

  
Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



---

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN E IMPLANTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS Y LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LA ZONA REGABLE DEL CANAL DE ORELLANA (BADAJOZ Y CÁCERES)

---



**MEMORIA**

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES .....	1
2. OBJETO .....	2
3. PROMOTOR .....	3
4. SITUACIÓN ACTUAL .....	3
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA REGABLE .....	3
4.2. PROBLEMÁTICA .....	8
5. JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES.....	9
6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS .....	12
6.1. SOLUCIONES TÉCNICAS ESTUDIADAS.....	12
6.2. SELECCIÓN DE MATERIALES PARA TUBERÍAS .....	14
6.3. SELECCIÓN DE TIPOLOGÍA DE ACEQUIAS.....	16
7. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO.....	17
7.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.....	17
7.2. CLIMATOLOGÍA .....	18
7.3. GEOLOGÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	19
8. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO .....	21
9. INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	22
9.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO .....	22
9.2. ESTUDIO ARQUEOLÓGICO .....	29
9.3. INGENIERÍA DEL DISEÑO .....	30
9.4. SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO.....	34
9.5. NECESIDADES HÍDRICAS Y CONSUMOS DE AGUA.....	36
9.6. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA .....	38
10. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS.....	39
10.1. ACTUACIONES LINEALES.....	39
10.2. ELEMENTOS DE CONTROL Y REGULACIÓN .....	45
10.3. TELECONTROL.....	51
10.4. MEDIDAS AMBIENTALES .....	52
10.5. CÁLCULOS HIDRÁULICOS.....	57
10.6. CÁLCULOS MECÁNICOS DE LAS CONDUCCIONES.....	61
10.7. ESTUDIO ESPECÍFICO DE ACCIONES SÍSMICAS.....	62
10.8. CÁLCULOS DE ESTRUCTURAS.....	62
10.1. ACCESO A TAJOS, ZONAS DE ACOPIO Y DESVÍOS DE TRÁFICO.....	63
11. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS .....	64
11.1. MARCO NORMATIVO .....	64
11.2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	65
11.3. TRAMITACIÓN AMBIENTAL .....	66
11.4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	68
11.5. OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS .....	68
11.6. SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS .....	71
11.7. GESTIÓN DE RESIDUOS.....	71
11.8. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA Y FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS	74
11.9. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS Y PLAZO DE EJECUCIÓN.....	76

---

11.10.	PERIODO DE GARANTÍA .....	76
11.11.	CONTROL DE CALIDAD.....	76
12.	PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES.....	77
13.	DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA .....	77
14.	DOCUMENTOS QUE INTENGRAN EL PROYECTO.....	77
15.	PRESUPUESTO .....	83
15.1.	JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS .....	83
15.2.	RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO.....	84
15.3.	PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN.....	85

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Localización del Proyecto.....	4
Tabla 2. Comunidades de Regantes de la Zona Regable.....	5
Tabla 3. Zonas de Explotación de la C.G.R del Canal de Orellana.....	5
Tabla 4. Distribución de tipos de riego de la Zona Regable .....	7
Tabla 5. Distribución de cultivos de la Zona Regable.....	8
Tabla 6. Coeficientes de eficiencia en la red de distribución .....	13
Tabla 7. Ensayos de laboratorio del Estudio Geotécnico .....	23
Tabla 8. Superficie directamente beneficiada, por cultivos y sistema de riego.....	31
Tabla 9. Superficie directamente beneficiada, por actuaciones .....	36
Tabla 10. Superficie directamente beneficiada, por Comunidades de Regantes de Base.....	36
Tabla 11. Estimación de consumo de agua previo de la Zona Regable.....	37
Tabla 12. Dotaciones de referencia por cultivos en el Sistema Central. Extracto del Plan Hidrológico del Guadiana 2022-2027.....	37
Tabla 13. Actuaciones lineales: Sustitución de conducción actual por tubería enterrada.....	42
Tabla 14. Hidrantes.....	43
Tabla 15. Actuaciones lineales: Sustitución de conducción actual por acequia prefabricada.....	44
Tabla 16. Actuaciones lineales: Impermeabilización de acequias actuales.....	45
Tabla 17. Resumen de actuaciones lineales.....	45
Tabla 18. Resumen de elementos de control y regulación.....	46
Tabla 19. Dimensionamiento de ventosas y tubos de aducción.....	59
Tabla 20. Dimensionamiento de hidrantes .....	60
Tabla 21. Dimensionamiento de desagües de las tuberías.....	60
Tabla 22. Anchos de ocupación temporal en tubería .....	69
Tabla 23. Anchos de ocupación temporal en acequia.....	69
Tabla 24. Valor unitario de las afecciones por cultivos.....	70
Tabla 25. Valoración de las afecciones .....	70
Tabla 26. Clasificación del Contratista .....	75
Tabla 27. Presupuesto para conocimiento de la Administración .....	85

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

Ilustración 1.-Planta general de la zona regable .....	4
Ilustración 2.-Distribución de cultivos en la zona regable .....	8
Ilustración 3.-Situación de la masa de agua subterránea 041.016 Vegas Altas.....	21
Ilustración 4.- Mapa geológico 1:250.000 de la provincia de Badajoz publicada por el IGME.....	24
Ilustración 5.-Sección tipo de hidrante .....	49
Ilustración 6.-Sección tipo de derivación en tubería DN<500 .....	50

## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La zona regable del Canal de Orellana se extiende por la margen derecha del río Guadiana desde las poblaciones de Orellana La Vieja hasta el río Fresneda, y forma parte de las denominadas Vegas Altas del Plan Badajoz.

La puesta en marcha de la zona regable se inicia en 1946. La fase de construcción del embalse y las obras de distribución del agua de riego abarcan casi 30 años, de forma que en 1972 se pone en funcionamiento la zona regable con un total de 35 sectores.

La Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana en la que se integra la zona regable está compuesta por cuatro Comunidades de Regantes de Base, en cuyas concesiones de agua figuran siguientes superficies de riego:

- Comunidad General de Regantes del Canal de Orellana: 40.436 ha.
- Comunidad de Regantes del Canal de Orellana “Vegas Altas nº 1”: 3.756 ha.
- Comunidad de Regantes del Canal de Orellana “Vegas Altas nº 2”: 4.817 ha.
- Comunidad de Regantes del Canal de Orellana “Vegas Altas nº 3”: 4.754,76 ha.

