Próximo a zonas de suelos blandos, se pueden encontrar estratos de este tipo de suelos intercalados en menores potencias.

Esta clasificación se representa en la siguiente figura. Complementariamente a esta clasificación se representan las zonas que por la permeabilidad de los materiales presentes presentan niveles freáticos con niveles condicionado por el nivel en el cauce. Coincide mayoritariamente con suelos blandos, limitado por macizos rocosos sobre el que descansa el valle fluvial, hasta aproximarse a la zona de la Motilla del Retamar, donde el aluvial en profundidad presenta otros suelos de mayor permeabilidad, de modo que pasa a convertirse

en un río colgado, produciendo la pérdida del caudal circulante en el cauce en pocos kilómetros, con un flujo subterráneo predominantemente vertical.

Estos condicionantes en los primeros 2,5 km desde la salida de la presa (mitad este) producen que sea más recomendable el trazado de la conducción fuera de los suelos blandos, dado que no presentan suficiente capacidad portante, especialmente al situarse en zona de acuífero aluvial. Por otro lado, es recomendable evitar que la conducción y la zanja en la que se sitúa se vea afectada por el nivel freático, no solamente por los inconvenientes durante el proceso constructivo, sino sobre todo por las condiciones de conservación de la conducción, y sobre todo por el impacto ambiental que supone una zanja, con material drenante, que produciría el drenaje de caudales y pérdida de agua en el entorno del Guadiana aguas abajo de la presa, modificando el comportamiento del aluvial existente en ese tramo. Por otro lado, el trazado se ve condicionado por la presencia de rocas, que encarece de forma sobresaliente los costes excavación en caso de discurrir el trazado sobre las mismas.

Estos condicionantes hacen poco recomendable el trazado de la conducción por la margen derecha (al norte) del río Guadiana, dado que tendría que cruzar bajo el mismo en la zona donde se produce un humedal o zona encharcada de ribera, con mayor valor ambiental. En el caso del trazado por la margen izquierda, lo recomendable es su trazado próximo al canal de Peñarroya, hasta el entorno de la Motilla de Retamar, evitando los suelos blandos que forman parte del pequeño acuífero aluvial ligado al nivel del río Guadiana aguas abajo del Embalse de Peñarroya, y al mismo tiempo limitando su discurrir por suelos rocosos, siendo preferente el discurrir por suelos estrechos en esa zona.

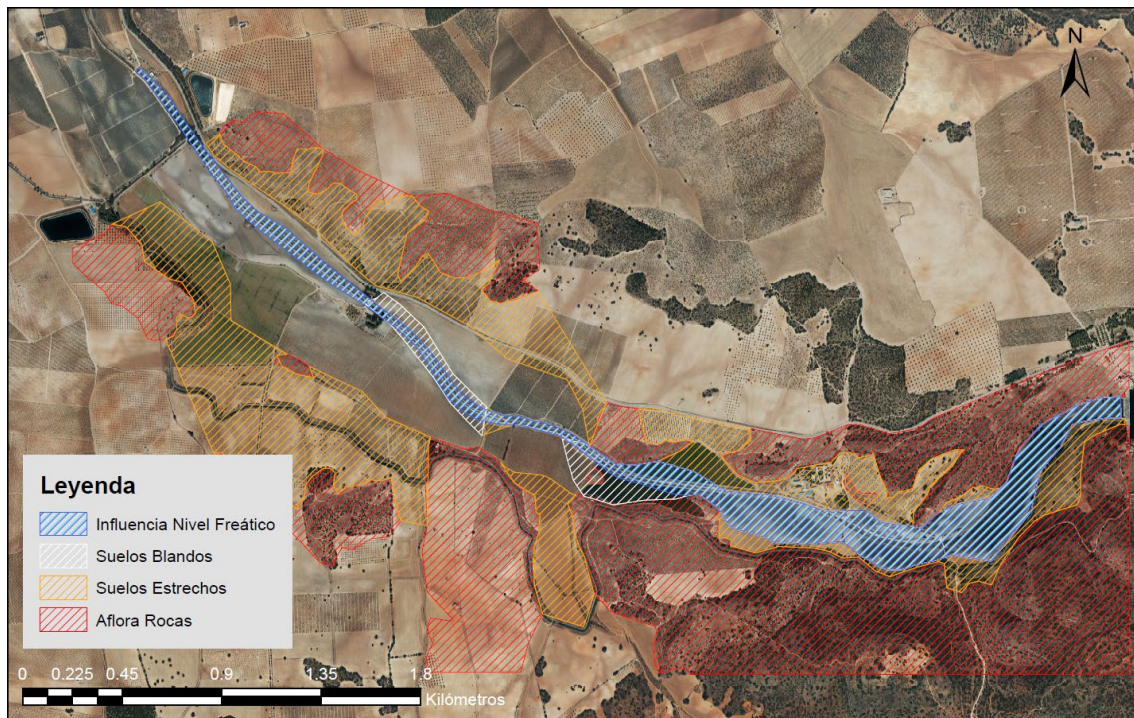


Figura 15.- Clasificación de suelos a efectos de la construcción de zanjas y zona de influencia del nivel del cauce.

En la mitad oeste del trazado, aguas abajo de la Motilla de Retamar, se abre una amplia franja de suelo adecuado para la construcción de una conducción en zanja (suelo no clasificado), sin condicionantes por la presencia de rocas o suelos blandos.

8.3. Condicionantes arqueológicos

Desde el punto de vista arqueológico, según la carta arqueológica de Argamasilla de Alba, se localizan en la zona diferentes restos, mayoritariamente ligados al curso del antiguo canal del Gran Prior (siglo XVIII) que discurría por la zona hasta su sustitución por la actual Canal de Peñarroya. Sobre el mismo se han situado diferentes molinos y templos. El conjunto de restos catalogados se detalla en el Anejo Arqueológico.

La secuencia de restos arqueológicos protegidos localizados a lo largo de la traza se enumeran de este a oeste en el siguiente orden:

- Molino de la Parra
- Motilla de Retamar
- Molino Nuevo
- Tempo de Santa María
- Molino de San José y puente asociado al oeste
- Molino de Santa María
- Santa María (zona difusa al noroeste)

En la medida de lo posible, los restos arqueológicos con elementos arquitectónicos definidos deben ser conservados, evitando su alteración como consecuencias de la nueva conducción de agua. En el caso de la Zona de Santa María, no se trata de un elemento arquitectónico concreto, sino de una zona difusa donde se han localizado restos dispersos de asentamientos, que, en caso de discurrir el trazado por esa zona, debe cuidarse su identificación, recuperación y catalogación durante la excavación.

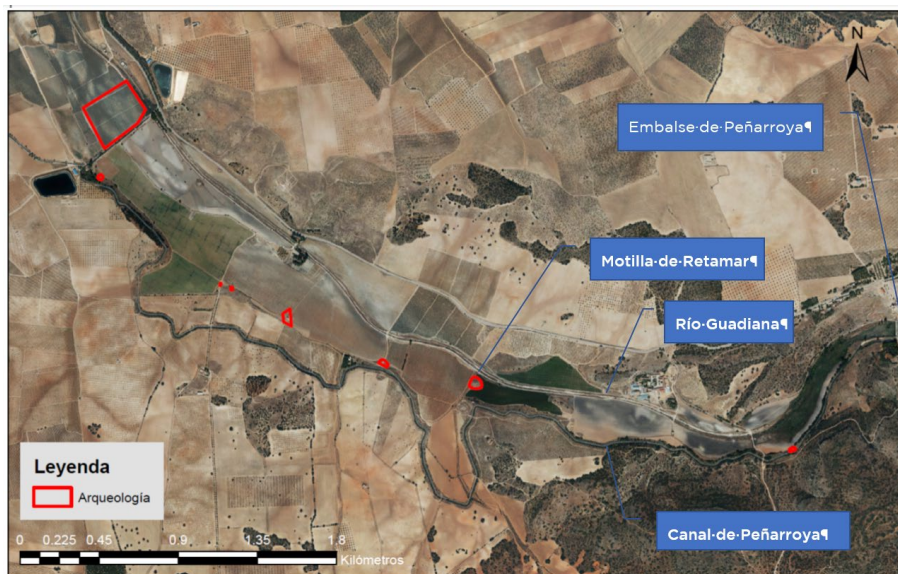
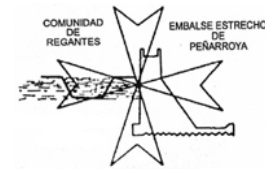


Figura 16.- Localización de los restos arqueológicos catalogados presentes en la zona de interés.



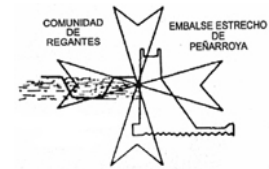
8.4. Condicionantes medio ambientales

Desde el punto de vista medioambiental, en la zona se localiza la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda, figura de protección Medio Ambiental de carácter Internacional, que fue declarada por la UNESCO en noviembre de 1980 y ampliada en junio de 2014. Esta reserva es un complejo de humedales asociados al tramo alto del río Guadiana y 13 de sus afluentes y más de 15 arroyos íntimamente ligados a los acuíferos 23 de La Mancha occidental y 24 del Campo de Montiel que han originado una cultura y un desarrollo socioeconómico alrededor del ecosistema acuático.

En concreto, la reserva incluye el conjunto de la red fluvial del río Guadiana, como conector entre las zonas húmedas de especial valor ambiental. En el modelo de ordenación espacial, dirigido a estructurar una relación de beneficio mutuo y complementariedad entre la conservación y el desarrollo, se definen tres áreas funcionales: zona núcleo de la reserva, envuelta por la zona tampón que sirve de puente hacia la zona de transición.

En relación a los condicionantes que especifica la regulación de usos que especifica las **Directrices Estratégicas para la gestión de la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda**, la regulación se centra en la red fluvial, dado que los humedales estratégicos ya son Espacios Naturales Protegidos, como son el Parque Nacional de las Tablas de Daimiel, el Parque Natural de las Lagunas de Ruidera, o las Reservas Naturales como las Microreservas de la Laguna de los Carros y Salina de Pinilla. Todas ellas cuentan con normativa específica que proporciona garantía suficiente para el cumplimiento de los fines de conservación. Por ello, la regulación que afecta a este “Proyecto de Conexión Hidráulica Directa de las Redes de Riego de las Balsas 1 y 2 con el Embalse de Peñarroya (Ciudad Real)”, que viene condicionado por la proximidad al río Guadiana, es la establecida en las Directrices de gestión de la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda. Extrayendo los condicionantes de regulación de usos que tienen influencia sobre la actividad prevista con la ejecución de este proyecto, se distinguen las especificaciones para las tres zonas:

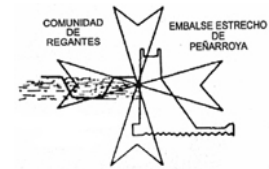
- **Zonas núcleo:** El Dominio Público Hidráulico de los principales ríos y arroyos que cruzan la Reserva de la Biosfera son también designados Zonas Núcleo con el fin de preservar y mejorar los ecosistemas palustres, acuáticos y de calidad de las aguas y el resto de los valores naturales y culturales relacionados con el régimen hídrico. Se trata de terrenos públicos bajo la gestión de la Confederación Hidrográfica y sujeta a lo establecido en el texto refundido de la Ley de Aguas aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio. La superficie incluida en las Zonas Núcleo fuera de los espacios naturales protegidos donde la regulación de usos y actividades ya está establecida se limita a los **vasos lagunares y láminas de agua de los ríos principales y humedales presentes** no declarados protegidos.
 - Con carácter general no se realizará ninguna actividad que pueda producir la desaparición o deterioro de los vasos lagunares y cauces públicos así como para la vegetación natural acuática, subacuática o palustre asociada a su ecosistema.



- Se prohíbe el vertido, enterramiento, almacenamiento o incineración de escombros y residuos sólidos o líquidos, incluidas las sustancias tóxicas, nocivas o peligrosas, así como cualquier otra forma de contaminación o de alteración de las condiciones ecológicas y físico-químicas, o de las comunidades biológicas de los humedales, en todas las Zonas Núcleo de la RBMH.
 - El territorio incluido en las Zonas Núcleo será calificado como Suelo Rústico No Urbanizable de Protección Ambiental, Natural y Paisajística, según establece el Decreto Legislativo 1/2010, de 18 de mayo, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Ordenación del Territorio y de la Actividad Urbanística de Castilla La Mancha (TRLOTAU).
- **Zona Tampón:** Se han definido otras superficies como Zonas Tampón que van a contribuir a amortiguar los impactos sobre las zonas núcleo y que se corresponden con la zona de policía del Dominio Público Hidráulico de los principales ríos y arroyos, todas ellas sujetas a la legislación vigente en materia de aguas y bajo la gestión de la Confederación Hidrográfica del Guadiana.

Aun cuando los usos y actividades en estas zonas están supeditadas a esta normativa específica que va a limitar los que pudieran producir una afección negativa significativa sobre las zonas núcleo, se fijan unos criterios que, en algunos casos redundan en las limitaciones ya establecidas.

- Los movimientos de tierras no relacionados con la preparación y acondicionamiento de los suelos para las actividades agrícolas o forestales tradicionales, deberán contar con autorización del Organismo competente en aplicación de la normativa sectorial vigente.
 - Se prohíbe el vertido, enterramiento y depósito de sustancias que produzcan contaminación o degradación de las cualidades naturales de los suelos, en particular el de aquellas sustancias consideradas Residuos Tóxicos o Peligrosos.
 - Con carácter general se evitarán actuaciones que introduzcan elementos artificiales de carácter permanente que limiten el campo visual, rompan la armonía del paisaje o desfiguren las perspectivas. La instalación de parques eólicos, instalaciones solares industriales e infraestructuras de telecomunicación o líneas de transporte de energía eléctrica sólo podrá realizarse si el preceptivo estudio declara que su impacto, incluido el paisajístico, es asumible.
 - Se tenderá a las instalaciones de comunicación y líneas eléctricas soterradas y en cualquier caso a que su trazado sea paralelo a infraestructuras existentes.
- **Zona de Transición:** Las zonas de transición, como terrenos de conexión entre el área designada como Reserva de la Biosfera y el resto del territorio, con la misión primordial de incentivar el desarrollo socioeconómico y la mejora del bienestar de la población no requieren, a priori, y en cuanto a protección de los valores naturales y culturales, una limitación adicional a la existente que en cualquier otro territorio.



- Queda prohibido acumular residuos sólidos, escombros o sustancias, cualquiera que sea su naturaleza y el lugar donde se depositen, que constituyan o puedan constituir un peligro de contaminación para las aguas subterráneas o superficiales o contribuyan a la degradación del entorno de los cauces y vasos lagunares.
- Cualquier actuación que pueda suponer la destrucción o degradación de la vegetación natural o repercutir negativamente en su estado en el modo que fuera, deberá contar con autorización expresa del órgano ambiental competente.
- Se evitará la introducción de especies alóctonas en el medio natural, tanto agrícolas como forestales, dentro del ámbito de ordenación, debiendo autorizar el organismo competente los proyectos en los que por razones justificadas se plantee la utilización de las mismas.
- Se tenderá a que las instalaciones de comunicación y líneas eléctricas se proyecten contiguo al de las infraestructuras de transporte o a otras redes ya existentes evaluando en cualquier caso el soterramiento de las infraestructuras.
- Quedarán limitadas todas aquellas actividades o actuaciones que puedan afectar negativamente las condiciones de conservación de los elementos del patrimonio histórico-cultural.
- Sin perjuicio de lo establecido en la normativa sectorial vigente, las edificaciones de nueva planta en terreno no urbanizable vinculadas a las explotaciones agrarias y ganaderas deberán guardar relación de dependencia y proporción adecuada a la tipología de los aprovechamientos a los que se dedique la explotación. La construcción deberá ajustarse al estilo tradicional de la zona.
- Se promoverá la sensibilización del sector cinegético y piscícola, incentivando las prácticas más respetuosas con el entorno y el equilibrio de las poblaciones de especies cinegéticas.

Estos condicionantes fijados en la regulación de usos tienen efectos para la selección del trazado en las diferentes zonas de protección.

En la zona núcleo, se debe evitar que el trazado la afecte, a no ser que no exista otra posibilidad con menor impacto. Esto condiciona a que el trazado de la conducción discorra por la margen izquierda, en su tramo principal desde presa hasta la proximidad a las balsas, que es el tramo del río Guadiana que presenta lámina de agua permanente, con ecosistemas acuáticos asociados. Para el cumplimiento de estas directrices tiene preferencia que el inevitable cruce del río Guadiana por la conducción se produzca por el ramal de menor importancia, el que transporta el agua hasta la balsa 1. En este tramo del río Guadiana ya los caudales circulantes de forma ordinaria son muy reducidos o inexistentes, por lo que la afección a la vegetación alustre es muy limitada y en cualquier caso compensable. En este caso, la Confederación Hidrográfica del Guadiana fija las condiciones en las que debe realizarse dicho cruce, que deberá hacerse soterrado bajo el lecho del río.

En la zona tampón, la construcción de una conducción enterrada es compatible con la regulación de usos, dado que no altera la geomorfología de la zona, y en cualquier caso se requiere a la correcta gestión de los residuos durante la obra para evitar cualquier impacto sobre el entorno. Aunque en este caso no

se trate de una infraestructura de comunicación y línea eléctrica, es recomendable que el trazado sea paralelo a infraestructuras existentes, como en el caso del canal de Peñarroya y los canales de la margen derecha e izquierda situados aguas abajo.

En la zona de transición, debe limitarse la degradación de áreas con vegetación natural, especialmente aquellas cuya reparación sea más lenta. En este sentido, en la zona debe evitarse o minimizarse el impacto sobre especies arbóreas de los Quercus, que tiene un crecimiento lento y cuya afección requiere un periodo de tiempo más largo hasta su completa reposición, muy diferente a las especies próximas a las riberas como son los chopos o álamos. Debe evitarse el uso de especies alóctonas, aunque las mismas ya están presentes en la zona, como es el caso de los pinos que fueron plantados con la construcción de las infraestructuras del canal de Peñarroya y la canalización del río Guadiana, no siendo autóctonos de ese paisaje local. Se debe buscar trazados paralelos a infraestructuras existentes, evitando la afección al patrimonio histórico-cultural, como son los restos arqueológicos catalogados presentes en la zona y anteriormente expuestos.

En este sentido, estos condicionantes son compatibles con el resto de condicionantes anteriormente expuesto, siendo la mejor opción el trazado de la conducción principal por la margen izquierda, paralelo al canal de Peñarroya, sin afección a la zona núcleo, y respetando los restos de patrimonio arqueológico.

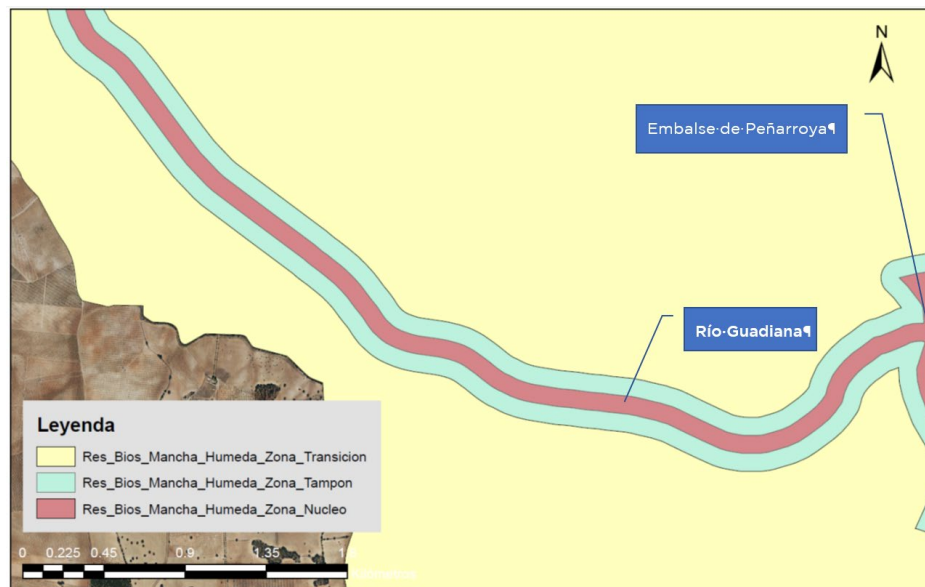
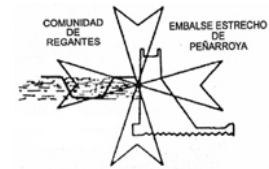


Figura 17.- Zonas de protección de la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda.

8.5. Propiedades e infraestructuras

Desde el punto de vista de infraestructuras y propiedades existentes que pudieran verse afectadas por el trazado de la conducción principal, en la margen izquierda únicamente se encuentra el actual canal de Peñarroya, bordeando el valle, y una construcción de chalet y piscina situada junto al mismo entorno al tramo central de la zona de interés. En el caso del canal de Peñarroya es



compatible el cruce de esta infraestructura con la nueva conducción, cruzando la nueva tubería bajo el canal, si bien es deseable que esto se produzca el menor número de veces.

No es posible que el trazado de la nueva conducción coincida con el del canal de Peñarroya, por lo siguientes motivos:

- ❖ Los radios de curvatura que se mantienen en un canal hidráulico son menores que los radios de curvatura que pueden emplearse en una conducción en tubería, y seguirlo exigiría el uso de piezas especiales, de mayor coste, y un aumento de las pérdidas hidráulicas en la conducción.
- ❖ El canal debe seguir en servicio durante la construcción de la obra, con breves y programadas interrupciones, si fuera necesario, para mantener el riego de la zona regable de Peñarroya, lo cual no es compatible con destruir el canal y sustituirlo por una conducción, dado que su longitud (9 km) requiere de un plazo de tiempo para su ejecución del entorno de 12 meses.

Una vez el canal de Peñarroya llega al entorno de la balsa 2, se sitúa allí una rápida, y cuenco de amortiguación, desde donde se bifurca hacia el canal de la margen derecha (que se dirige y pasa junto a la balsa 1) y el de margen izquierda. Estas infraestructuras hidráulicas imponen las mismas restricciones que el canal de Peñarroya, al ser continuidad del mismo.

Por lo tanto, el trazado por la margen izquierda puede cruzar los canales, pero no puede discurrir sobre la misma traza.

Por otro lado, en la margen derecha se encuentra la finca de los Cerrillos, que limita la posibilidad de tránsito en la franja compatible altimétrica y geológico-geotécnica sin afección a dicha propiedad.

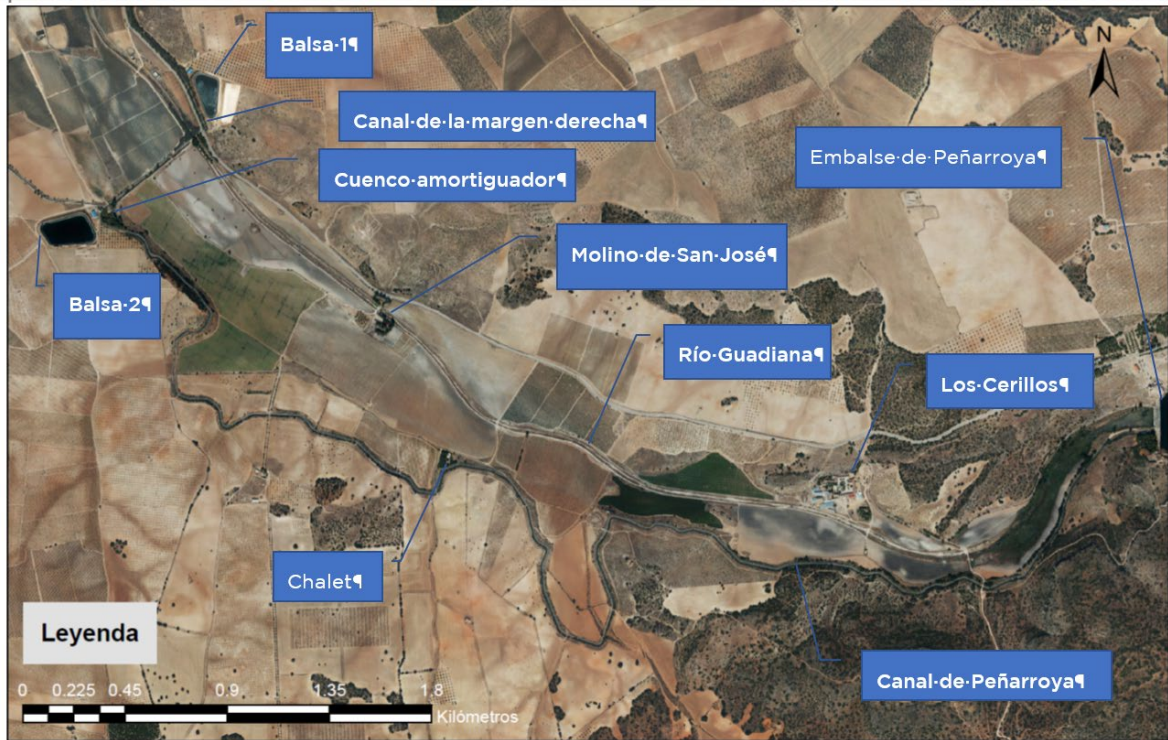
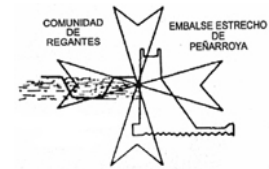


Figura 18.- Propiedades e Infraestructuras en el entorno de la zona de actuación.



Figura 19.- Propiedades e Infraestructuras en el entorno de la zona de actuación próxima a las balsas.

8.6. Inundabilidad



El último condicionante analizado es el que se refiere a la inundabilidad en la zona. Para ello se ha elaborado un modelo hidráulico bidimensional del tramo del río Guadiana desde la presa de Peñarroya hasta el paso bajo la Autovía A-43. Este modelo ha sido elaborado a partir del MDT de 2x2 m² disponible en el CNIG, complementado con levantamiento topográfico de los diferentes puentes, badenes y estación de aforo situados sobre el río en este tramo. Se ha analizado la inundación en el escenario de 500 años de periodo de retorno, adoptando el caudal máximo para este cuantil que fija CAUMAX en la presa de Peñarroya.

El mapa de calados máximos indica la extensión y peligrosidad de la inundación en el entorno del río Guadiana, que se extiende en mayor medida hacia la margen izquierda que hacia la margen derecha.

Desde el punto de vista del trazado de una conducción, no es incompatible el trazado de una conducción enterrada en una zona inundable, dado que al tratarse de una infraestructura enterrada no modifica la geomorfología de la zona y por tanto no cambia la inundabilidad. Sin embargo, si es deseable evitarla, dado que las arquetas de registro y valvulería asociada a la conducción pueden verse inundadas, con la consiguiente necesidad de achique posterior, dado que las ventosas no podrían funcionar correctamente.

En la mitad este del tramo objetivo, al igual que otros condicionantes, esto obliga a trazar la conducción próxima al canal de Peñarroya, existiendo mayor amplitud de zona no afecta en la mitad oeste. En el entorno de las balsas, la barrera que produce el canal de la margen derecha y el camino de servicio que se sitúa paralelo al mismo, así como la limitada capacidad del puente de este camino sobre el río Guadiana produce una amplia zona de inundación, que ocupa toda la anchura de valle, produciéndose elevados calados no sólo en el río Guadiana (borde derecho del valle), sino también en el borde izquierdo del valle, advirtiéndose antiguos brazos o paleocauces del río Guadiana previo a su canalización.

El trazado obligatoriamente debe atravesar esta zona inundable, si bien en la medida de lo posible sería deseable que evite las bandas donde se producen altos calados, especialmente donde se sitúen arquetas de registro.

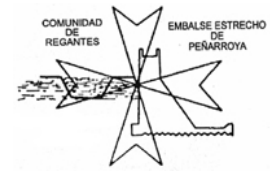


Figura 20.- Mapa de inundación máxima (calados) para la avenida de 500 años de periodo de retorno.

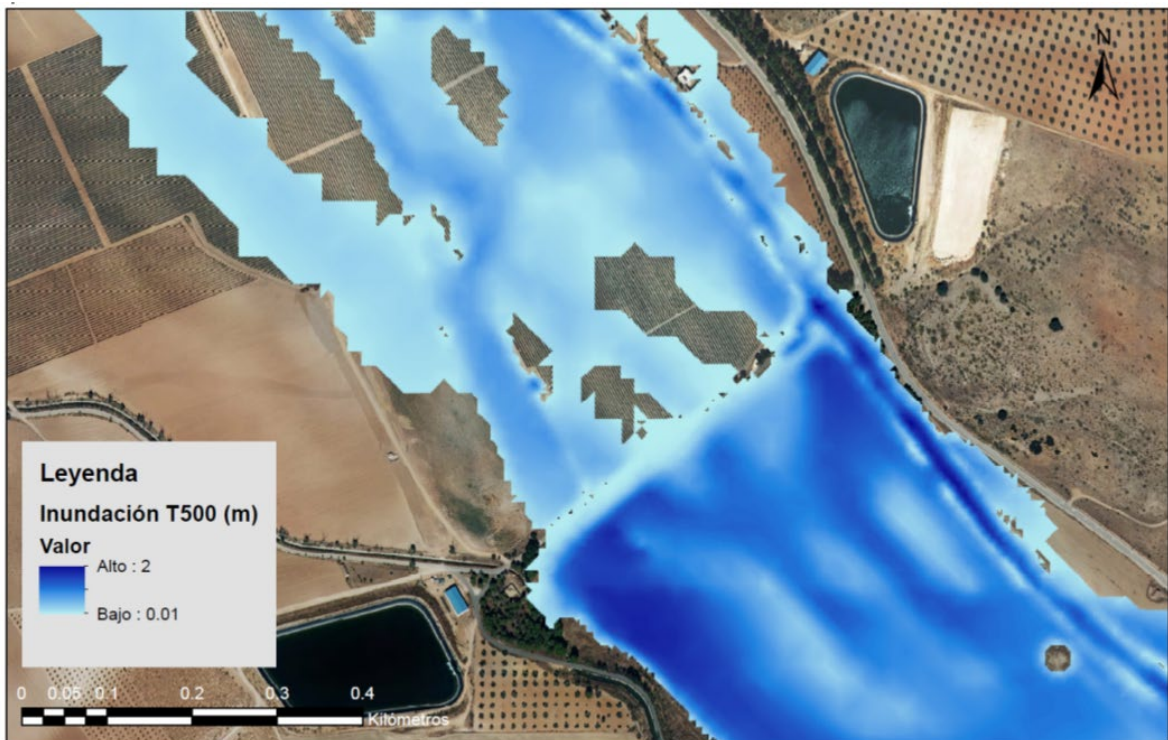
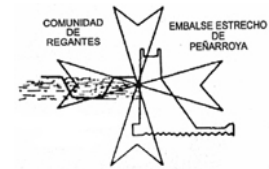


Figura 21.- Mapa de inundación máxima (calados) para la avenida de 500 años de periodo de retorno en el entorno de las balsas.



8.7. Solución de trazado adoptada

Atendiendo al conjunto de condicionantes anteriores, solamente es posible un trazado compatible con las restricciones que se producen en la primera mitad de la zona de actuación (zona este). Se trata de un trazado por la margen izquierda, que transita próximo al canal de Peñarroya, situándose al sur del mismo en la zona más próxima a la salida de presa, para así evitar la afección a la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera y el tránsito a lo largo de suelos blandos. Posteriormente cruza bajo el canal de Peñarroya, situándose a partir de ese punto al norte del mismo, para ser compatible con las restricciones altimétricas, y evitar el trazado sobre estratos rocosos que afloran en superficie.

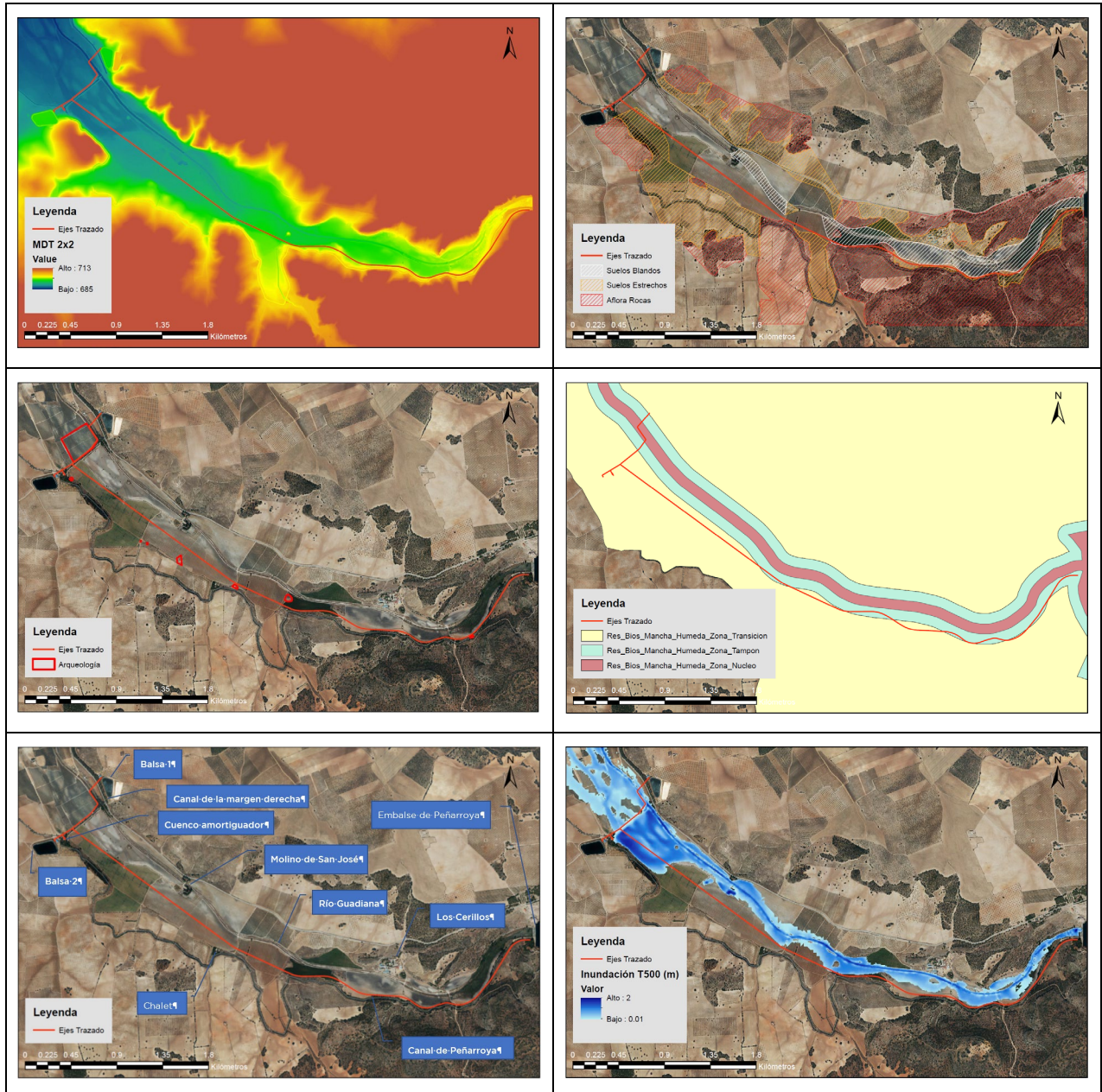
Hasta llegar a la zona de la Motilla de Retamar, el trazado se continúa próximo al canal de Peñarroya, sobre suelos estrechos, evitando afecciones medioambientales, suelos blandos con niveles freáticos vinculados con el nivel del río, y la zona susceptible de sufrir inundaciones hasta 500 años de periodo de retorno. A su vez el trazado se hace compatible con la conservación del patrimonio arqueológico. Sólo en la zona más próxima a la Motilla de Retamar, el trazado debe atravesar el macizo rocoso, inevitablemente para entrar en suelo blandos con afección del nivel freático y aproximarse a la zona núcleo de la Reserva de la Biosfera.