Se trata de una zona de riego por gravedad que abarca una superficie de riego de **53.763,76 ha.**, situadas en la margen derecha del río Guadiana, en el tramo comprendido entre la presa de Orellana y la confluencia del arroyo Fresneda con el río principal, quedando delimitado su perímetro por el Canal de Orellana, el río Guadiana y el arroyo Fresneda.

Además de esta superficie, desde el Canal de Orellana se abastece a otros regantes (Tomas particulares del Canal de Orellana en su Margen Derecha) y a otros usos industriales y urbanos.

El alcance del presente Proyecto se limita a las 53.763,76 ha. de las Comunidades de Regantes de Base citadas, aunque la superficie directamente beneficiada por el mismo es de **5.826,42 ha.**

Previamente a la redacción del presente proyecto, en la zona regable se han llevado a cabo distintas mejoras encaminadas fundamentalmente a reducir pérdidas del caudal derivado hacia los regantes, principalmente centradas en la mejora de la infraestructura principal (Canal General de Orellana) y Canales Secundarios nº 1, 2 y 4 de la Com. de Regantes del Canal de Orellana), así como en las infraestructuras de distribución (acequias) de la zona, en todas las comunidades de base que integran la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana.

Sin embargo, dada la gran extensión de la red de transporte y distribución, todavía hay numerosas acequias que presentan un estado de conservación deficiente, principalmente por su antigüedad, y en las que se requiere de actuaciones de mejora de cara al incremento de la eficiencia en el uso del agua a través de la reducción de pérdidas y la mejora del control y operación de la infraestructura.

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto están enmarcadas dentro del Anexo I del Convenio firmado el 25 de junio de 2021 entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A., en relación con las obras de modernización de regadíos del **“Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos”** incluido en el **Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia**, Fase I, o en el que se suscriba en su día para la Fase II.

El Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos (Inversión C3.11 del PRTR) cuenta con una dotación de 563.000.000 € a cargo del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, para inversiones en modernización de regadíos sostenibles, con el objetivo de fomentar el ahorro del agua y la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad energética en los regadíos españoles.

En los anexos del proyecto se incluye la información que determina el encaje en los objetivos del Plan, así como la información necesaria para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Mecanismo de Recuperación y Resiliencia. En este sentido, en el artículo 17 del Reglamento 2020/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de junio de 2020 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2019/2088, se establece la necesidad de cumplir el principio de no causar un perjuicio significativo (DNSH) a los objetivos medioambientales recogidos en el artículo 9 del citado Reglamento.

En línea con lo anterior, para la ejecución del proyecto, el pasado 14 de diciembre de 2021, quedó suscrito entre SEIASA y la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana el *Convenio regulador para la financiación y construcción, entrega, recepción y seguimiento medioambiental de las obras de modernización y consolidación de los regadíos de la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana (Badajoz)*, cuyo objeto es el establecimiento de las condiciones financieras y de realización, entrega, recepción y seguimiento medioambiental, del presente proyecto.

La actuación de modernización de los regadíos del presente proyecto está declarada de interés general por la *Ley 55/1999, de 29 de diciembre de medidas fiscales, administrativas y del orden social* y queda incluida dentro de las “Obras de modernización y consolidación de los regadíos del Canal de Orellana (Badajoz)”

Cabe resaltar, por tanto, que el presente proyecto supone una modernización del sistema de riego actual que permitirá consolidar el cultivo en regadío existente en la zona. Este proyecto no implica ni una nueva actividad sobre la zona ni un cambio en el uso del territorio. El uso previsto continuará siendo el mismo que el que existe actualmente, el cual se corresponde con la agricultura de regadío por gravedad.

## 2. OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto definir las obras e instalaciones necesarias para la modernización e implantación de nuevas tecnologías y para la mejora de la eficiencia energética de la Zona Regable del Canal de Orellana.

Se busca la consolidación del regadío mediante la modernización de la red de riego del Canal de Orellana. Dicho objetivo se consigue mediante la sustitución de parte de las canalizaciones actuales que datan de los años 50 y 60, habiendo superado ya su vida útil y que representan ya un sistema de riego poco eficiente.

Para ello, se proyectan diversas actuaciones, la mayoría de ellas encaminadas a la sustitución de canalizaciones abiertas (en lámina libre) por nuevas conducciones, cerradas siempre que es posible y abiertas en el resto de casos. También se prevé la instalación de compuertas automáticas con sistema de medición de caudal, caudalímetros, sondas de nivel, etc. que proporcionarán una mejora de la eficiencia en el uso del agua.

Hay que reseñar que de las 53.763,76 ha con derecho a riego de las comunidades de regantes integradas en la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana, el presente Proyecto afecta o beneficia directamente a una superficie de **5.826,42 ha**.

Para apoyar el cumplimiento del principio DNSH, se proyectan diversas mejoras ambientales, de entre las incluidas en el Anexo III del “Convenio entre el MAPA y SEIASA, en relación con las obras de modernización de regadíos del Plan para la mejora de la eficiencia y sostenibilidad en regadíos”.

Estas mejoras fortalecen, además, la contribución a los objetivos medioambientales recogidos en el artículo 9 del Reglamento 2020/852 del parlamento europeo y del consejo de 18 de junio de 2020, a través de la reducción de la contaminación difusa por nitratos y fosfatos procedente del regadío, la disminución de la contaminación por fitosanitarios y plaguicidas, la mejora en la eficiencia del uso del agua y la energía y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como la protección del suelo y la mejora del paisaje y la biodiversidad.

En definitiva, se proyectan diversas actuaciones orientadas a incrementar la eficiencia de riego mediante mejoras en la red de riego y mediante un mejor y mayor control del consumo de agua en el riego, teniendo en cuenta, en lo posible, la incorporación de medidas ambientales que apoyen el cumplimiento del principio DNSH.

### 3. PROMOTOR

El presente *Proyecto de modernización e implantación de nuevas tecnologías y la mejora de la eficiencia energética en la zona regable del Canal de Orellana (Badajoz y Cáceres)* lo promueve la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A (SEIASA). El beneficiario de las actuaciones es la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana.