Esto se realiza sobre la conducción principal (desde presa hasta la bifurcación hacia las balsas) combinando una secuencia de acuerdos curvos con radios preferentemente de 300 m, admitiéndose rápidos de 180 m. Ninguno de ellos requiere piezas especiales, requiriendo el segundo tramo de tubería de la mitad de longitud. Existe un tramo especial en curva, con un radio de 90 metros, que resulta inevitable para mantener el trazado dentro de los objetivos buscados.

Así mismo, para cumplir las restricciones de no situar la tubería en zona de alcance del nivel freático, y disminuir en la medida de lo posible la excavación en roca, se requiere ejecutar parte de este primer tramo de la conducción principal semienterrada, con una cubrición superior en terraplén, de modo que la tubería no queda a suficiente profundidad bajo el terreno actual para tener una altura de relleno mínima de tierras de 1 metros, siendo necesario para alcanzar esta condición de protección de la tubería el desarrollo de un terraplén sobre la tubería, que la proteja y la confine, como se analiza en otros anejos. Esta zona de pequeño terraplén se sitúa en tramos próximos y adosados al canal de Peñarroya, y fuera de la zona inundable.

En la segunda mitad de la conducción principal, los condicionantes dejan una balda de mayor anchura, adoptándose el trazado más directo, el definido por dos tramos rectos, que busca evitar aproximarse al río Guadiana. A continuación se muestran los mapas de condicionantes anteriores, representado sobre el mismo el trazado seleccionado.

Tabla 8.- Encaje del trazado adoptado sobre cada uno de los condicionantes analizados

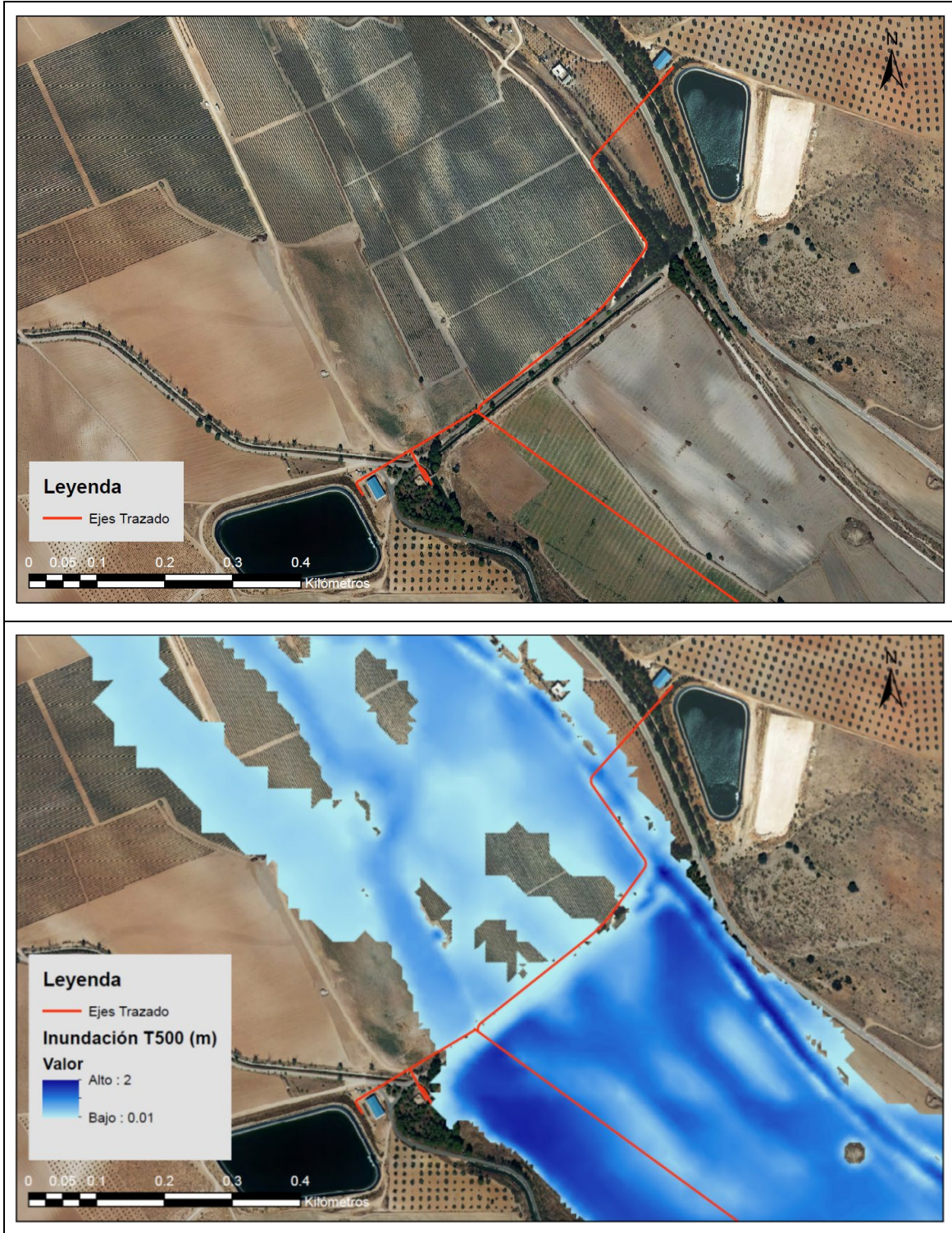


En el entorno de las balsas, la conducción principal se bifurca hacia la balsa 2 (al suroeste) y hacia la balsa 1 (al noreste). Estos ramales se localizan paralelos a la infraestructura existente del canal de la margen derecha y de camino de servicio, bordeando la parcela de viñedo donde se han catalogado restos arqueológicos. El cruce bajo el río Guadiana se realiza frente al punto de conexión con las tuberías de salida de la balsa 1, zona donde el río Guadiana ya presente nulo o escaso caudal (por ser un río colgado) y no existe vegetación en las márgenes.

Por otro lado, sobre el ramal que se dirige hacia la balsa 2 se localiza el subramal de la conducción que alimenta a la derivación de caudales hacia los canales de la margen derecha e izquierda. Esto se produce mediante elementos de pérdida de carga hidráulica, para la rotura de carga, mediante un canal

paralelo al cuenco amortiguador y repartidor existente, incorporando a esta infraestructura el caudal, una vez producida la disipada el exceso de energía hidráulica.

Tabla 9.- Encaje del trazado adoptado en el entorno de las balsas



El conjunto de condicionantes analizado no da lugar prácticamente a alternativas de trazado hasta la Motilla de Retamar. A partir de ese punto pueden

valorarse alternativas, pero únicamente vienen motivada por el objetivo de reducir las afecciones a las explotaciones agrícolas afectadas. En este sentido, la adopción de trazados rectos optimiza el trazado por criterios económicos y funcionales (reducción de pérdidas hidráulicas), y esto se considera suficiente cuando el discurrir de la conducción se produce por parcelas con cultivos de temporada, donde la afección será localizada en el tiempo durante la construcción del tramo.

La afección es mayor en el caso de parcelas de viñedos, como ocurre con la parcela con referencia catastral 13019A174000010000PX . Con el fin de evitar o disminuir la afección a este viñedo, se han estudiado dos alternativas de trazado, pero estas variantes resultan descartadas o bien por criterios medio-ambientales o por criterios económicos (ver Anejo N°6 Estudio de alternativas).

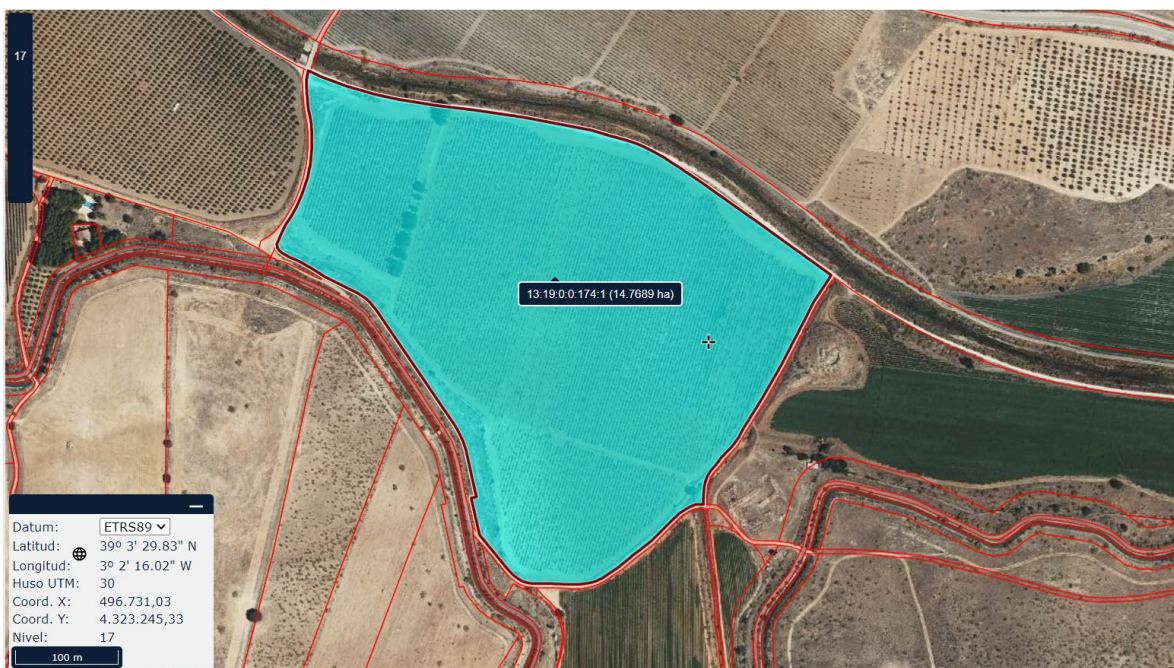


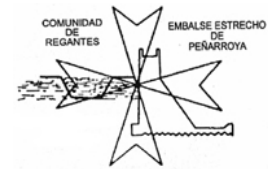
Figura 22.- Localización de la parcela de viñedo afectada (Fuente: sigpac).

9. INGENIERÍA DEL PROYECTO

Para el desarrollo de la ingeniería del proyecto se han realizado un conjunto de trabajos específicos sobre la traza prevista, de carácter geotécnico, arqueológico, topográfico y de reconocimiento del estado de las tomas de riego en la presa de Peñarroya. Así mismo se han definido los parámetros hidráulicos condicionantes en el diseño. Con todo ello como punto de partida, se ha realizado el diseño del proyecto. A continuación, se describen de forma resumida cada uno de estos puntos, si bien se encuentra mayor detalle en los anejos correspondientes.

9.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Los trabajos de carácter geotécnico realizados se dividen en tres bloques fundamentales:



1. Sondeos, ensayos y caracterización de suelos ligados a las cimentaciones de las edificaciones a pie de presa, edificio de control del calderines y derivación a canales, y arquetas de conexión a las balsas 1 y 2.
2. Calicatas, ensayos y caracterización de suelos a lo largo de la traza de las nuevas conducciones enterradas.
3. Interpretación geológica general en la zona de actuación a los efectos del trazado de la tubería.

La primera y segunda parte se desarrollan en los respectivos informes del laboratorio de geotecnia UNICONTROL.

La tercera parte, de interpretación geológica, se realiza englobando los estudios anteriores y trabajos de campo de reconocimiento geológico, así como otras fuentes de información, con el fin de clasificar dentro del área de estudio la presencia de situaciones que imponen diferentes condicionantes para el trazado de las conducciones enterradas, lo cual es tenido en cuenta en el estudio de alternativas de trazado.

Finalmente, adicionalmente a estos bloques, se ha realizado un estudio de tomografía eléctrica resistiva con el objeto de identificar la posición de las conducciones de salida de las balsas 1 y 2 en la vertical donde se proyecta su conexión con la nueva conducción de transporte de agua desde el embalse de Peñarroya. Esto ha permitido identificar la posición en la que encuentran cada uno de los conductos que salen de cada balsa, y proyectar las obras para la conexión con la nueva conducción.

9.2. ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

Previamente a la realización de los trabajos de campo, fue redactado un proyecto de intervención arqueológica (control y seguimiento de movimientos de tierras) donde se analizaba en base a documentación preexistente la localización y naturaleza de los restos arqueológicos catalogados en la zona de actuación, y se proponía las medidas de control arqueológico para la realización de la campaña de calicatas ligadas al estudio geotécnico.

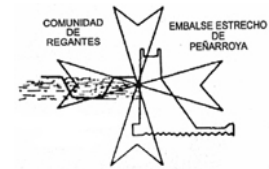
El mismo se realizó previa autorización, del 23 de agosto de 2022, por parte de la Delegación Provincial de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de Ciudad Real del proyecto de intervención.

Así, los trabajos arqueológicos de campo se han realizado acompañando a la campaña de calicatas realizadas para la determinación de la traza de la conducción.

Como conclusión de los trabajos arqueológicos se desprende que “no se ha detectado la presencia de rellenos y/o estructuras arqueológicas en posición primaria”.

Con fecha de 9 de diciembre de 2022, la Delegación Provincial de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes de Ciudad Real resuelve:

1. Tener por presentado el informe y dar por cumplidos los condicionantes exigidos en la Autorización Previa de referencia.



2. Considerar concluidos de forma satisfactoria los trabajos arqueológicos realizados.
3. Condicionar la ejecución de la obra civil al seguimiento y control arqueológico de los movimientos de tierra, para lo cual será necesario la presentación de un nuevo proyecto de intervención arqueológica y su correspondiente autorización por parte de esta Delegación Provincial.

Esto ha sido tenido en cuenta en el presente proyecto, incluyendo dentro del presupuesto del proyecto los gastos asociados a dicha intervención.

9.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para la realización de este proyecto se han realizado trabajos topográficos sobre la traza de la obra, que complementa al vuelo LiDAR de segunda generación disponible en todo el dominio de la zona de actuación. Los trabajos de campo se han centrado especialmente en la caracterización de las infraestructuras existentes, especialmente en los puntos donde se ven afectadas por la nueva conducción. Estas son:

- La presa de Peñarroya, y en particular las tomas de riego.
- El canal de Peñarroya y su camino de servicio.
- Las obras de drenaje transversal bajo el canal de Peñarroya.
- El cuenco amortiguador de la rápida del tramo final del canal de Peñarroya, y el canal partidido.
- Los tramos iniciales de los canales de la margen izquierda y derecha y sus caminos de servicio.
- Los cruces de los cauces del río Guadiay de la Vertiente de los Navazos.
- El cruce con la Ctra CM 3115.
- Las parcelas de las balsas 1 y 2.

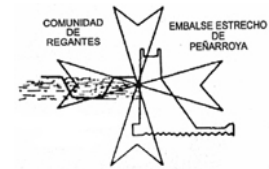
Estos trabajos han permitido la definición de los planos correspondientes. El sistema de coordenadas utilizado ha sido el UTM huso 30 sobre el sistema de referencia ETRS89.

Así mismo se han establecido la red de bases de replanteo sobre el conjunto de la zona de actuación. En este sentido, debe señalarse la ausencia de cobertura GPRS en la mitad este de la zona de actuación, lo que limita la posibilidad de uso de instrumentación GPS, debiendo ser realizados los trabajos de topografía únicamente a partir de estaciones totales.

Por último, indicar que al establecer la red de bases de replanteo a lo largo de la traza se han localizado predominantemente sobre el camino de servicio del canal de Peñarroya, para asegurar la no alteración de estos puntos.

9.4. ESTADO DE LAS TOMAS DE RIEGO DE LA PRESA DE PEÑARROYA

La actuación proyectada requiere la conexión de la nueva conducción de transporte con los conductos de toma para riego que existen en la presa de Peñarroya. Las condiciones en las que se encuentran estos conductos y las



posibilidades de su cierre para efectuar las conexiones son determinantes en la actuación proyectada. Por este motivo se realizó un trabajo de reconocimiento del estado en el que se encuentran las tomas de riego en la presa de Peñarroya, para proyectar las actuaciones requeridas, que se describe en el Anejo N°10 de Obra de toma en presa.