Para la realización de las obras que se proyectan, el pasado 14 de diciembre de 2021 quedó suscrito entre la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA) y la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana el **Convenio regulador para la financiación y construcción, entrega, recepción y seguimiento medioambiental de las obras de modernización y consolidación de los regadíos de la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana (Badajoz)**, cuyo objeto es el establecimiento de las condiciones financieras y de realización, entrega, recepción y seguimiento medioambiental, de la actuación de modernización de los regadíos de presente Proyecto, declarada de interés general por *Ley 55/1999, de 29 de diciembre de medidas fiscales, administrativas y del orden social* incluida dentro de las “Obras de modernización y consolidación de los regadíos del Canal de Orellana (Badajoz)” y encomendada su ejecución a SEIASA a través del **Convenio entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. en relación con las obras de modernización de regadíos incluidas en el "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** suscrito con fecha 25 de junio de 2021.

### 4. SITUACIÓN ACTUAL

#### 4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA REGABLE

##### 4.1.1. Localización

La zona regable del Canal de Orellana se extiende por la margen derecha del río Guadiana, desde las poblaciones de Orellana La Vieja hasta Guareña. Forma parte de las denominadas Vegas Altas del Plan Badajoz.

Se encuentra en la cuenca hidrográfica del río Guadiana.

Ubicación del proyecto	Descripción
Provincia	Badajoz y Cáceres
Cuenca hidrográfica	Cuenca hidrográfica del Guadiana
Términos municipales	Acedera, Alcollarín, Almoharín, Campanario, Campo Lugar, Don Benito, Escorial, Guarena, La Coronada, Madrigalejo, Medellín, Mengabril, Miajadas, Navalvillar de Pela, Orellana la Vieja, Rena, Santa Amalia, Valdetorres, Villanueva de la Serena, Villar de Rena y Zorita.

Tabla 1. Localización del Proyecto

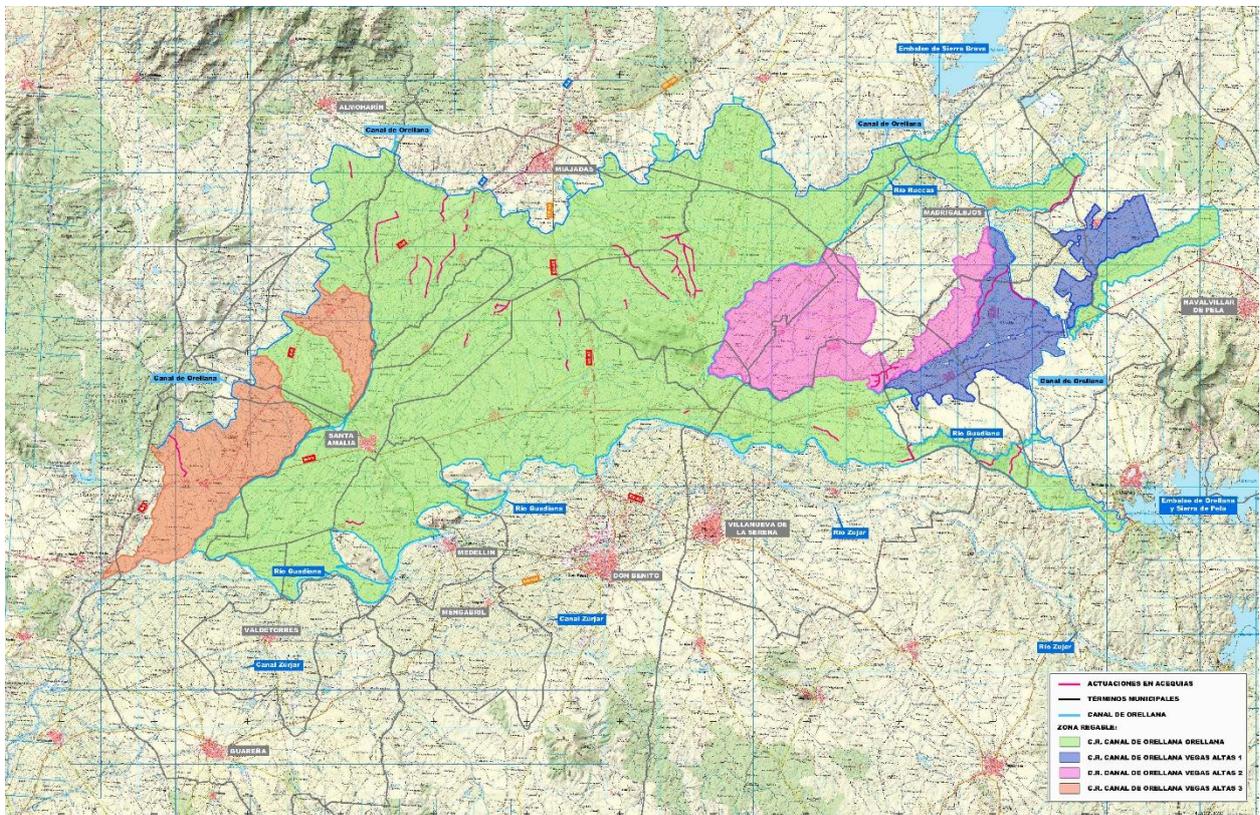


Ilustración 1.-Planta general de la zona regable

#### 4.1.2. División de la zona regable y superficies de riego

La Comunidad General de Usuarios la componen cuatro Comunidades de Regantes de Base, que a su vez se dividen en distintos sectores, según lo siguiente:

Comunidades de regantes	Superficie de riego (ha.)	Sectores
Comunidad General de Regantes del Canal de Orellana	40.436	I, II, III, IV, VI, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XIX, XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV, XXV, XXVI, XXVII, XXVIII, XXIX, XXX, XXXI y XXXIII.
Comunidad de Regantes del Canal de Orellana "Vegas Altas nº 1"	3.756	V, VII y VIII
Comunidad de Regantes del Canal de Orellana "Vegas Altas nº 2"	4.817	IX, X, XI y XII
Comunidad de Regantes del Canal de Orellana "Vegas Altas nº 3"	4.754,76	XXXII, XXXIV y XXXV
<b>TOTAL</b>	<b>53.763,76</b>	

*Tabla 2. Comunidades de Regantes de la Zona Regable*

La Comunidad General de Regantes del Canal de Orellana, por su gran extensión, se distribuye en cinco zonas de explotación:

Comunidad General de Regantes del Canal de Orellana	Sectores
ZONA DE EXPLOTACIÓN Nº 1	del I al IV y VI
ZONA DE EXPLOTACIÓN Nº 2	del XIII al XX
ZONA DE EXPLOTACIÓN Nº 3	del XXI al XXIII
ZONA DE EXPLOTACIÓN Nº 4	del XXIV al XXVII
ZONA DE EXPLOTACIÓN Nº 5	del XXVIII al XXXI Y XXXIII

*Tabla 3. Zonas de Explotación de la C.G.R del Canal de Orellana*

En el [Documento nº 2. Planos](#) se presenta la distribución de los distintos sectores y comunidades de regantes, así como la ubicación de las distintas actuaciones dentro del ámbito de actuación.