Estas tomas están formadas por tres conductos, dos de ellos principales (derecho e izquierdo) de 1,26 m de diámetro, más uno adicional (central) a mayor profundidad de 0,6 m.

En la inspección se pone de manifiesto el estado fuera de servicio en el que se encuentran los sistemas de accionamiento de las compuertas situadas en la embocadura de los conductos derecho e izquierdo, que se sitúan sobre el paramento aguas arriba de la presa, y cuyos mecanismos de accionamiento se localizan sobre coronación de presa. Con la inspección mediante cámaras subacuáticas y la investigación sobre la geometría de estas tomas realizadas con la colaboración de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, se confirma inicialmente la geometría reflejada en los planos de ejecución de la presa, así como el estado de conservación de la obra. Ambos conductos cuentan con una unión embreada en la salida del cuerpo de presa.

La situación en la que se encuentran las tomas requiere de una intervención sobre estas tomas para conectarlas con la nueva conducción, que queda descrita en el mencionado anejo, y se resume seguidamente en la Ingeniería de Diseño.

En el caso de la conducción central, no se considera la conexión a la misma, por tratarse de un conducto de menor tamaño, y encontrarse a mayor profundidad, lo que dificulta su empleo.

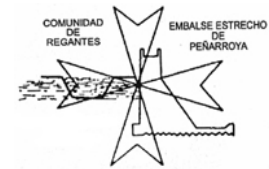
9.5. SISTEMA DE RIEGO. PARAMETROS DEFINITORIOS

Como ya se ha expuesto anteriormente, el sistema de riego con el que cuenta la Comunidad de Regantes del Pantano del Estrecho de Peñarroya es un sistema de distribución de agua a través de redes de tuberías a presión, que parte de grupos de bombeo para cada uno de los 6 sectores. A pie de parcela se sitúa un hidrante de riego telemando en cada parcela.

La organización del riego se realiza por turnos programados, debido a la limitación de capacidad que tienen las redes de distribución y que obliga a organizar los turnos de riego a lo largo de los colectores de distribución para evitar sobrepasar su capacidad y garantizar el riego en cada parcela con una presión suficiente (2,5 bar).

La apertura de los hidrantes en cada turno de riego se realiza desde el centro de control de cada sector, situado en la nave de la balsa desde la que se regula su abastecimiento.

Con la actuación proyectada, el suministro de agua a los sectores 1, 2 y 6 se realizaría directamente a través de la nueva conducción de transporte que se proyecta, la cual también transportaría el caudal requerido hacia las balsas 3, 4 y 5, que llega a estas balsas a través de los canales de margen izquierda (balsa 3) y derecha (balsas 4 y 5).

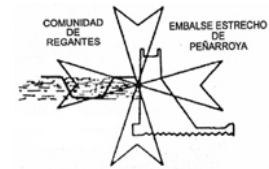


Los caudales punta máximos para los que debe estar dimensionada la nueva conducción de transporte lo determinan las capacidades de las redes de distribución de cada uno de los sectores. Estas capacidades son analizadas en el Anejo Nº 9 Cálculos hidráulicos y mecánicos de las conducciones, y se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 10. Caudales de diseño para la alimentación de los sectores de la zona regable de Peñarroya, en el escenario de velocidad máxima.

Balsa	Sector	Diámetro (mm)	Caudal (m ³ /s)	Caudal total (m ³ /s)
1	1	800	0.70	1,59
1	1	900	0.89	
2	2	800	0.70	2,22
2	2	800	0.70	
2	2	700	0.54	
2	6	500	0.27	
3	3	500	0.27	1,01
3	3	600	0.40	
3	3	500	0.27	
3	3	250	0.07	
4	4	500	0.27	1,70
4	4	900	0.89	
4	4	700	0.54	
5	5	800	0.70	1,44
5	5	800	0.70	
5	5	180	0.04	
Zona Regable				8,0

Por otro lado, el objetivo de la nueva conducción de transporte es reducir o evitar la necesidad de bombeo en cabecera de los sectores 1, 2 y 6 mediante la conexión hidráulica directa. Para ello, las pérdidas hidráulicas en las nuevas conducciones tienen que ser limitadas, con el fin de conseguir una eficiencia en el transporte superior al 90 % (pérdidas menores del 10% de la altura manométrica en condiciones estáticas en las parcelas de las balsas 1 y 2).



9.6. INGENIERÍA DE DISEÑO

A continuación, se presentan los criterios y metodología de diseño que han sido empleados para el dimensionamiento de cada uno de los tipos de elementos que constituye la obra que se proyecta.

9.6.1. Descripción del funcionamiento hidráulico del sistema

Se diseña una red de transporte de agua ramificada, que sustituirá en su funcionamiento al canal de Peñarroya, desde la presa de Peñarroya hasta la rápida que alimenta al canal de la margen izquierda y derecha. Esta red está compuesta de:

- Una **tubería principal**, que partiendo de la presa de Peñarroya, transporta el agua hasta el entorno de las balsas 1 y 2.
- Un **ramal hacia la balsa 1**, que termina la conexión del embalse de Peñarroya con la cabecera de las redes de distribución del sector 1 en el entorno de la balsa 1.
- Un **ramal hacia la balsa 2**, que termina la conexión del embalse de Peñarroya con la cabecera de las redes de distribución del sector 2 en el entorno de la balsa 2.
- Desde este ramal hacia la balsa 2 también se deriva una conducción para la alimentación de los canales de margen izquierda y derecha que suministran agua al resto de balsas y sectores (**derivación a canales**).

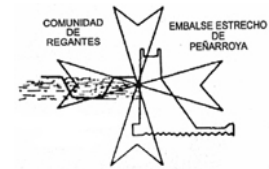
9.6.2. Diseño de conexión con las tomas de riego en presa

Se requiere la regulación de los dos conductos principales de toma de riego en la presa de Peñarroya. Esto se realiza fuera del cuerpo de presa, instalando en cada uno de los conductos dos válvulas de seccionamiento, una de guarda (aguas arriba) y otra se maniobra (agua abajo). El accionamiento de estas válvulas se realiza desde un nuevo edificio a pie de presa (de tomas de riego), a partir del cual da comienzo la conducción principal.

Para su ejecución se requiere actuar sobre las tomas de riego de presa, desinstalando las compuertas y sistema de accionamiento actuales y escudar temporalmente cada una de las embocaduras. Estas actuaciones y las fases para su realización se describen en el Anejo N° 10 Obras de toma de presa. La nueva edificación se dimensiona en el Anejo N° 13 de Cálculo de estructuras.

9.6.3. Dimensionamiento de las redes de transporte

El **dimensionamiento** de las nuevas redes de transporte parte de la selección de los diámetros para tramo de la red ramificada. Para ello se adopta como criterio limitar las pérdidas hidráulicas en el escenario de mayor consumo previsto, en coherencia con la finalidad de la obra de mejora de la eficiencia energética. Esto se desarrolla en el Anejo N°9 Cálculos hidráulicos y mecánicos.



El **trazado** en planta de las conducciones ha sido diseñado a través de un estudio de condicionantes y selección de alternativas, tal y como se ha presentado anteriormente, y cuyo detalle se encuentra recogido en el Anejo N° 6 Estudio de alternativas y solución adoptada. El trazado de la conducción principal queda muy condicionado en su mitad este (aguas arriba) por los condicionantes:

- ✓ Constructivos (derivados de la posibilidad de adoptar trazados curvos por la tubería aprovechando la desviación angular que admite el tipo de unión prevista).
- ✓ Altimétricos (transporte hidráulico a presión por gravedad, requiriendo evitar presiones negativas).
- ✓ Geotécnicos (minimizar excavación en roca y evitar la disposición de la tubería afectada o bajo el nivel freático).
- ✓ Arqueológicos (presencia de distintos restos de interés arqueológico catalogados).
- ✓ Medio ambientales (evitar afección a la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda).
- ✓ Propiedades e infraestructuras (compatibilidad con mantener el funcionamiento del canal de Peñarroya durante las obras y limitar los daños a los inmuebles).

Los condicionantes constructivos se analizan N°9 Cálculos hidráulicos y mecánicos.

El trazado en alzado ha buscado adaptarse a las condiciones orográficas de la zona para limitar las profundidades de excavación, definiendo puntos altos y bajos donde situar ventosas y desagües, con los siguientes criterios de diseño:

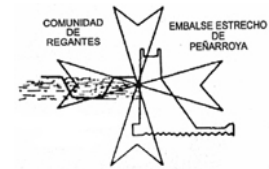
- La distancia recomendable entre ventosas (puntos altos) debe ser de entre 500 y 1500 metros, al tratarse conducción de transporte por gravedad.
- La pendiente de tubería se recomienda que sea de al menos 0,5 % cuando el agua vaya en dirección descendente y de 0,2 % en recorrido ascendente.
- La profundidad mínima de la rasante superior de la tubería debe quedar al menos a 1 metro de profundidad.
- Evitar que la conducción se vea afectada por el nivel freático del aluvial del río Guadiana, que afecta especialmente a los 2 primeros kilómetros de conducción.

El detalle del dimensionamiento en alzado se encuentra en el Anejo N°9 Cálculos hidráulicos y mecánicos.

9.6.4. Diseño de las conexiones con las balsas

Las conexiones con las balsas se refieren a las conexiones con el entorno de las cabeceras de las redes de distribución de riego hacia los sectores.

La conexión directa a la presa de Peñarroya tiene como objetivo principal aprovechar la energía hidráulica disponible en el embalse para reducir la necesidad de bombeo en los grupos asociados a las balsas. Con la actuación que se proyecta, la función de las balsas, como elementos previos de regulación,



carece de interés, dado que la regulación se realiza directamente desde el embalse de Peñarroya. Las balsas 1 y 2 quedarían como elementos de reserva de agua ante potenciales incidencias en la red de transporte.

Así mismo, en función del nivel de agua disponible en el embalse de Peñarroya, el caudal demandado para riego (que influye en las pérdidas hidráulicas) y la consigna de presión deseada en cabecera de la red de distribución de agua para riego, puede producirse tanto:

- a. Necesidad de bombeo adicional en los grupos de cabecera;
- b. la no necesidad de bombeo en los grupos de cabecera;
- c. como, no requiriendo bombeo, la necesidad de pérdida de carga para evitar excesivas presiones en cabecera de red de distribución de sectores.

Las actuaciones diseñadas en este proyecto para materializar la conexión directa de los grupos de bombeo situados en las balsas 1 y 2 con el embalse de Peñarroya y poder gestionar estas situaciones se describen de la siguiente forma:

- **Conexión** de la nueva tubería de transporte con las dos tuberías de **aducción existentes en cada balsa**, que conectan el fondo de las balsas con los grupos de bombeo. Estas conexiones deben permitir mediante conexión en T con válvulas a ambos lados permitir tanto:
 - la conexión directa de la aducción de las bombas,
 - el llenado de la balsa,
 - como el cierre de ambas posibilidades.
- **Conexión alternativa de bypass** al grupo de bombeo principal de cada balsa, conectando directamente la conducción de transporte desde presa con el colector de salida del grupo de bombeo principal en cada balsa
- Aguas arriba de esta conexión de bypass al grupo de bombeo, se sitúa un grupo de **válvulas reductoras de presión**, que tiene por finalidad la reducción de la presión que produce la conexión directa con presa, en caso de que se considere excesiva.

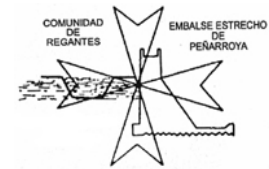
El diseño de cada uno de estos elementos se describe en el Anejo N° 11 Conexiones con derivación a canales, balsas y grupos de bombeo.

9.6.5. Diseño de la derivación a canales

La derivación a canales requiere la pérdida de carga hidráulica procedente del flujo en presión desde presa, previa a la entrada en el partidor existente al pie de la rápida, desde donde arrancan los canales de la margen derecha e izquierda.

Dada la importancia de mantener la posibilidad de realizar esta derivación, frente la circunstancia accidental de producirse averías temporales en las válvulas de accionamiento, se requiere una doble opción para realizar esta pérdida de carga:

- Mediante una válvula de chorro hueco, para producir la pérdida de carga a lo largo de la trayectoria aérea del chorro.



- Como segunda opción, mediante una válvula de pérdida de carga, de chorro múltiple, que regule el caudal de salida.

Agua abajo se requiere la construcción de un canal tranquilizador que conecte con el cuenco existente y el canal partidor hacia ambos canales.

El diseño de cada uno de estos elementos se describe en el Anejo N° 11 Conexiones con derivación a canales, balsas y grupos de bombeo.

La regulación de estas válvulas y de otros elementos de protección de la infraestructura requiere de la construcción de una nueva edificación de derivación de canales. Esta edificación se dimensiona en el Anejo N° 13 de Cálculo de estructuras.

9.6.6. Diseño de la protección anti - transitorios hidráulicos

La posibilidad de que se produzcan accidentalmente transitorios hidráulicos ha sido analizado en la nueva conducción suponiendo las hipótesis conservadoras de cierre súbito de las derivaciones en los extremos de la conducción de transporte. El análisis de los fenómenos transitorios se desarrolla en el Anejo N°9 Cálculos hidráulicos y mecánicos.

Para limitar sus efectos se han dimensionado un **volumen de calderín** junto al nuevo edificio de derivación de canales de 100.000 litros. Adicionalmente en las balsas 1 y 2 (extremos de la red de transporte) se han dimensionado sendas **válvulas de alivio** sobre las coronaciones.

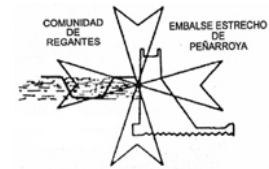
Con estos dispositivos (calderines + válvulas de alivio) se evita que se produzcan presiones negativas (por debajo de las atmosféricas) y se limitan las sobre-presiones máximas, que en las hipótesis más pesimistas son inferiores a 15 bar. Esta presión de **15 bar** se adopta como presión de diseño el conjunto de la red hidráulica y sus elementos, si bien cerca de la presa las presiones máximas van decreciendo.

9.6.7. Diseño mecánico de las conducciones

Por las garantías de funcionamiento que se buscan en el diseño y su durabilidad, el material seleccionado para la construcción de las conducciones es el acero helicosoldado, con uniones machihembradas soldadas de abocardado esférico (lo que aporta flexibilidad en la apartación a trazados curvos). El diseño mecánico de esta tipología de conducciones, al tratarse de tuberías con comportamiento flexible (por el diámetro de las mismas) se produce una colaboración entre la tubería y el suelo que la confina para resistir las solicitaciones.

Por las condiciones que se producen a lo largo de la traza de las conducciones, se dan cuatro tipos de soluciones:

1. Tubería instalada en zanja sobre suelos competentes, como situación más general.



2. Tubería instalada en zanja sobre suelos blandos, que se producen en un tramo donde se atraviesan terrenos con alto contenido en limos, requiriendo unos taludes más tendidos.
3. Tubería instalada bajo terraplén, para evitar que la tubería se vea afectada por el nivel freático del valle aluvial.
4. Tubería instalada en zanja excavada en roca.

Estas soluciones constructivas pueden verse sometidas a las siguientes solicitaciones:

- a) Tubería vacía.
- b) Tubería llena a presión máxima (15 bar).
- c) Tubería llena a presión máxima (15 bar) y trazado curvo de 180 metros de radio.

Para analizar el comportamiento del sistema tubería-relleno, con los materiales previstos de relleno, y muy especialmente la solución en terraplén, se ha efectuado el análisis de los comportamientos ante los escenarios de solicitaciones mediante un modelo de elementos finitos del conjunto. Esto ha permitido comprobar la respuesta del conjunto, limitando las deformaciones máximas de la tubería por debajo del 3% del diámetro.

El análisis mecánico se encuentra desarrollado en el Anejo N°9 Cálculos hidráulicos y mecánicos.

9.6.8. Diseño de ventosas

En el dimensionamiento de las ventosas trifuncionales (llenado, vaciado y purga) a instalar a lo largo de la red, adicionalmente a los criterios de localización tenidos en cuenta en el diseño del perfil longitudinal de las conducciones, se adoptan

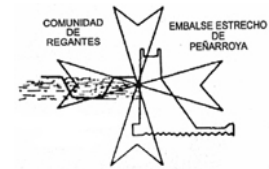
Para el dimensionamiento de las ventosas trifuncionales se han empleado las siguientes bases de diseño:

- El caudal de aire a purgar de modo continuado se estima como el 2% del caudal circulante de agua por la conducción. En este caso se adoptarán los caudales del escenario normal en cada tramo.
- Para calcular el caudal de aire a expulsar durante el llenado de la conducción se supone que la velocidad de llenado es de 0,3 m/s.
- Para calcular el caudal de aire a admitir durante el vaciado de la conducción se supone que la velocidad de vaciado es de 0,6 m/s.

Así mismo, siempre que por dimensionamiento se pueda suplir con elementos de menor tamaño, en lugar de uno de mayor tamaño, se preferirá disponer de 2 elementos con la misma función.

El dimensionamiento de las ventosas se ha efectuado en el Anejo N°9 Cálculos hidráulicos y mecánicos.