#### 4.1.3. Datos concesionales

Los principales datos de las concesiones de las Comunidades de Regantes de Base que están integradas en la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana son los siguientes:

### **Comunidad de Regantes Canal de Orellana:**

Fecha de inscripción: 9 de diciembre de 2010.  
Procedencia del agua: Río Guadiana.  
Uso: Riego.  
Volumen máximo anual: 303.270.000 m<sup>3</sup>.  
Dotación anual: 7.500 m<sup>3</sup>/Ha.  
Caudal máximo instantáneo: 40.436 l/s.  
Captación: Presa de Orellana.  
Sistema de explotación: Riego por gravedad.

### **Comunidad de Regantes del Canal de Orellana VEGAS ALTAS Nº1:**

Fecha de inscripción: 23 de febrero de 2015.  
Procedencia del agua: Río Guadiana.  
Uso: Riego.  
Volumen máximo anual: 28.170.000 m<sup>3</sup>.  
Dotación anual: 7.500 m<sup>3</sup>/Ha.  
Caudal máximo instantáneo: 3.756 l/s.  
Captación: Presa de Orellana.  
Sistema de Riego: Gravedad.

### **Comunidad de Regantes del Canal de Orellana VEGAS ALTAS Nº2:**

Fecha de inscripción: 9 de diciembre de 2010.  
Procedencia del agua: Río Guadiana.  
Uso: Riego.  
Volumen máximo anual: 36.127.500 m<sup>3</sup>.  
Dotación anual: 7.500 m<sup>3</sup>/Ha.  
Caudal máximo instantáneo: 4.817 l/s.  
Captación: Presa de Orellana.  
Sistema de explotación: Riego por gravedad.

### **Comunidad de Regantes del Canal de Orellana VEGAS ALTAS Nº3:**

Fecha de inscripción: 25 de junio de 2010.  
Procedencia del agua: Río Guadiana.  
Uso: Riego.  
Volumen máximo anual: 35.660.685 m<sup>3</sup>.  
Dotación anual: 7.500 m<sup>3</sup>/Ha.  
Caudal máximo instantáneo: 4.754,758 l/s.  
Captación: Presa de Orellana.  
Sistema de explotación: Riego por gravedad.

Los documentos oficiales de dichas concesiones de agua se incorporan en el [Anejo Nº 20. Información y documentación relacionada con el Plan De Recuperación, Transformación Y Resiliencia \(PRTR\).](#)

#### **4.1.4. Infraestructuras principales**

La zona regable se abastece desde el Embalse de Orellana, a través del Canal de Orellana, con 60.950 l/s de capacidad de toma y 113 km de longitud. El canal dispone de un total de 27 grupos de compuertas, cuatro canales secundarios con una longitud total de 114 km.

Desde el Canal de Orellana y desde los distintos canales secundarios parte la red de acequias principales, que suman más de 400 km de longitud.

#### 4.1.5. Sistema de riego

El sistema de transporte y distribución se realiza por gravedad, en lámina libre. Hay ciertos tramos de acequias que han sido sustituidos por tuberías en planes previos de modernización.

Como sistema de riego, la mayoría de la zona regable se realiza por gravedad, aunque cada vez se va implantando mayor superficie con sistema de riego localizado en parcela. En la actualidad, las estimaciones realizadas arrojan la siguiente distribución de superficies por tipo de riego:

Riego localizado por goteo		Riego superficial por gravedad					
		Riego por inundación		Riego a pie		Riego por surcos	
Superficie (ha)	% sobre sup. total	Superficie (ha)	% sobre sup. total	Superficie (ha)	% sobre sup. total	Superficie (ha)	% sobre sup. total
24.653,57	45,86%	16.015,94	29,79%	830,19	1,54%	11.954,20	22,23%

*Tabla 4. Distribución de tipos de riego de la Zona Regable*

- Riego localizado por goteo: 45,86 % (24.653,57 ha)
- Riego superficial por inundación, pie y surco: 53,57 % (28.800,33 ha)

En resumen, se riega mediante dos sistemas: riego superficial por gravedad y riego localizado por goteo, siendo inexistente en esta zona el riego por aspersión. La diferencia hasta la superficie regable total corresponde a parcelas de retirada o barbecho, cereal, o equivalentes, que no se riegan. Estos datos son obtenidos a partir de los cultivos en la campaña de riego 2021, por tanto, son ligeramente variables cada campaña.

La Comunidad General de Usuarios no emplea bombeos para dar presión al riego, siendo toda la distribución a nivel de comunidad de regantes por gravedad.

La determinación de la frecuencia y dosis de riego estará supeditada a las recomendaciones de cálculo de necesidades previstas en las medidas ambientales del proyecto, mediante aplicación predictiva de necesidades.

#### 4.1.6. Cultivos

La distribución de cultivos en la zona regable, en los últimos años, es aproximadamente la siguiente:

Cultivo	Superficie (ha)	%
ARROZ	16.015,94	29,79%
MAIZ	14.632,20	27,22%
TOMATE	8.371,37	15,57%
PRADERA	748,97	1,39%

Cultivo	Superficie (ha)	%
<b>GIRASOL</b>	696,65	1,30%
<b>MELÓN</b>	91,54	0,17%
<b>HUERTOS</b>	431,89	0,80%
<b>FRUTALES</b>	6.320,65	11,76%
<b>OLIVOS</b>	1.744,23	3,24%
<b>CEREAL</b>	121,54	0,23%
<b>OTROS</b>	4.479,48	8,33%
<b>BARBECHO (RETIRADA)</b>	109,29	0,20%
<b>SUMA</b>	<b>53.763,76</b>	<b>100,00%</b>

Tabla 5. Distribución de cultivos de la Zona Regable

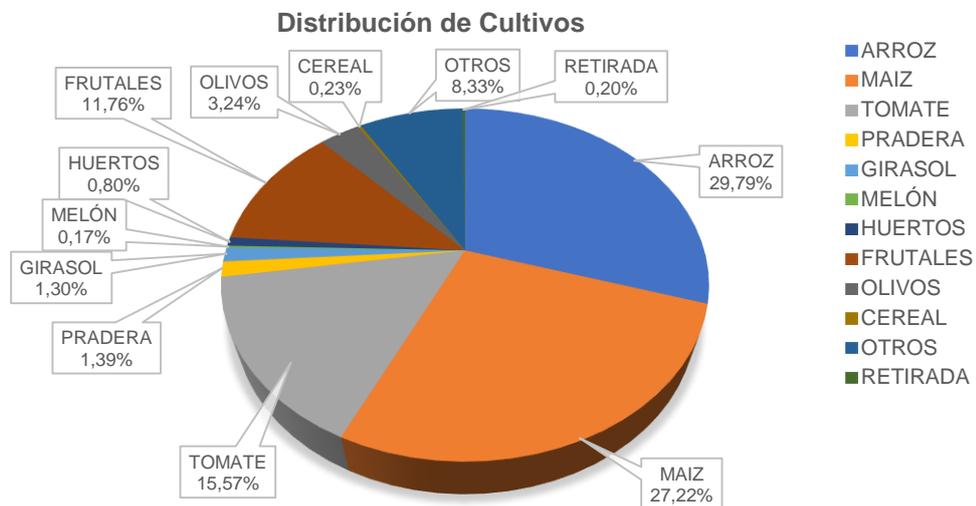


Ilustración 2.-Distribución de cultivos en la zona regable

Los cultivos mayoritarios son el arroz (riego por inundación) y el maíz (riego por goteo y surco), constituyendo respectivamente un 29,79 % y 27,22 % de la superficie regable de la Comunidad.

## 4.2. PROBLEMÁTICA

Previamente a la redacción del presente proyecto, en la zona regable se han llevado a cabo mejoras encaminadas fundamentalmente a reducir pérdidas del caudal derivado hacia los regantes, principalmente centradas en la mejora de la infraestructura principal (Canal General de Orellana y Canales Secundarios nº 1, 2 y 4 de la Com. de Regantes del Canal de Orellana), como en las infraestructuras de distribución (acequias) de la zona, en todas las comunidades de base integradas en la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana.

Sin embargo, dada la gran extensión de la red de riego de la zona regable, todavía hay numerosas acequias y canales de distribución que datan de los años 50 y 60, habiendo completando ya su vida útil y representando un sistema de transporte en lámina libre poco eficiente. En dichas acequias se

producen importantes pérdidas de caudal, debido a las notables deficiencias de la red, que se resumen en las siguientes:

- Deterioro del hormigón de las acequias.
- Existencia de fugas apreciables a través de las juntas de los diferentes tramos.
- Existencia de fugas por fisuras aparecidas en los alzados y solera de la acequia.
- Hundimiento de la rasante, produciendo desbordamientos y la consiguiente pérdida de caudal.

Actualmente el estado de conservación de muchas acequias, tanto de hormigones de los alzados, como el de la solera, presentan un alto grado de deterioro, lo que provoca a lo largo de su recorrido una elevada pérdida de caudal, con el consiguiente trastorno en el tramo final de la acequia.

Además, se observan zonas en las que el terreno donde se asientan las acequias, la estructura se ha hundido en numerosos puntos, lo que ha provocado la pérdida de la rasante.

También presentan problemas algunos tramos de tuberías, algunas antiguas y otras, instaladas más recientemente en el propio cajero de la acequia original, tramos que han sufrido deterioros y presentan pérdidas de agua y que, además, presentan un funcionamiento hidráulico deficiente que ocasiona dificultades para el riego de los usuarios de la acequia correspondiente.

Por otro lado, gran parte de las derivaciones de los canales y acequias se realizan mediante compuertas manuales, sin ningún tipo de automatización ni de control o cuantificación de los caudales y consumos de agua.

## 5. JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES

Como se expuso anteriormente, el objetivo global del proyecto es la consolidación de la zona regable del Canal de Orellana mediante la modernización de la red de riego del citado canal.

Atendiendo a la problemática expuesta anteriormente, la modernización se centra en corregir las filtraciones y pérdidas de caudal en las diferentes acequias o ramales de la Zona Regable y en la incorporación de elementos de control y regulación, así como con la automatización, mediante la que se persigue igualmente el control de fugas y la optimización de los recursos, especialmente gracias a la optimización de la operación y el control de consumos de agua.

Para ello, se plantea la sustitución de parte de las canalizaciones actuales por nuevas conducciones, cerradas siempre que es posible y abiertas en el resto de casos, que, junto a la instalación de compuertas automáticas con sistema de medición de caudal, caudalímetros, sondas de nivel, etc. proporcionarán una mejora de la eficiencia en el uso del agua.

En definitiva, las actuaciones proyectadas pretenden **reducir el consumo de agua** y conseguir así ahorrar recursos hídricos gracias al incremento de la eficiencia hídrica del sistema de riego global.

De hecho, una parte de las actuaciones proyectadas resultan imprescindibles, debido al grado de deterioro existente y al estado de conservación de ciertos elementos y materiales de las acequias, que de no actuar sobre ellas conllevaría incluso al abandono de la actividad, por la dificultad para poder regar.

Por otro lado, la energía es uno de los principales factores que afectan al coste de la actividad agraria y su consumo supone un impacto sobre el medio ambiente. Actualmente, la Comunidad General de Usuarios no emplea bombeos para dar presión de riego (todo se distribuye por

gravedad) y solo requiere energía para el accionamiento de compuertas o elementos de regulación y control, aunque muchos de estos sistemas se alimentan ya desde fuentes de energía renovable.

Sin embargo, con la tendencia actual de cultivos y la necesidad de implantar sistemas de riego eficientes, numerosas parcelas de la zona regable emplean sistemas de bombeo para la aplicación de riego en parcela. En este sentido, es vital optimizar el consumo de energía para mejorar la competitividad de los cultivos desde el punto de vista económico, permitiendo así el mantenimiento de las explotaciones y evitando la despoblación del ámbito rural, reduciendo además el impacto de la actividad sobre el medio ambiente que de manera directa realiza el consumo de energía.

Para ello, la modernización incorpora criterios de eficiencia energética, tratando de evitar consumo de energía procedente de combustibles fósiles. Por un lado, implementando sistemas de alimentación eléctrica procedente de fuentes renovables, mediante instalaciones fotovoltaicas aisladas para suministro de energía eléctrica a los puntos de demanda de los elementos de control, y por otro, dotando donde es posible de mayor nivel piezométrico a las tomas o hidrantes de riego, que permite reducir el consumo energético de los sistemas de riego particulares y emplear sistemas de riego más eficientes.