9.6.9. Diseño de macizos de anclaje



El diseño de los anclajes asociados a las piezas especiales se realiza sobre las siguientes bases de cálculo:

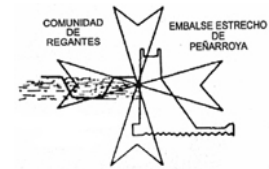
- Las solicitaciones que deben resistir los anclajes se calculan a través de la ley de conservación de movimiento para condiciones máximas de velocidad y presión.
- La velocidad máxima considerada para este diseño es de 4 m/s en los conductos de las tomas en presa, 32 m/s en la conducción alivio a balsas (en correspondencia con el cálculo de transitorio hidráulico) y 3 m/s en el resto, todas ellas por encima de los valores reales previstos.
- La presión máxima de diseño se fija en 15 bar (150 m.c.a.), superior a la máxima presión estimada en los escenarios de transitorio hidráulico.
- El ángulo de fricción entre hormigón y suelo es de 30º, aunque se emplea como valor de diseño 2/3 de éste, por lo tanto un ángulo de 20º. Esto produce un coeficiente de fricción de $\tan(20^\circ) = 0,36$.
- Se considera como densidad del hormigón 2,4 tn/m³, y del lado de la seguridad no se contabiliza el peso ni de la tubería ni del agua en su interior.
- Cuando se aprovecha el empuje de las tierras para comprobar la estabilidad del macizo, se supone un ángulo de rozamiento interno del suelo de 25º, lo que supone un coeficiente de empuje pasivo de $k_p = 2,4$ y de empuje activo de $k_a = 0,4$ sobre superficies verticales como se producen en los macizos de anclaje. Esto ambos empujes suceden en caras opuestas del macizo según hacia donde se produzca el pequeño desplazamiento, pero estos son de sentido contrario, se emplea como coeficiente de empuje neto $k = 2$. La densidad del suelo se supone de 1,8 tn/m³.

El dimensionamiento de los macizos de anclase se ha efectuado en el Anejo N°9 Cálculos hidráulicos y mecánicos.

9.6.10. Diseño de grupos de bombeos

Los grupos de bombeo existentes requieren ser modificados para adaptarse a las nuevas necesidades de incrementos de presión que pueden producirse tras la conexión directa con el embalse de Peñarroya.

Por economía de la solución, la adaptación de los mismos se efectúa mediante la **modificación del número de rodets** dispuestos en cada bomba de los sistemas de bombeo actuales (grupo bombas sumergibles multietapa situadas en pozos verticales en paralelo), para acomodarse a la menor necesidad de altura máxima de bombeo, y la **instalación de variadores de frecuencia**, para adaptarse a las necesidades concretas de altura de bombeo que en función del nivel de agua en el embalse de Peñarroya y las pérdidas de carga que se produzcan en la conducción de transporte. El diseño detallado de estas modificaciones se realiza en el Anejo N° 11 Conexiones con derivación a canales, balsas y grupos de bombeo.



9.6.11. Diseño del telecontrol

El sistema que se proyecta es un sistema de monitorización de la infraestructura hidráulica, que tiene por objetivo permitir realizar el seguimiento de la infraestructura de forma centralizada, desde los puestos de mando de las balsas 1 y 2.

El sistema monitoriza las variables hidráulicas más importantes, como son los caudales de entrada a la red de transporte, así como los de salida, la posición de los principales elementos de regulación, así como el perfil manométrico a lo largo de la red.

La transmisión de estas señales se proyecta mediante tecnología inalámbrica de RF, en la banda abierta de 868 Mhz, actuando cada RTU como repetidor de señal, de modo que se establezca una red de comunicación completa entre todos los nodos (network tipo Mesh), aun sin visión directa de algunos nodos con el Gateway.

El Gateway se sitúa en la balsa 2, donde se procede a la recepción de señales con una frecuencia minatural y almacenamiento automático en base de datos en CPU en la sala de control de la nave de la balsa.

El detalle de diseño del sistema de monitorización se efectúa en el Anejo Nº 14 Sistema de telecontrol.

10. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

A continuación, se describe el conjunto de las obras que define el presente proyecto para efectuar la Conexión Hidráulica Directa de las Redes de Riego de las Balsas 1 y 2 con el Embalse de Peñarroya.

10.1. DESCRIPCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO HIDRÁULICO DEL SISTEMA

El funcionamiento hidráulico del nuevo sistema de transporte de agua para riego desde el embalse de Peñarroya se describe de forma esquemática en la siguiente figura, con los siguientes elementos:

- Parte de una **nueva obra de regulación de las tomas de riego** en la presa de Peñarroya,
- que alimenta a la **conducción principal** de transporte de agua, que conduce el agua hasta el entorno de las balsas 1 y 2, y que al final de la misma se bifurca,
- en el **ramal hacia la balsa 1** (al norte),
- y el **ramal hacia la balsa 2** (al sur),
- del ramal hacia la balsa 2 parte una conducción para la **derivación hacia los canales** de riego de las márgenes izquierda y derecha.

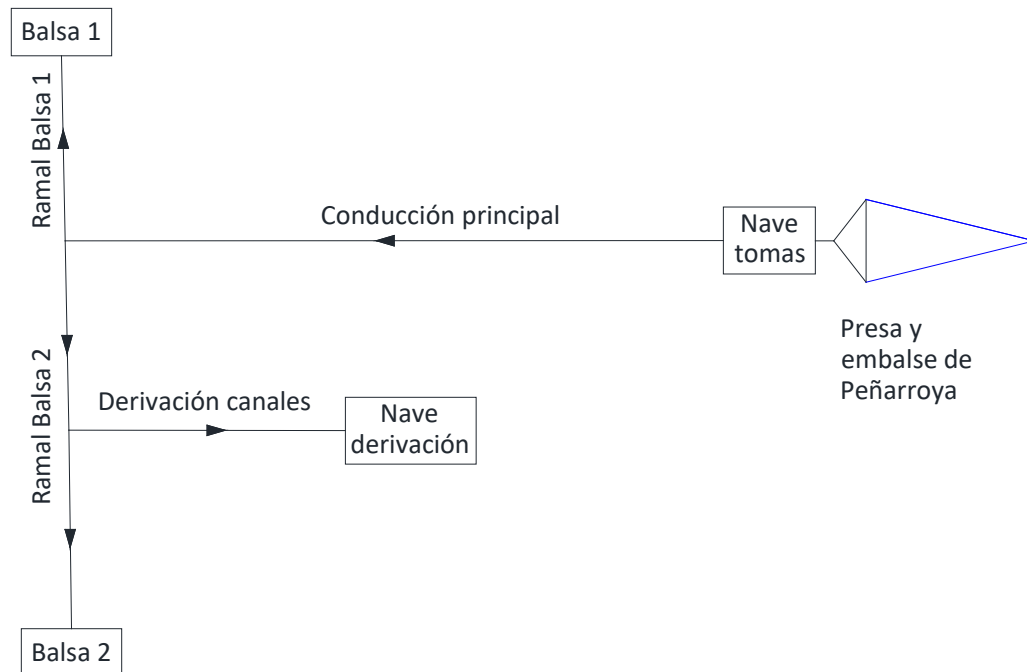
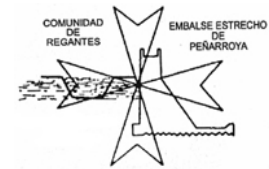


Figura 23.- Esquema de nueva red de transporte proyectada.

Esto permite abastecer de agua para riego a los tres puntos objetivo:

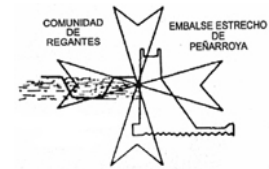
- La balsa 1 y las redes de riego que parten de ella (sector 1).
- La balsa 2 y las redes de riego que parten de ella (sectores 2 y 6).
- Los canales de margen izquierda y derecha que llevan agua a las balsas 3 y 4-5, respectivamente.

El funcionamiento hidráulico será con conducciones a presión, funcionando por gravedad.

Las balsas actualmente están compuestas por la balsa propiamente dicha (elemento de almacenamiento), un grupo de bombeo para cada sector y un equipo de filtrado para sector, a partir del cual comienza la red de distribución de agua para riego del sector.

Las nuevas conducciones proyectadas, en la llegada a cada una de las balsas están equipados con válvulas y elementos que permiten cada una de las operaciones que puede requerir el sistema:

- La conexión directa de los filtros con la nueva red de transporte desde el embalse, a través de la conexión bypass. Esto se producirá cuando la presión que proporciona la red de transporte en ese punto (función del nivel en el embalse y el caudal circulante) es adecuada para el funcionamiento de la red de distribución.
- La conexión de la aducción del grupo de bombeo con la nueva red de transporte desde el embalse. Esto se producirá cuando la presión proporciona la red de transporte en ese punto (función del nivel en



- el embalse y el caudal circulante) es inferior a la requerida para el funcionamiento de la red de distribución.
- La conexión a los filtros, previa reducción de presión. Esto se producirá cuando la presión proporciona la red de transporte en ese punto (función del nivel en el embalse y el caudal circulante) es superior a la requerida para el funcionamiento de la red de distribución.
 - La conexión directa a la balsa. Esto se producirá cuando se quiera proceder a su llenado.
 - La alimentación del grupo de bombeo desde la balsa, manteniendo cerrado la conexión directa con el embalse. Esto se producirá cuando no se quiera emplear la conexión directa para el riego.

Tras las actuaciones que se proyectan, la balsa quedará como un elemento de reserva, y no se prevé su uso ordinario, pudiendo ser empleada en situaciones extraordinarias, como pueden ser situaciones que por motivo de mantenimiento en la red de transporte a presión no se pueda hacer uso de estas nuevas conducciones temporalmente.

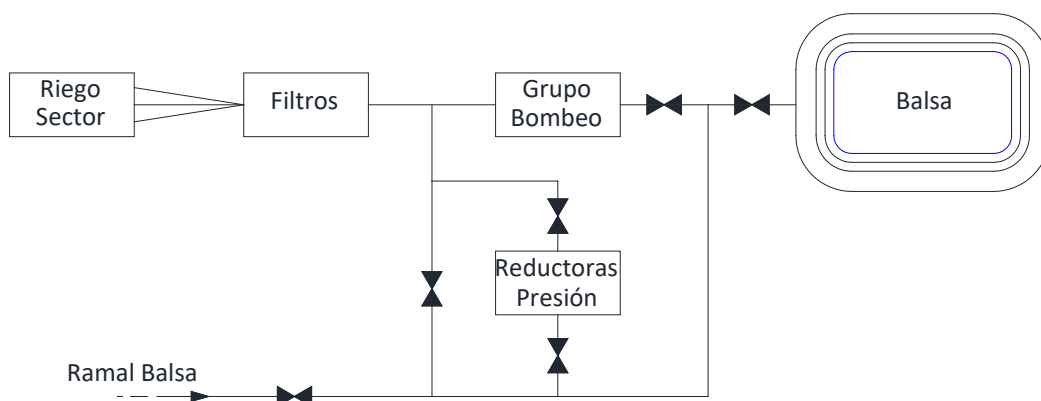
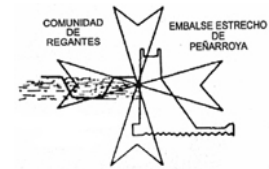


Figura 24.- Esquema de conexión en cada una de las balsas.

En la derivación a canales, se requiere la rotura de la carga hidráulica de la red de transporte, previamente a la incorporación de caudales al canal partidor existente, para lo cual se proyecta la instalación de una válvula Howell-Bunger y un nuevo canal tranquilizador que conectará con le cuenco y canal partidor existente.

Por otro lado, la nueva red de transporte de agua para riego, al tratarse de una conducción a presión, se puede ver afectada por fenómeno de transitorios hidráulicos, con riegos de sufrir sobrepresiones y presiones negativas que pudieran dañar la infraestructura. Para proteger la infraestructura de los transitorios hidráulicos que accidentalmente pudieran producirse, se proyecta la instalación los siguientes elementos de protección:



- ❖ Calderines de amortiguación de las ondas de presión, que serán instalados junto a la nave desde donde se regulará la derivación de caudales hacia los canales.
- ❖ Válvulas de alivio pilotadas, situadas en la coronación de las balsas 1 y 2.

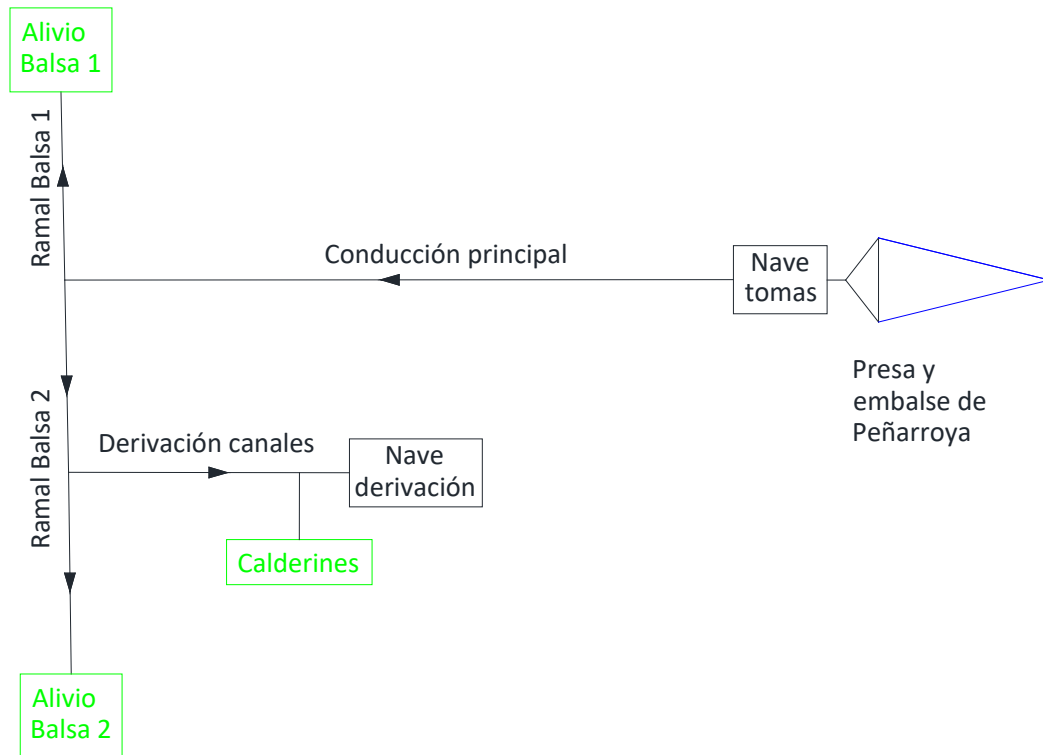


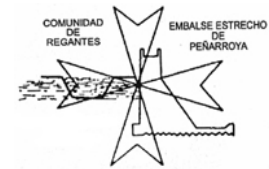
Figura 25.- Esquema de localización de los elementos de protección por transitorios hidráulicos.

A continuación, se detalla cada uno de los componentes del sistema proyectados.

10.2. OBRA DE TOMA

Las actuaciones sobre la presa de Peñarroya para conectar con las tomas de riego existentes son las siguientes:

- Retirada de las compuertas murales existentes, situadas en la embocadura de cada uno de los dos conductos de toma de riego, en el paramento aguas arriba de la presa, y de sus sistemas de accionamiento. La retirada requiere de trabajos subacuáticos, así como de trabajos especializados de corte de hormigón.
- Escudado de los conductos, mediante la adaptación a escudos de las compuertas murales existentes y su instalación temporal por equipo



subacuático. Para ello se prevé la instalación de pórtico con polipasto para su maniobra desde la coronación de presa.

- c. Conexionado con la nueva obra de regulación a pie de presa.
- d. Retirada de los escudos por equipo subacuático.
- e. Adecuación de la coronación de la presa cubriendo los huecos generados para introducción y retirada de los escudos.

En el pie de presa se proyecta la construcción de la regulación de estas tomas, compuerta de:

1. La extensión de los dos conductos de toma, de acero helicosoldado con diámetro de 126 cm, con nuevas tuberías de acero helicolado S-275 de DN 1200 mm y e=7,1 mm, que se conectan en un pantalón (pieza especial con código PE_PT_CP) con adaptación de diámetros hasta el inicio de la conducción principal en DN 2200 mm. Estos conductos conectan con una unión embridada.
2. Aguas arriba del pantalón, las extensiones de los dos conductos de toma son regulados, instalando en cada uno de ellos dos compuertas Bureau de 1000 mm de ancho y 1200 mm de alto, la primera actuando como compuerta de seguridad y la segunda como compuerta de maniobra.
3. El accionamiento de las compuertas tipo Bureau se realiza mediante grupo de presión oleo-hidráulico, instalado en el nuevo edificio proyectado de regulación de tomas de riego, de 8,3 x 9,0 m² de planta, a construir con estructura metálica y paneles prefabricados de hormigón, que se situará en pie de presa y se electrificará con conexión a cuadro actual en coronación de presa.
4. En el conducto de toma para riego derecha se proyecta una derivación en T hacia la tubería actual de acero helicosoldado de DN660 mm que alimenta el canal de Peñarroya.
5. La actual obra de alimentación del canal de Peñarroya debe ser modificada en su mitad izquierda, para dar cabida a la nueva conducción de transportes, amputando el brazo izquierdo de la obra de alimentación, que nunca ha estado en servicio, mediante demolición de los muros actuales y cierre con nuevo muro.
6. Tras la actuación, el entorno de pie de presa en la margen izquierda debe ser relleno hasta las cotas actuales, y repuesto el sistema de drenaje de la galería izquierda hasta el canal de Peñarroya.