En base a lo anterior, las obras e instalaciones diseñadas y proyectadas persiguen mejorar lo siguiente:

1. **Eficiencia en el Uso del Agua**, reduciendo al máximo las posibilidades de pérdidas de caudal de agua por vertidos, evaporación o fugas y mejorando el control de gestión y consumo de la misma.
2. **Eficiencia Energética**, al elegirse sistemas de alimentación a los distintos elementos y equipos de control y regulación que incorporan sistemas de alimentación eléctrica procedente de energía fotovoltaica, que evitan el consumo energético, su coste asociado y los efectos negativos de su consumo para el medioambiente.
3. **Respeto al Medio Ambiente**, enfocando todas las actuaciones al cumplimiento del Principio de no Causar Daño Significativo (por sus siglas en inglés DNSH), minimizando los impactos ambientales adicionalmente a los de ahorro hídrico y energético que se señalan en los puntos anteriores y favoreciendo una mayor integración ambiental del proyecto.
4. **Condiciones de Servicio de Calidad**: disponibilidad, caudal, presión y calidad del agua óptimos, garantizados por la idoneidad y fiabilidad que proporcionan las infraestructuras proyectadas.
5. **Optimización de Costes** de inversión y explotación, llegándose al mejor equilibrio.

La no modernización de las instalaciones de riego y la no implantación de nuevas tecnologías para la eficiencia energética que aprovechen recursos renovables, supone una barrera para la continuidad de la actividad agrícola en la zona ante la situación económica, social y medioambiental en la que nos encontramos a nivel mundial.

Las soluciones que se adoptan se basan fundamentalmente en la experiencia previa de las Comunidades de Regantes beneficiadas de las actuaciones; la selección de acequias a mejorar y la tipología de mejora adoptada se ha basado en el estado de conservación actual de las acequias, la orografía y en los parámetros de funcionamiento hidráulico actual. En paralelo, todas las actuaciones y medidas adoptadas han incorporado criterios de no afección al medioambiente, bajo el principio DNSH.

Así, una vez seleccionadas las acequias con mayor necesidad de actuación, fundamentalmente por su estado de conservación, la preferencia de tipología de actuación ha sido:

- 1º. **Sustitución de la conducción actual (normalmente acequia) por tubería enterrada.** Donde es posible, se sustituye hasta hidrante de parcela, componiendo una red (de baja presión) hasta hidrante.
- 2º. **Impermeabilización de acequia**, cuando el estado de conservación de la acequia actual lo permite.
- 3º. **Sustitución de acequia por acequia prefabricada de hormigón**, cuando no es posible la sustitución por tubería y su estado de conservación no hace posible limitar la mejora a una impermeabilización.

El trazado de las acequias no ha sido modificado, las actuaciones se definen aprovechando los trazados de las acequias actuales.

Por otro lado, se proyecta la implementación de sistemas de control y regulación del caudal, incluyendo sistemas de medición de consumo, así como la automatización e integración de las nuevas instalaciones en el sistema de control SCADA actual.

En cuanto a los elementos de control y medición de consumo, los criterios o preferencia seguidos para las soluciones adoptadas se basa en:

- Equipos probados y con experiencias satisfactorias en la zona regable o en otras zonas de características parecidas.
- Sistemas automáticos, que permitan su automatización y telecontrol en base a la instrumentación y consignas dispuestas.
- Sistemas alimentados por fuentes de energía renovable, preferiblemente fotovoltaica.

Además, las soluciones han ido acompañadas por criterios y medidas de carácter medioambiental, tanto en la gestión de residuos (potenciando la valorización y reutilización de los mismos en la propia obra), así como la incorporación de medidas ambientales de entre las incluidas en el Anexo III del "Convenio entre el MAPA y SEIASA, en relación con las obras de modernización de regadíos del Plan para la mejora de la eficiencia y sostenibilidad en regadíos", con objeto de apoyar el cumplimiento del principio DNSH.

A modo de resumen, las medidas que se incorporan con objeto de apoyar el cumplimiento del principio DNSH son las siguientes:

- **Mejora de la gestión y control del consumo de agua para riego mediante la implantación de** sistemas de monitorización por sensores del contenido de humedad del suelo, con objeto de contar con información para la toma de decisiones que conlleven aumentar la eficiencia y se consiga ahorrar agua.
- **Establecimiento de una red de control de calidad de los retornos de riego** representativa de la zona regable, mediante implantación de sensores de calidad de las aguas para medición y seguimiento de los parámetros que mayor repercusión tienen sobre la calidad del agua: nitrógeno, fósforo, plaguicidas, sólidos disueltos y análisis químico completo (aniones y cationes).

- **Establecimiento de estructuras vegetales de conservación y elementos para la nidificación de aves y para refugio de quirópteros**, componiendo un conjunto de medidas dirigidas a naturalizar la zona y a mitigar el impacto a la fauna producido por las actuaciones y que beneficien a la fauna en la zona regable.
- **Programa formativo para la divulgación y formación en buenas prácticas agrarias para mejorar la sostenibilidad e integración ambiental del regadío**, dirigido a técnicos y regantes de la Comunidad General de Usuarios Canal de Orellana.

Estas mejoras incorporadas fortalecen, además, la contribución a los objetivos medioambientales recogidos en el artículo 9 del Reglamento 2020/852 del parlamento europeo y del consejo de 18 de junio de 2020, a través de la reducción de la contaminación difusa por nitratos y fosfatos procedente del regadío, la disminución de la contaminación por fitosanitarios y plaguicidas, la mejora en la eficiencia del uso del agua y la energía y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, así como la protección del suelo y la mejora del paisaje y la biodiversidad.

## 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el [Anejo nº 4. Estudio de alternativas](#) se realiza una exposición y comparativa de las distintas soluciones o alternativas técnicas tenidas en cuenta, tomando como referencia la alternativa de no acometer ninguna actuación (Alternativa 0), así como una síntesis de la propuesta finalmente proyectada.

Además, debido a la importancia que representa para este proyecto, se estudian las distintas posibilidades de materiales a emplear tanto en tuberías como en acequias, proponiendo los criterios de selección en cada caso.

### 6.1. SOLUCIONES TÉCNICAS ESTUDIADAS

#### 6.1.1. Planteamiento

El aspecto fundamental estudiado, por ser el de mayor relevancia para el proyecto, ha sido la selección de la solución técnica más conveniente para cada una de las actuaciones lineales previstas que tienen por objeto principal mejorar o corregir las conducciones actuales de la red de riego para reducir pérdidas de agua aumentando la eficiencia hídrica.

Por tanto, las alternativas que se plantean buscan resolver o mejorar el deterioro existente en las acequias propuestas para su actuación, que viene provocando pérdidas de volúmenes de agua considerables, motivo por el que se hace necesario su renovación para la optimización de este recurso.

En este sentido, para cada una de las conducciones (normalmente acequias) que la Comunidad General de Usuarios plantea con mayor necesidad de actuar, se estudia en primer lugar la tipología de actuación o solución técnica idónea en cada caso.

Este análisis es el de mayor importancia de cara al proyecto, puesto que resulta crucial en la definición de las distintas actuaciones.

Según lo citado anteriormente, el aspecto más relevante que se considera para la selección de las alternativas es la estimación de **mejora de la eficiencia hídrica de cada solución técnica propuesta**. Para ello, se toman como referencia los valores habituales de eficiencia para estimación directa en una red de distribución que se exponen a continuación (extraídos de los indicadores para

el ahorro de agua de las *Bases Regulatoras de ayudas para la consolidación y modernización de los regadíos de Extremadura*):

Eficiencia en la red de distribución				
Tipo de conducción		Estado de la conducción		
		Deficiente	Regular	Bueno
Red abierta	Sin revestir	0,40	0,50	0,60
	Revestida	0,60	0,70	0,85
Conducción cerrada		0,80	0,90	0,95

*Tabla 6. Coeficientes de eficiencia en la red de distribución*

En base a lo anterior, se estudian en el anejo las siguientes soluciones técnicas:

- ALTERNATIVA 0: NO REALIZAR LA ACTUACIÓN
- ALTERNATIVA 1: MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE LAS REDES DE RIEGO ACTUALES INSTALANDO CONDUCCIONES ABIERTAS FORMADAS POR ACEQUIAS PREFABRICADAS
- ALTERNATIVA 2: MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE LA RED DE RIEGO INSTALANDO CONDUCCIONES CERRADAS FORMADAS POR TUBERÍAS ENTERRADAS
- ALTERNATIVA 3: MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE LAS REDES DE RIEGO MEDIANTE IMPERMEABILIZACIÓN DE LAS ACEQUIAS ACTUALES
- ALTERNATIVA 4: MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE LA RED DE RIEGO INSTALANDO CONDUCCIONES CERRADAS FORMADAS POR TUBERÍAS ENTERRADAS PRESURIZADAS CON BOMBEO

### 6.1.2. Conclusión y prioridades en la selección de alternativas

La Alternativa 0 no ha sido adoptada en ningún caso, puesto que **no resuelve la problemática** y la necesidad de actuar en las acequias que se plantean en este proyecto es urgente, tanto por la necesidad de ahorrar agua, como por el deficiente estado estructural y funcionamiento hidráulico de las mismas. No actuar podría incluso conducir al abandono de la actividad en algunos casos.

No se selecciona una alternativa única para todas las actuaciones, sino que, **para cada caso, se selecciona la alternativa más adecuada, teniendo en cuenta la situación particular de cada acequia y las ventajas e inconvenientes de cada tipología aplicadas a dicho caso particular.**

En este sentido, la propuesta de solución técnica para actuaciones lineales sigue el siguiente orden de prioridad:

- 1º. Donde la orografía y condiciones hidráulicas lo permiten, siempre se opta por la **ALTERNATIVA 2: MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE LA RED DE RIEGO INSTALANDO CONDUCCIONES CERRADAS FORMADAS POR TUBERÍAS ENTERRADAS**, atendiendo principalmente a que **es la que mayor eficiencia hídrica y mayor ahorro de agua puede**

**conseguir, con menor inversión y menores costes de explotación.** Además, favorece la implantación de sistemas de riego más eficientes, así como cultivos de mayor rentabilidad asociados a riego por goteo, principalmente.

- 2º. Cuando el estado de conservación de la acequia actual lo permite, se opta por la ALTERNATIVA 3: MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE LAS REDES DE RIEGO MEDIANTE IMPERMEABILIZACIÓN DE LAS ACEQUIAS ACTUALES, puesto que se **consigue un considerable incremento de la eficiencia hídrica con una reducida inversión**, en comparación con la que sería necesaria si hubiera que ejecutar una infraestructura nueva.
- 3º. Cuando por razones de orografía no hay desnivel que permita una piezométrica suficiente para el diseño de una conducción cerrada de baja presión (sin bombeo), se opta por la ALTERNATIVA 1: MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE LAS REDES DE RIEGO ACTUALES INSTALANDO CONDUCCIONES ABIERTAS FORMADAS POR ACEQUIAS PREFABRICADAS, puesto que aporta una mejora considerable de la eficiencia hídrica cuando el estado de conservación de la acequia actual no hace posible limitar la mejora a una impermeabilización.
- 4º. Si se actúa en un tramo intermedio y tanto aguas arriba como aguas abajo hay actualmente una conducción abierta (acequia) en buen estado, se opta también por la ALTERNATIVA 1: MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE LAS REDES DE RIEGO ACTUALES INSTALANDO CONDUCCIONES ABIERTAS FORMADAS POR ACEQUIAS PREFABRICADAS, para mantener la continuidad de la red que actualmente está en buenas condiciones de servicio sobre la que no se actúa.
- 5º. La ALTERNATIVA 4: MEJORA Y MODERNIZACIÓN DE LA RED DE RIEGO INSTALANDO CONDUCCIONES CERRADAS FORMADAS POR TUBERÍAS ENTERRADAS PRESURIZADAS CON BOMBEO **queda descartada en todos los casos**, principalmente por el importante peso que tienen los inconvenientes vinculados a la necesidad de importantes infraestructuras para bombeo y suministro de energía, así como al coste energético asociado. También, por tratarse de actuaciones lineales que se realizan de forma parcial, en tanto que tienen como objeto la mejora en tramos concretos que imposibilita adoptar esta alternativa en muchos de los casos.

Si bien, donde sea previsible su necesidad, las tuberías proyectadas contarán con mayores timbrajes de los estrictamente necesarios, en previsión de que la red se pueda presurizar en un futuro.