En la unión entre los nuevos conductos proyectados de DN1200 y las tuberías actuales de salida de la presa, se instalar juntas de aislamiento para la protección catódica.

10.3. CONDUCCIÓN PRINCIPAL

La conducción principal se proyecta en tubería de acero al carbono S-275 JR helicSoldado de DN 2200 y $e=12,5$ mm, con uniones con aboradado esférico. La longitud de la conducción es de 5.315 m.

El perfil en alzado de la conducción requiere que para evitar que la tubería se vea afectada por el nivel freático del aluvial existan tramos donde se sitúe la tubería bajo terraplén próximo o anexo al camino de servicio del canal Peñarroya (ver plano 6.1.1). La sección tipo en la solución en terraplén es la que se presenta a continuación.

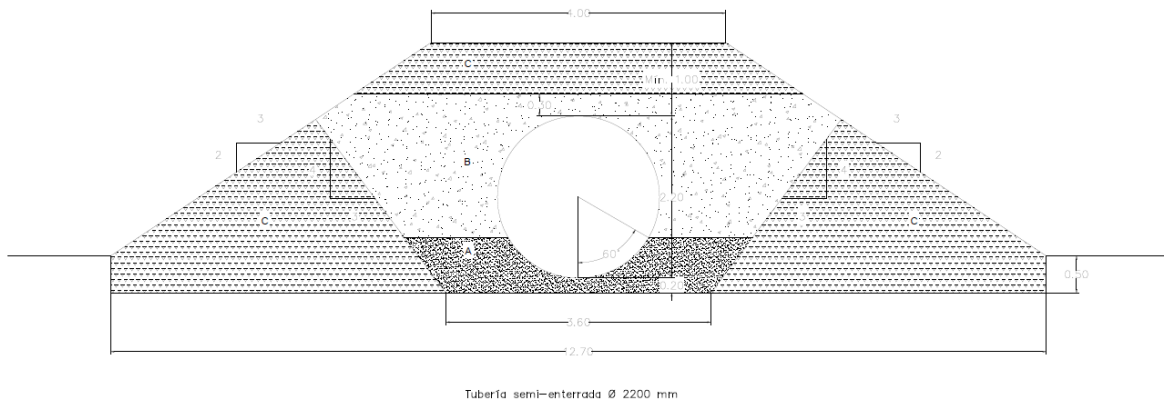


Figura 26.- Sección tipo en terraplén de la conducción principal.

donde:

- A) Cama de arena.
- B) Relleno de protección, suelo seleccionado o adecuado de TMA = 5 cm, compactación 95% del P.M..
- C) Relleno superior, suelo seleccionado o adecuado de TMA = 10 cm, compactación 95% del P.M..

La sección general en zanja es la que se muestra a continuación, con una cama de arena 20 cm de espesor bajo el tubo, y recubrimiento de tierras mínimo de 1 m.

A estas secciones tipo se suman dos tramos singulares:

- Un tramo excavado en roca, con taludes subverticales, manteniendo la anchura en la base y la disposición y características de las en capas.
- Un tramo excavado en suelos blandos, con taludes más tendidos 1/1, manteniendo la anchura en la base y la disposición y características de las en capas.

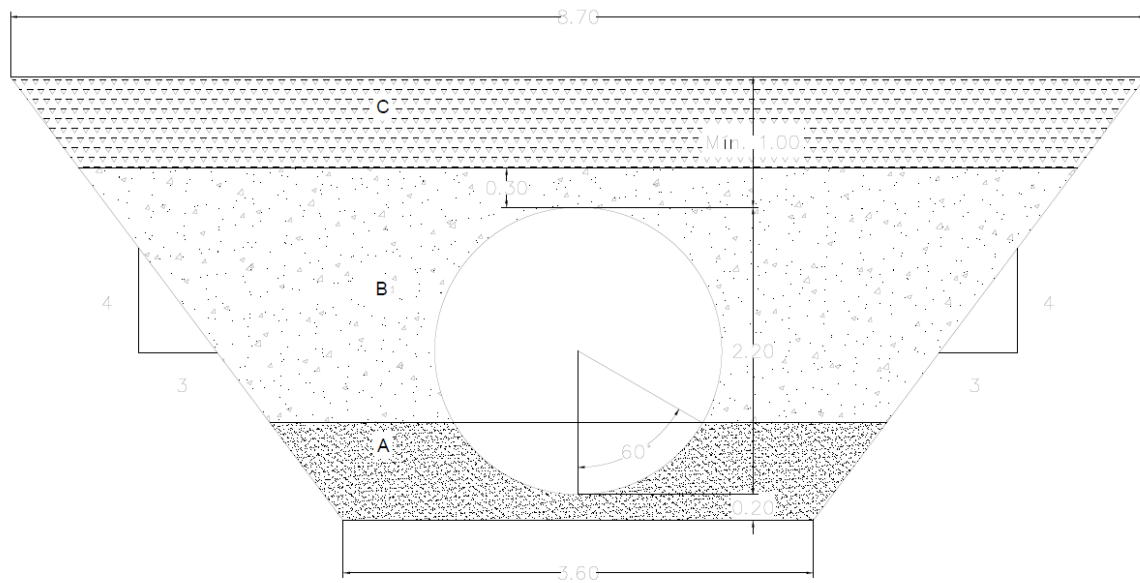


Figura 27.- Sección tipo en zanja de la conducción principal.

La conducción en planta presenta tramos curvos de radio de 300 y 180 metros, que pueden ser admitidos por el abocardado esférico (tramos de tubería de 13,5 m de longitud). Existe una pieza especial (con código PE_CV_CP), con radio de 90 metros, en tramo en terraplén, que se proyecta como pieza especial embutido en macizo de protección para asegurar su estabilidad. La ejecución de esta este tramo en curva se prevé empleando las uniones abocardadas, con tramos de tubo de 8 m de longitud.

Sobre esta conducción se proyecta la construcción de 9 cámaras de ventosas, 11 cámaras de desagüe, y 2 cámaras de seccionamiento.

La conducción principal termina con una pieza especial, donde se produce el desagüe final de la conducción y las derivaciones a derecha e izquierda hacia los ramales de la balsa 1 y 2, respectivamente. El final de la conducción se produce con una brida ciega, para permitir el acceso al interior de la conducción para labores de limpieza y mantenimiento. Las aguas de salida de este último desagüe se canalizan hacia el río Guadiana mediante una nueva cuneta de desagüe, que discurre paralela al camino de servicio del canal de la margen derecha.

El proyecto contempla en esta zona, como medida de renaturalización, la demolición de las antiguas acequias (actualmente fuera de servicio) y la reforestación de las zonas no productivas.

Los residuos de la demolición serán empleados como relleno y estabilización de la coronación del terraplén de cobertura de la conducción. Así mismo, la escollera procedente de la excavación en roca será empleada para proteger el talud norte del tramo en escollera ante posibles crecidas del río Guadiana.

El tramo en terraplén intercepta la vía de desagüe de 5 obras de drenaje transversal situadas bajo el canal de Peñarroya en esa zona. Para su continuidad se proyecta la construcción de sendos sifones bajo la sección de la conducción principal. Para ahondar en la naturalización de la zona, aguas arriba de 4 de estos

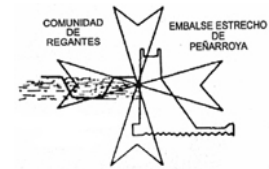
sifones se proyecta la construcción de charcas para anfibios en zona no productiva, que recibirán agua por la escorrentía natural.

La actuación tiene como servicios afectados en la zona el cruce bajo canales, caminos y vías de servicio y vías pecuarias. Así mismo se produce el cruce bajo el cauce de la vertiente de Navazos. También se producen afecciones a conducciones de la red de distribución de agua para riego del sector 6 de la Comunidad de Regantes. También es previsible el cruce con alguna línea soterrada de baja tensión.

Así mismo, la actuación prevé la ocupación de parcelas agrícolas, equipadas con sistemas de riego, que deberán ser adaptados temporalmente durante la ejecución de la obra (para mantener el riego en la zona no ocupada) y repuesto posteriormente. Del mismo modo se procederá con los soportes agrícolas de espalderas que se vean afectados.



Figura 28.-Ejemplo de charca para anfibio y sifón bajo conducción principal, dando continuidad a la obra de drenaje transversal bajo el canal de Peñarroya.



10.4. RAMAL A BALSA 1

La conducción del ramal a balsa 1 se proyecta en tubería de acero al carbono S-275 JR helicoidado de DN 1200 y $e=7,1$ mm, con uniones con abocardado esférico. La longitud de la conducción es de 681,5 m.

La conducción se instala totalmente en zanja enterrada, con la sección tipo general.

En planta la conducción presenta una curva suave, conseguida con las uniones abocardadas, y 3 curvas de radio 12 metros, fabricadas como piezas especiales de calderería y estabilizadas con macizo de anclaje (PE_CV_RB1, PE_CV_RB2 y PE_CV_RB3).

A lo largo de la traza se disponen 2 cámaras de ventosas de aireación, y dos cámaras de desagüe. Así mismo, al inicio de la conducción se dispone una cámara equipada con válvula de seccionamiento y desagüe.

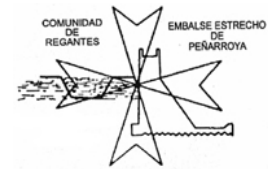
La conducción cruza bajo el río Guadiana, manteniéndose su generatriz superior a una profundidad de al menos 1,5 m del fondo y protegida con hormigón. Adicionalmente, la conducción cruza bajo la carretera autonómica CM-3115. Este cruce se proyecta para su ejecución mediante hincas de tubería de acero helicoidado de DN1500 mm. Junto a la carretera, la nueva conducción afecta al canal de la margen derecha, que discurre paralelo a la ctra. en ese tramo. Se proyecta el cruce aéreo de la tubería sobre el canal, si bien el canal deberá ser demolido en esa zona para poder ejecutar la obra, y de posteriormente reconstruido.

Dada proximidad entre los cruces bajo el río Guadiana (DPH), la ctra. DM-3.115 y el canal de riego, en lugar de instalar válvulas de seccionamiento a cada lado de estos servicios afectados, se proyecta una válvula de corte antes del cruce bajo el Guadiana, y la segunda tras el cruce del canal de riego, con sus respectivas cámaras (C_RB1 y C_RB2).

Al igual que en la conducción principal, la actuación prevé la ocupación de parcelas agrícolas durante la construcción de esta conducción, las cuales están equipadas con sistemas de riego, que deberán ser adaptados temporalmente durante la ejecución de la obra (para mantener el riego en la zona no ocupada) y repuesto posteriormente. Del mismo modo se procederá con los soportes agrícolas de espalderas que se vean afectados.

10.5. RAMAL A BALSA 2

La conducción del ramal a balsa 2 se proyecta en dos tramos diferenciados por sus diámetros. Un primer tramo en tubería de acero al carbono S-275 JR helicoidado de DN 1800 y $e=10$ mm, con uniones con abocardado esférico, de 116,8 m de longitud, que llegaría hasta el punto desde donde arranca la conducción para la derivación a canales del agua de riego. A partir de este punto, la conducción reduce su diámetro a DN1400, con tubería de acero al carbono S-275 JR helicoidado y $e=8$ mm, con uniones con abocardado esférico, con una longitud adicional de 109,6 m.



La conducción se instala totalmente en zanja enterrada, con la sección tipo general.

En planta la conducción presenta una curva de radio 14 metros, fabricada como pieza especial de calderería y estabilizada con macizo de anclaje (PE_CV_B2).

El punto de cambio de diámetro se equipa con ventosa de aireación y con válvulas de seccionamiento con cámaras de desagüe en el inicio de las conducciones de DN1400 y DN1500.

10.6. CONDUCCIÓN A DERIVACIÓN A CANALES

La conducción de derivación de canales se proyecta en tubería de acero al carbono S-275 JR helicosoldado de DN 1500 y e=8,8 mm, con uniones con abordado esférico. La longitud de la conducción es de 51,7 m.

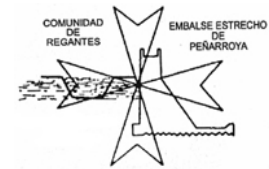
En su corto trazado, la tubería confronta con el canal de margen izquierda, con un cruce al mismo nivel, que para evitar la instalación de cambios bruscos de dirección en la conducción para salvarlo, se resuelve mediante la sustitución del canal en esa zona por un sifón que pasa bajo la tubería, sobre la que se repone el camino de servicio existente, no siendo necesaria la reconstrucción del puente existente sobre el canal.

Aguas abajo de este cruce, la tubería emerge en superficie, proyectándose su protección con hormigón en todo el tramo emergido hasta alcanzar la nave de derivación a canales.

10.7. Balsa 1

Las obras proyectadas en el entorno de la balsa 1 se compone de cuatro actuaciones principales:

- 1) La conexión del ramal de la balsa 1 con las 2 tuberías de salida de la balsa 1 y aducción del grupo de bombeo, de acero al carbono de DN1000. Para ello se proyecta la construcción mediante micropilotes de cuatro cámaras en el pie de la balsa, dos cámaras para cada tubería. En cada cámara se instalará una válvula de seccionamiento y las juntas de aislamiento para la protección catódica. Entre las cámaras se proyecta la construcción de un macizo de anclaje que confina la calderería de conexión con estos dos conductos terminados en piezas en T.
- 2) Junto a esta conexión se proyecta una tubería de alivio de acero al carbono R-275 JR helicosoldado de DN600 mm y e=5mm, que discurre instalada en zanja a ras sobre el paramento de la balsa, y protegida con hormigón, y llega a coronación de la misma, donde se sitúa un macizo de anclaje. La conducción termina con una ventosa trifuncional y una válvula de alivio pilotado, de DN300 mm, con cierre progresivo retardado.
- 3) Como alternativa a la conexión a la aducción del grupo de bombeo, se proyecta una cámara bypass-reductoras, que conecta con el colector de salida de las bombas. Esta conducción de bypass es de acero al carbono



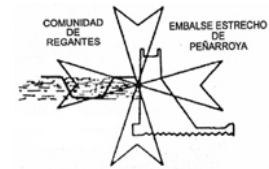
R-275 JR helicoidado de DN1000 mm y e=6,3mm, equipada con ventosa y válvula de seccionamiento. En paralelo a la conducción bypass se sitúan dos reductoras de presión pilotadas, de DN600 y DN250, equipadas con filtro colador del mismo diámetro y válvulas de seccionamiento.

- 4) Por otro lado, el grupo de presión del sector 1 será adaptado a las nuevas condiciones de operación, modificando las válvulas existentes para reducir la presión máxima producida, mediante la retirada de 1 rodete en 12 de las bombas, y la instalación de 15 variadores de frecuencia, lo que permitirá proporcionar bajos incremento de presión, como ocasionalmente pueden ser requeridos para el funcionamiento de la red de riego. Adicionalmente, la nave de la balsa 1 será ampliada, anexándole un espacio en su parte trasera para contener el conjunto de variadores de frecuencia. Esta nueva sala será convenientemente climatizada para mejorar el rendimiento de los variadores de frecuencia.

10.8. BALSA 2

De forma similar, las obras proyectadas en el entorno de la balsa 2 se compone de cuatro actuaciones principales:

- 1) La conexión del ramal de la balsa 2 con las 2 tuberías de salida de la balsa 1 y aducción del grupo de bombeo, de acero al carbono de DN1000. Para ello se proyecta la construcción mediante micropilotes de cuatro cámaras en el pie de la balsa, dos cámaras para cada tubería. En cada cámara se instalará una válvula de seccionamiento y las juntas de aislamiento para la protección catódica. Entre las cámaras se proyecta la construcción de un macizo de anclaje que confina la calderería de conexión con estos dos conductos terminados en piezas en T.
- 2) Junto a esta conexión se proyecta una tubería de alivio de acero al carbono R-275 JR helicoidado de DN600 mm y e=5mm, que discurre instalada en zanja a ras sobre el paramento de la balsa, y protegida con hormigón, y llega a coronación de la misma, donde se sitúa un macizo de anclaje. La conducción termina con una ventosa trifuncional y una válvula de alivio pilotado, de DN300 mm, con cierre progresivo retardado.
- 3) Como alternativa a la conexión a la aducción del grupo de bombeo, se proyecta una cámara bypass-reductoras, que conecta con el colector de salida de las bombas. Esta conducción de bypass es de acero al carbono R-275 JR helicoidado de DN1000 mm y e=6,3mm, equipada con ventosa y válvula de seccionamiento. En paralelo a la conducción bypass se sitúan dos reductoras de presión pilotadas, de DN600 y DN250, equipadas con filtro colador del mismo diámetro y válvulas de seccionamiento.
- 4) Por otro lado, el grupo de presión del sector 2 será adaptado a las nuevas condiciones de operación, modificando las válvulas existentes para reducir la presión máxima producida, mediante la retirada de 1 rodete en 2 de las bombas, y la instalación de 15 variadores de frecuencia, lo que permitirá proporcionar bajos incremento de presión, como



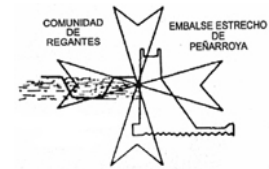
ocasionalmente pueden ser requeridos para el funcionamiento de la red de riego. Para la adaptación del grupo de bombeo del sector 6 se procederá a la retirada de 1 rodete en las 4 bombas y a instalación de 2 nuevos variadores de frecuencia. Adicionalmente, la nave de la balsa 2 será ampliada, anexándole un espacio en su parte trasera para contener el conjunto de variadores de frecuencia. Esta nueva sala será convenientemente climatizada para mejorar el rendimiento de los variadores de frecuencia.

10.9. DERIVACIÓN A CANALES

A partir de la conducción de DN1500 del mismo nombre, se proyecta su trifurcación hacia las siguientes terminaciones:

- ✓ Salida hacia válvula Howell-Bunger o de chorro hueco, de DN 600 mm, con concentrador de flujo para limitar la apertura del cono que se produce a la salida, y que la salida se produzca íntegramente sobre el canal de tranquilización previo a la entrada en el partidor.
La conexión hacia esta válvula se realiza con una tubería de acero al carbono R-275 JR helicosoldado de DN800 mm y e=5mm, de 17,7 m de longitud, que discurre protegida con hormigón.
El nuevo canal tranquilizador situado aguas abajo tiene una longitud de 44,6 metros, con una anchura de 4 metros y profundidad de 2,5 metros, situándose en los primeros 25 metros un recrecido en el muro exterior de 1 metros adicional de altura. Durante los 12 primeros metros tiene una planta troncocónica que parte de una anchura interior de 2 metros, hasta alcanza los 4 metros. En su tramo final el canal gana profundidad en 1,4 metros, formando un foso similar al del canal partidor con el que conecta y ganando en anchura hasta los 6,5 metros. La conexión con el canal partidor se realiza de modo lateral en una anchura de 6 metros.
- ✓ Como salida alternativa, se dispone de una válvula de chorro múltiple, con DN 1000 mm, que se sitúa al finalizar la tubería de DN1500 mediante una piza de calderería reductora de diámetro, para regular el caudal de salida, complementada con un codo a la salida de 90º para el vertido del flujo hacia el fondo del canal de salida. Este canal conecta con el canal tranquilizador anexo durante su tramo en planta troncocónica.
- ✓ Adicionalmente a estas salidas, se produce la derivación hacia dos calderines de 50.000 litros cada uno de ellos, conectados mediante una tubería de acero al carbono R-275 JR helicosoldado de DN900 mm y e=5,4mm.

Junto al canal de tranquilización, y albergando la válvula de chorro múltiple, se proyecta la construcción de una nave de 8,3x9 m² de planta. Esta nave está equipada con puente grúa de 8 tn, y albergará en su interior los sistemas de accionamiento de la válvula Howell-Bunger (oleohidráulico), la válvula de chorro múltiples (eléctrico), el grupo de presión de los calderines, así como el sistema de control de la protección catódica de la nueva conducción de transporte.



La zanja con los ánodos de sacrificio del sistema de protección catódica se proyecta dispuesta junto a este edificio de derivación a canales.

Se proyecta la electrificación de este nuevo edificio desde el centro de transformación localizado en la nave de la balsa 2.

La terminación de esta conducción se estabiliza con un macizo de anclaje que recoge la cimentación de la nueva nave y los calderines.

La localización de estas obras de derivación de canales se sitúa en terrenos de patrimonio del estado, donde actualmente se localiza la antigua casa del guarda del canal de Peñarroya, actualmente en ruinas. El proyecto contempla su demolición, y reutilización de los residuos inertes no metálicos como capa de protección del terraplén de cubrición de la conducción principal.

En el entorno de las actuaciones la parcela será nivelada para facilitar su drenaje, y cerrada mediante un vallado perimetral.

10.10. TELECONTROL

El conjunto de instrumentación y equipos de comunicación que constituye el sistema de monitorización de la conducción de transporte se resume en la siguiente tabla. La transmisión se realiza vía RF, con una arquitectura de comunicación tipo mesh, con alcance mínimo de 6 km, con la finalidad de proporcionar redundancia en los posibles itinerarios de comunicación.

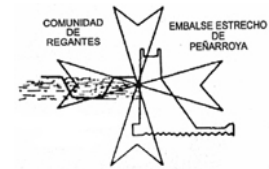
Tabla 11.- Resumen de instrumentación a instalar

Localización	Trans. presión	Caudal tiempo tránsito	Caudal electromag.	Apertura laser	Final carrera	Apertura encoder	RTU	RTU autónoma	Gateway
Nave tomas	1	1 (DN2200)		4	8		1		
C_CP_1	2							1	
C_CP_2	2							1	
CD_B1	2							1	
By-Pass B1	2		1 (DN1200)				1		
Cam. D. RB2	3							1	
By-Pass B2	2		1 (DN1400)				1		1
Nave der. canales			1 (DN1500)		2	2	1		

Actualmente existe un sistema de telecontrol (HidraloT de Hidralab). El sistema de telecontrol a instalar será totalmente compatible con el actual, sin necesidad de añadir equipos que no estén integrados en el actual proyecto.

Dada su implantación y comprobado funcionamiento, el sistema de comunicación que se prevé para este proyecto es el mismo que el existente.

El sistema de telecontrol y automatización del proyecto se deberá de implementar en el Scada existente, y, por lo tanto, se deberá de contar con las licencias necesarias del mismo para el desarrollo y programación de la monitorización remota de los elementos de control descritos en el anejo nº 14 Sistema de telecontrol.



10.11. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Existen 4 instalaciones eléctricas a ejecutar, todas ellas en baja tensión.

- **Nave de toma de agua a pie de presa.**
Para dotar de alumbrado, tomas de corriente, alimentación a válvulas y puente grúa, se realiza una instalación de 44300 W. Este subcuadro se alimenta a partir del cuadro de coronación.
- **Nave de regulación de caudales.**
Para dotar de alumbrado, tomas de corriente, alimentación a válvulas, transformador para equipos informáticos y compresor y puente grúa se realiza una instalación de 45050 W. Este subcuadro se alimenta a partir del cuadro de la balsa 2.
- **Cuadro general de balsa 1.**
Se instalarán protecciones para los grupos de bombeo con variador de frecuencia y equipos de refrigeración. Además, se instalará un nuevo transformador para proteger los equipos informáticos.
- **Cuadro general de balsa 2.**
Se instalarán protecciones para los grupos de bombeo con variador de frecuencia y equipos de refrigeración. Además, se adaptará este cuadro para la alimentación del nuevo subcuadro en el edificio de regulación de caudales.

Todos los cuadros deben de contar con las protecciones adecuadas para las personas y para la propia instalación. Estas actuaciones se detallan en el Anejo 27 Cálculos Eléctricos en Baja Tensión.

11. MARCO NORMATIVO

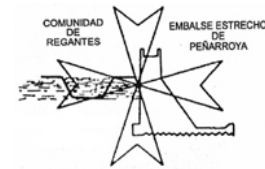
En el Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se detalla la legislación y normativa a cumplir durante el proyecto.

12. SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento con el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre, el presente Proyecto debe contar, como parte de la documentación técnica necesaria, con un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Este Estudio de Seguridad y Salud, incluido en el Documento N.º 5 “Estudio de Seguridad y Salud”, establece durante la ejecución de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento en las instalaciones perceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Por lo tanto, las indicaciones reflejadas en el citado estudio servirán para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real



Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas.

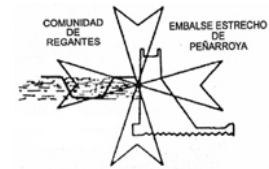
13. CALIFICACIÓN AMBIENTAL

La gestión ambiental del Proyecto cumple con la legislación vigente en materia de Protección Ambiental, siendo ésta en el momento de su tramitación la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental y el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Para ello se ha redactado la correspondiente Documentación Ambiental, donde se recogen todos los posibles impactos que pueden surgir durante la ejecución de los trabajos y también durante la explotación de las instalaciones y las medidas a realizar para evitar o reducir su impacto. En el Anejo N° 25 se recoge la Documentación Ambiental relativa a este proyecto, y donde se concluye que el “Proyecto de conexión hidráulica directa de las redes de riego de las balsas 1 y 2 con el embalse de Peñarroya (Ciudad Real)” no se integra en los supuestos recogidos en los Anexo I y II de la citada ley 21/2013, conforme a la modificación establecida en el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio.

Así mismo, aun cuando el trazado de la conducción cruza Hábitats de Interés Comunitario (HIC), así como la Zona Núcleo de la Reserva de la Biosfera de la Mancha Húmeda (RBMH), y resulta colindante con la ZEC Lagunas de Ruidera (ES4210017) y el Humedal Lagunas de Ruidera, incluido en la Lista RAMSAR, el proyecto no produce efectos adversos apreciables, refrendado por el Certificado de No Afección a Red Natura 2000, emitido por la Dirección General de Medio Natural y Biodiversidad de la Junta de Comunidad de Castilla-La Mancha, organismo competente en la gestión de estos espacios. De modo que tampoco son de aplicación los supuestos del apartado B del Anexo III de dicho RD 445/2023.

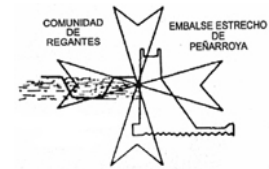
En base a lo anterior y el certificado de No Afección a Red Natura 2000, se encuentra justificado que este proyecto quede EXENTO de someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental. Lo anterior se afirma sin perjuicio de lo que dispongan las Administraciones competentes en su informe sobre el mismo, y en particular en este caso, el órgano sustantivo.

Dentro de este proyecto se han incluido las condiciones fijadas como medidas ambientales compensatorias por la D.G. de Medio Natural y Biodiversidad de la JCCM (no afección a los pies de encina, revegetación del trazado y reforestación de las márgenes del río Guadiana). Así mismo, y en relación con la condición fijada por la D.G. de Economía Circular, se incluye en este proyecto la demolición y reciclado de la antigua acequia que abastecía de agua de riego al sector 6 (infraestructura hoy en desuso), próxima al trazado de la nueva conducción, y la renaturalización del entorno. En el caso del canal de Peñarroya, se prevé su uso eventual, complementando la nueva conducción en periodos de mantenimiento o cuando no se requiera el abastecimiento de las balsas 1 y 2, pero sí el del resto de balsas.



La documentación ambiental recoge el análisis cualitativo y cuantitativo de los impactos del proyecto, a partir de información detallada recogida en campo, habiéndose analizado minuciosamente todos los potenciales impactos, mayoritariamente presentes durante la fase de construcción, y para los que se adoptan medidas preventivas y correctoras. Los impactos persistentes son de carácter positivo, dado que la actuación incluye la renaturalización de las zonas aledañas al trazado de la nueva conducción, cuando discurre por terrenos no productivos afectados por infraestructuras previas, como es la acequia de riego que será demolida (y cuyos residuos serán reutilizados), situándose la nueva conducción de forma enterrada, reforestando el entorno con especies autóctonas y creando charcas de refugio para anfibios, entre otras medidas de renaturalización que incluye el proyecto, así como medidas de formación en buenas prácticas en la actividad del riego. Siendo por ello el impacto residual marcadamente positivo.

Así mismo, para garantizar el cumplimiento del conjunto de medidas preventivas y correctoras, y de las medidas compensatorias ordinarias se ha definido el Plan de Seguimiento y Vigilancia Ambiental, cuyas especificaciones se encuentran en la documentación ambiental.



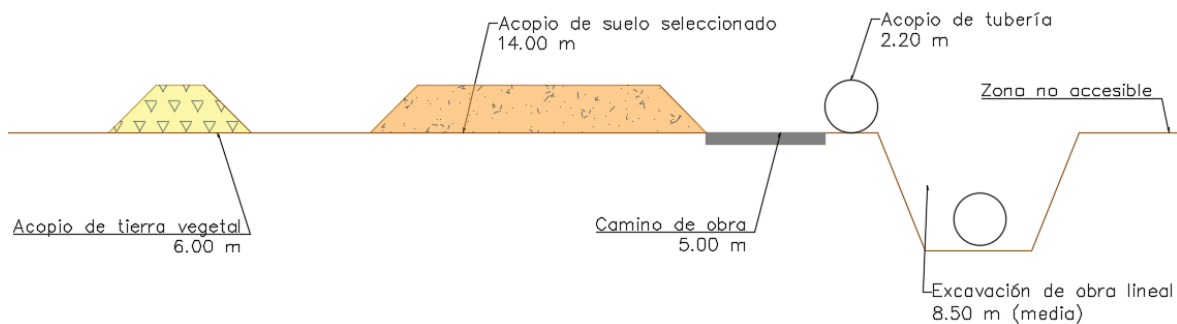
14. OCUPACIONES PERMANENTES, OCUPACIONES TEMPORALES Y SERVIDUMBRES

Por la envergadura de las actuaciones planteadas en el presente Proyecto y la disposición de las parcelas, se producirán una serie de afecciones u ocupaciones, debidas a la construcción de infraestructuras como las navees en las Balsas de Regulación, así como al trazado de las tuberías que conllevarán una imposición de servidumbres.

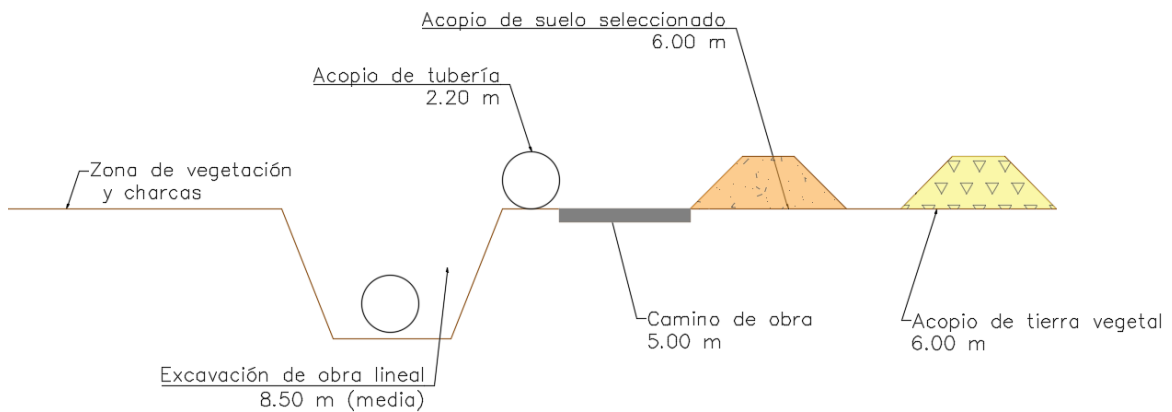
En la fase de ejecución de las obras puede ser necesario recurrir a expedientes de expropiación forzosa para algunas de las parcelas afectadas. Por este motivo, se detallan en el Anejo 17 “Expropiaciones y Servidumbres” las parcelas catastrales que se van a ver afectadas por esta ocupación permanente y la superficie afectada.

Las anchuras de trabajo establecidas dependerán de la zona donde se encuentre. Se han establecido 5 tipos de sección distintos que se detallan en el Anejo 19. “Acceso a tajos, zonas de acopio y desvío de tráfico” y se muestran a continuación:

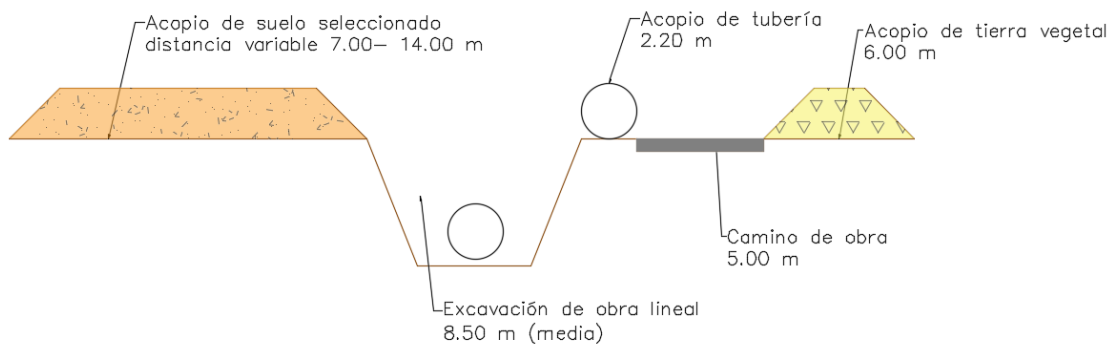
- **Sección tipo 1**



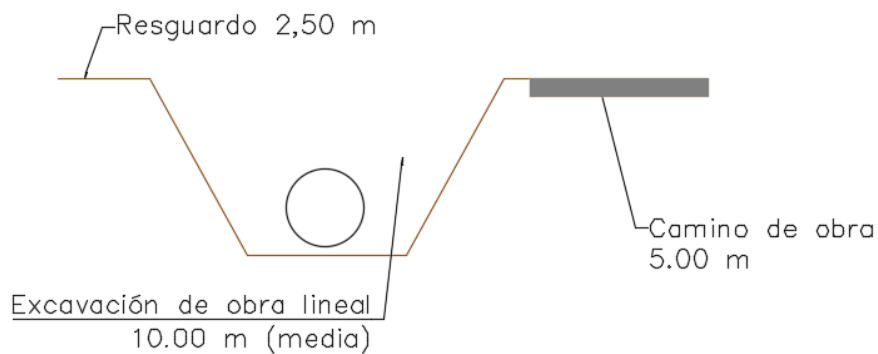
- **Sección tipo 2**



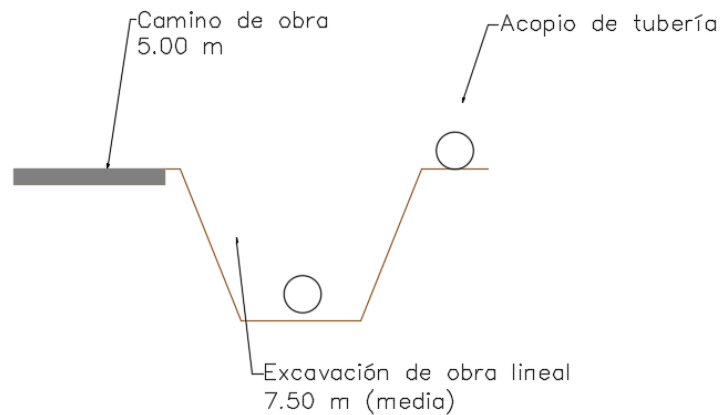
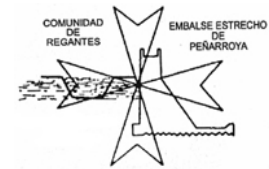
- **Sección tipo 3**



- **Sección tipo 4**



- **Sección tipo 5**



15. SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS

Se deberá proceder a la solicitud de los permisos y licencias correspondientes a los siguientes organismos y entidades para la ejecución de las obras:

- Confederación Hidrográfica del Guadiana (Canales de Riego y Río Guadiana)
- Consejería de Fomento de la Delegación Provincial de Ciudad Real (Carretera CM-3115)
- Consejería de Desarrollo Sostenible de Ciudad Real (Vías Pecuarias)

Para la redacción del presente proyecto se han realizado las consultas pertinentes ante los organismos y entidades responsables, tendentes a conocer de antemano las condiciones generales y particulares para la ejecución de las obras previstas, para su consideración en esta fase de diseño.

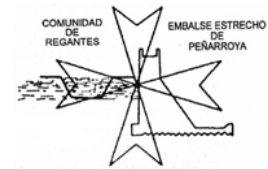
En el Anejo 18 “Servicios Afectados, Reposiciones, Permisos y Licencias”, se especifican y describen los cruces previstos en los que se ha solicitado permisos.

16. GESTIÓN DE RESIDUOS

Cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición, y demás normativa aplicable. En el Anejo 20 “Gestión de Residuos” se detallan los aspectos a tener en cuenta.

17. PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

La clasificación que se propone para el contratista para esta tipología de obra y según el Real Decreto 773/2015 de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las



Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, es:

- Grupo: E
- Subgrupo: 6
- Categoría: 6

18. REVISIÓN DE PRECIOS

En relación a la revisión de precios será preceptivo lo estipulado en el PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS DE LA LICITACIÓN DEL PROYECTO Y EL CONTRATO DE EJECUCION DE LAS OBRAS.

19. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS Y PERIODO DE GARANTÍA

La duración total de las obras se ha estimado en 18 meses, incluida la puesta en marcha. La programación de las obras se detalla en el Anejo 15. “Programa de Ejecución de Obras”, siendo el resumen del mismo el cronograma que se presenta en dicho anejo.

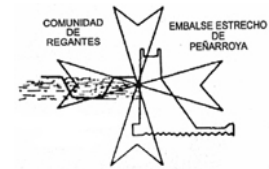
El plazo de garantía de las obras será de 2 años, sin perjuicio de lo contemplado en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

20. CONTROL DE CALIDAD

En cuanto al control de calidad, en el Anejo 21. “Control de Calidad” se detallan los ensayos que se deberán llevar a cabo en la ejecución de las obras, así como su frecuencia de muestreo. Estos ensayos son los mínimos necesarios que deberá realizar el Contratista, con independencia de los estipulado posteriormente en su Plan de Aseguramiento de la Calidad de Obra (PAC).

21. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

El presente proyecto constituye una obra completa, entendiéndose por tal la susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, exigido según el artículo 125 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas. sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente pueden ser objeto, y comprender todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de la obra.



22. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE PROYECTO

DOCUMENTO 1. MEMORIA

ANEJO 01. LISTADO DE PARCELAS Y SUPERFICIE AFECTADA

ANEJO 02. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA. FICHA TÉCNICA

ANEJO 03. ESTUDIO AGRONÓMICO

ANEJO 04. DATOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. REPLANTEO

ANEJO 05. ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

ANEJO 06. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

ANEJO 07. ESTUDIO GEOTÉCNICO

ANEJO 08. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA PARA RIEGO

ANEJO 09. CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y MECÁNICOS DE LAS CONDUCCIONES

ANEJO 10. OBRA DE TOMA EN PRESA

ANEJO 11. CONEXIONES CON DERIVACIÓN A CANALES, BALSAS Y GRUPOS DE BOMBEO

ANEJO 12. ACTUACIONES EN BALSAS

ANEJO 13. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

ANEJO 14. SISTEMA DE TELECONTROL

ANEJO 15. PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

ANEJO 16. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

ANEJO 17. EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES

ANEJO 18. SERVICIOS AFECTADOS, REPOSICIONES, PERMISOS Y LICENCIAS

ANEJO 19. ACCESO A TAJOS, ZONAS DE ACOPIO Y DESVIO DE TRÁFICO

ANEJO 20. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

ANEJO 21. CONTROL DE CALIDAD

ANEJO 22. PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES

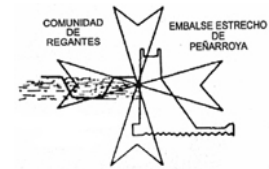
ANEJO 23. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

ANEJO 24. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

ANEJO 25. DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL

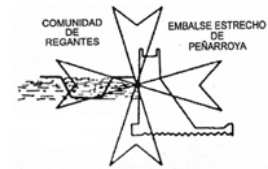
ANEJO 26. INTEGRACIÓN EN EL PRTR

ANEJO 27. CÁLCULOS ELÉCTRICOS BAJA TENSIÓN

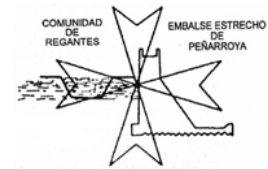


DOCUMENTO 2. PLANOS

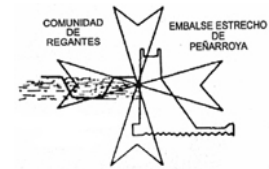
<u>Nº</u>	<u>Hojas</u>	<u>Nombre de plano</u>
1	1	Plano de situación y localización
2	1	Plano general zona regable y sus infraestructuras
3	1	Planta general de las obras
4	5	Replanteo
5.1.1	1	Obra de toma de presa. Geometría actual de la presa de Peñarroya. Planta general
5.1.2	1	Obra de toma de presa. Geometría actual de la presa de Peñarroya. Alzados
5.1.3	2	Obra de toma de presa. Geometría actual de la presa de Peñarroya. Secciones tipo
5.1.4	1	Obra de toma de presa. Geometría actual de la presa de Peñarroya. Detalles de coronación
5.2.1	1	Obra de toma de presa. Situación actual tomas para riego en presa. Planta
5.2.2.1	1	Obra de toma de presa. Situación actual tomas para riego en presa. Sección transversal presa en conductos de toma de riego
5.2.2.2	1	Obra de toma de presa. Situación actual tomas para riego en presa. Detalle rejas y embocadura conductos de toma de riego
5.2.2.3	1	Obra de toma de presa. Situación actual tomas para riego en presa. Detalle rejas y embocadura conducto de toma de riego central
5.2.3	1	Obra de toma de presa. Situación actual tomas para riego en presa. Secciones en chimenea de acceso a tomas de riego
5.3.1	1	Obras de toma de presa. Actuación proyectada en tomas existentes. Retirada compuertas murales
5.3.2	1	Obras de toma de presa. Actuación proyectada en tomas existentes. Corte hormigón



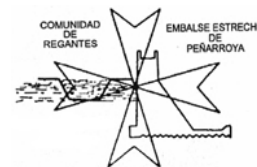
<u>Nº</u>	<u>Hojas</u>	<u>Nombre de plano</u>
5.3.3	1	Obras de toma de presa. Actuación proyectada en tomas existentes. Escudo
5.3.4	1	Obras de toma de presa. Actuación proyectada en tomas existentes. Instalación escudo
5.3.5	1	Obras de toma de presa. Actuación proyectada en tomas existentes. Coronación de presa
5.4.1	1	Obras de toma de presa. Actuaciones proyectadas en pie de presa. Planta general.
5.4.2	2	Obras de toma de presa. Nueva regulación de tomas en pie de presa. Cimentaciones y anclajes
5.4.3	1	Obras de toma de presa. Nueva regulación de tomas en pie de presa. Conducciones y válvulas
5.4.4	4	Obras de toma de presa. Nueva regulación de tomas en pie de presa. Nuevo edificio de válvulas de tomas en pie de presa
5.4.5	1	Obras de toma de presa. Nueva regulación de tomas en pie de presa. Compuertas Bureau
5.5.1	1	Obras en toma de presa. Electrificación de edificio de regulación de pie de presa. Planta
5.5.2	1	Obras en toma de presa. Electrificación de edificio de regulación de pie de presa. Instalación eléctrica edificio
5.5.3	2	Obras en toma de presa. Electrificación de edificio de regulación de pie de presa. Esquema eléctrico presa
5.5.4	1	Obras en toma de presa. Electrificación de edificio de regulación de pie de presa. Esquema eléctrico edificio
5.6	1	Obras en toma de presa en toma de riego. Urbanización pie de presa.
5.7	1	Obras en toma de presa. Organización de las obras en toma de presa
6.1.1	1	Conducciones. Planta general. Obra lineal
6.1.2	3	Conducciones. Planta general. Elementos singulares
6.2.1	19	Conducciones. Perfiles longitudinales. Tubería Principal



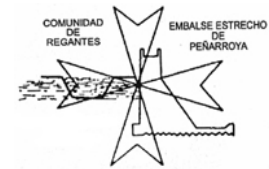
<u>Nº</u>	<u>Hojas</u>	<u>Nombre de plano</u>
6.2.2	3	Conducciones. Perfiles longitudinales. Tubería Balsa 1
6.2.3	1	Conducciones. Perfiles longitudinales. Tubería Balsa 2
6.2.4	1	Conducciones. Perfiles longitudinales. Tubería Balsa 2 - Derivación
6.2.5	1	Conducciones. Perfiles longitudinales. Tubería Derivación - By-Pass
6.3	2	Conducciones. Secciones tipo
6.4.1	11	Conducciones. Cámaras. Geometría
6.4.2	11	Conducciones. Cámaras. Armados
6.5	11	Conducciones. Macizos de anclaje
6.6.1	6	Conducciones. Servicios Afectados. Continuidad de obras de drenaje transversal
6.6.2	5	Conducciones. Servicios Afectados. Pasos bajo canal
6.6.3	2	Conducciones. Servicios Afectados. Hinca bajo carretera
6.6.4	1	Conducciones. Servicios Afectados. Paso bajo cauce (río Guadiana)
6.6.5	1	Conducciones. Servicios Afectados. Paso bajo cauce (vertientes de los Navazos)
6.6.6	7	Conducciones. Servicios Afectados. Red de Riego
6.7.1	1	Conducciones. Elementos de seguridad. Protección catódica
6.8	1	Conducciones. Cuneta de desagüe
7.1	1	Derivación canales. Planta general. Geometría
7.2.1	2	Derivación canales. Canal tranquilizador. Geometría
7.2.2	13	Derivación canales. Canal tranquilizador. Cimentación y estructuras
7.3.1	2	Derivación canales. Nuevo edificio de derivación a canales. Geometría



<u>Nº</u>	<u>Hojas</u>	<u>Nombre de plano</u>
7.3.2	10	Derivación canales. Nuevo edificio de de derivación a canales. Cimentación y estructuras
7.4	3	Derivación canales. Electrificación
7.5.1	2	Derivación canales. Calderines. Geometría general
7.5.2	1	Derivación canales. Calderines. Geometría macizo
7.5.3	1	Derivación canales. Calderines. Geometría calderería
7.5.4	1	Derivación canales. Calderines. Armadura macizo
8.1	1	Conexión a balsa 2. Planta general actual
8.2.1	1	Conexión a balsa 2. Obra de acometida a salidas de balsa. Geometría
8.2.2	1	Conexión a balsa 2. Obra de acometida a salidas de balsa. Proceso constructivo
8.2.3	4	Conexión a balsa 2. Obra de acometida a salidas de balsa. Estructuras
8..3.1	1	Conexión a balsa 2. Conexiones hidráulicas. Planta general
8.3.2	2	Conexión a balsa 2. Conexiones hidráulicas. Conexión a salidas de balsa: PE_CB_B2
8.3.3	1	Conexión a balsa 2. Conexiones hidráulicas. Pieza especial: PC_CV_B2
8.3.4	1	Conexión a balsa 2. Conexiones hidráulicas. Cámara de bypass y reductoras
8.4	2	Conexión a balsa 2. Conducción de alivio
8.5.1	1	Conexión a balsa 2. Electrificación. Planta general
8.5.2	5	Conexión a balsa 2. Electrificación. Cambio de distribución en la nave
8.5.3	7	Conexión a balsa 2. Electrificación. Cuadro de mando y protección
9.1	1	Conexión a balsa 1. Planta general actual



<u>Nº</u>	<u>Hojas</u>	<u>Nombre de plano</u>
9.2.1	1	Conexión a balsa 1. Arquetas de acometida a salidas balsa. Geometría
9.2.2	1	Conexión a balsa 1. Arquetas de acometida a salidas balsa. Proceso constructivo
9.2.3	3	Conexión a balsa 1. Arquetas de acometida a salidas balsa. Estructuras
9.3.1	1	Conexión a balsa 1. Conexiones hidráulicas. Planta general
9.3.2	2	Conexión a balsa 1. Conexiones hidráulicas. Conexión a salidas de balsa: PE_CB_B1
9.3.3	1	Conexión a balsa 1. Conexiones hidráulicas. Cámara de bypass y reductoras
9.4	2	Conexión a balsa 1. Conducción de alivio
9.5.1	5	Conexión a balsa 1. Electrificación. Cambio de distribución en la nave
9.5.2	6	Conexión a balsa 1. Electrificación. Cuadro de mando y protección
10.1.1	1	Medidas ambientales compensatorias. Retirada de acequias en sector 6 y revegetación. Planta general
10.1.2	8	Medidas ambientales compensatorias. Retirada de acequias en sector 6 y revegetación. Revegetación
10.2	14	Medidas ambientales compensatorias. Revegetación márgenes del río Guadiana
10.3	1	Medidas ambientales compensatorias. Protección contra la erosión terraplén junto al río Guadiana
10.4	5	Medidas ambientales compensatorias. Lagunas artificiales
10.5	1	Medidas ambientales compensatorias. Red de control de la calidad de las aguas subterráneas
11.1	1	Expropiaciones. Planta general y parcelario.
11.2	40	Expropiaciones. Expropiaciones temporales, permanentes y servidumbres de paso



<u>Nº</u>	<u>Hojas</u>	<u>Nombre de plano</u>
12.1	1	Organización de obras. Planta general y parcelario
12.2	20	Organización de obras. Detalles

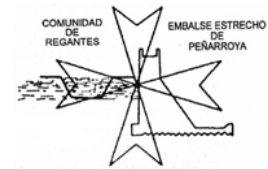
DOCUMENTO 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

DOCUMENTO 4. PRESUPUESTO

- 4.1. Mediciones auxiliares
- 4.2. Mediciones
- 4.3. Cuadro de precios nº 1.
- 4.4. Cuadro de precios nº 2.
- 4.5. Presupuestos parciales
- 4.6. Resumen general de presupuestos
 - 4.6.1. Presupuesto de Ejecución Material
 - 4.6.2. Presupuesto de Base de Licitación

DOCUMENTO 5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- 5.1. Memoria
- 5.2. Planos
- 5.3. Pliego de Condiciones
- 5.4. Presupuesto



23. PRESUPUESTO

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE (€)
C1	OBRA DE TOMA DE PRESA	822.030,74
C2	CONDUCCIONES	10.870.323,50
C3	DERIVACIÓN A CANALES	756.752,37
C4	CONEXIÓN A BALSA 2	1.212.088,07
C5	CONEXIÓN A BALSA 1	1.094.725,53
C6	MEDIDAS AMBIENTALES	112.945,41
C7	SEGURIDAD Y SALUD	181.546,86
C8	LEGALIZACIONES	19.042,38
C9	GESTIÓN DE RESIDUOS	71.718,07
C10	SEÑALIZACIÓN PRTR	1.684,21
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		15.142.857,14
	13,00 % Gastos generales	1.968.571,43
	6,00 % Beneficio industrial	908.571,43
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA		18.020.000,00
	21,00 % I.V.A.	3.784.200,00
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN		21.804.200,00

Asciende el presente Presupuesto Base de Licitación después de IVA a la expresada cantidad de VEINTIÚN MILLONES OCHOCIENTOS CUATRO MIL DOSCIENTOS EUROS (21.804.200,00 €).

Ciudad Real, julio de 2023

Javier Gon

Fdo. D. Javier González Pérez
Dr. ICCP. N^o Colegiado 19.763