## 6.2. SELECCIÓN DE MATERIALES PARA TUBERÍAS

### 6.2.1. Consideraciones generales sobre la selección del material de la tubería

En el presente trabajo, las tuberías son de gran relevancia, por lo que se considera de interés analizar los posibles materiales que podrían dar solución a las actuaciones que se pueden resolver mediante tubería.

Desde un punto de vista estrictamente hidráulico, el criterio de selección de un material pasaría únicamente por adoptar la tubería más lisa, puesto que, a igualdad de diámetros, se tiene la máxima capacidad de transporte. Esto, evidentemente, es un análisis muy simple, ya que seleccionar un material es una cuestión que depende de múltiples factores, como son coste, facilidad de transporte y montaje, resistencia a cargas internas y externas, protección requerida en función del tipo de terreno en que va a ser instalada y del agua a transportar, envejecimiento que puede experimentar, mantenimiento que requiere y tiempo de vida previsto.

No existe una solución óptima global. Todos los materiales tienen sus ventajas e inconvenientes y, en consecuencia, la solución adoptada lo debe hacer desde un escenario específico.

Desde el punto de vista de la ejecución, sería ideal que hubiese el menor número de tipologías diferentes de materiales, ya que facilitaría el montaje, las reparaciones, el almacenamiento de piezas. Si bien esto supondría un incremento económico, al no optimizar las conducciones en función de las propiedades de los materiales, además de los previsibles problemas de stock, al realizar grandes pedidos en un corto periodo. En contraposición, un cambio continuo de tipologías perjudicaría el mantenimiento al existir multitud de juntas entre diferentes materiales que requieren piezas especiales. Por tanto, es necesario encontrar un equilibrio entre las diferentes propiedades de los materiales, características hidráulicas, estructurales, económicas... que hagan que el diseño de la red sea sólido desde el punto de vista de la explotación y mantenimiento.

El mayor diámetro requerido en el proyecto es de 1016 mm, aunque la gran mayoría de las tuberías del proyecto se requieren en diámetros de hasta 800 mm. Aún así, el rango **de diámetros** es amplio, **comprendido entre 110 y 1016 mm**.

Las presiones de servicio, sin embargo, son siempre bajas, inferiores a 6 atm. Solo en casos puntuales, donde podría requerirse mayor presión a futuro, se podría pensar en presiones hasta 10-12 atm.

Se estudian los siguientes materiales habituales para tuberías a presión:

- Materiales plásticos (PVC, PE y PRFV).
- Fundición.
- Acero.
- Hormigón armado.

Para la elaboración de este estudio, se ha recabado información relativa a costes de suministro, transporte, rendimientos de montaje de tuberías, protección de las tuberías frente a agentes nocivos, bondades y desventajas técnicas de cada una de ellas, capacidades máximas o los tipos de juntas, entre otros.

### 6.2.2. Propuesta de materiales

A raíz de la información de partida y del análisis realizado, **toda la red se propone inicialmente en PVC-U y PVC-O, salvo para diámetros mayores, que se propone en acero**, según lo siguiente:

- Todas las tuberías de diámetro  $\leq 800$  mm se proponen en PVC, por su adecuado funcionamiento y competitividad en costes para esta aplicación y rangos de diámetros necesarios.
- Se propone PVC-U PN 10 para las tuberías de diámetro  $\leq 500$  mm, considerado las ventajas mecánicas que aporta el timbraje PN10 ante recubrimientos mínimos y teniendo en cuenta la posibilidad de presurizar la red a futuro. Solo si se estima totalmente innecesario de cara a futuro, se proyectará PN 6 atm. Aunque el PVC-O es ligeramente más barato que el PVC-U para timbraje  $>6$  atm en este rango de diámetros, se opta por el PVC-U por haber mayor disponibilidad de fabricación y de piezas especiales, además de aportar ventajas ante cargas externas. También presenta mayor versatilidad de piezas especiales y más opciones de montaje, que facilita el mantenimiento.

Solo se considera el PVC-O en diámetros  $\leq 500$  mm si la actuación inicia en diámetros mayores en este material, para evitar cambios de material a mitad de trazado.

- Cuando las tuberías son de diámetro  $> 500$  mm y  $\leq 800$  mm, se proponen en PVC-O, puesto que no hay PVC-U para ese rango de diámetros. El diámetro 630 mm también se propone en PVC-O porque el diferencial de precio con el PVC-U PN-10 es demasiado grande.
- Las tuberías de diámetro  $> 800$  mm se proponen en acero helicoidal con junta soldada abocardada, atendiendo fundamentalmente a que, en comparación con la de hormigón con camisa de chapa, es menos frágil, de mayor facilidad en la instalación y de más fácil reparación, además de ser de menor precio de ejecución. Respecto al PVC-O, el acero es más barato y cuenta con mayor disponibilidad, además de tener mejores características mecánicas para este rango de diámetros.

### 6.3. SELECCIÓN DE TIPOLOGÍA DE ACEQUIAS

En el caso de las acequias, las alternativas planteadas son más limitadas:

- Acequias de hormigón ejecutadas in situ.
- Acequias de hormigón prefabricadas.
- Acequias de tierra con impermeabilización (se descarta por el importante coste asociado al movimiento de tierras de préstamo que sería necesario).

En este caso, siempre **se opta por elementos de hormigón prefabricados** (tanto en acequias como en otros elementos como arquetas, etc. siempre que es posible por sus dimensiones) por presentar las siguientes ventajas:

- Se reducen enormemente las tareas auxiliares y la mano de obra necesaria para la ejecución.
- No requiere encofrados.
- Su ejecución/fabricación no depende de la climatología.
- Se reduce el plazo de ejecución, aspecto muy importante tanto por el coste que ello conlleva como por la necesidad de ejecutar estas obras del proyecto fuera de campaña de riegos.
- Se mejora el nivel de control de calidad de la ejecución, al fabricarse en talleres más controlados. Así, la calidad del producto viene avalada por el fabricante en base a sus certificados y ensayos de calidad.
- Se generan menos residuos. Los métodos de construcción tradicionales requieren materiales adicionales que conducen a un mayor desperdicio. Sin embargo, dado que las piezas prefabricadas se construyen en una fábrica, los materiales adicionales se pueden reciclar internamente. Además del beneficio ambiental de reducir la cantidad de residuos, se reducen los costes asociados a la gestión de los mismos.
- También se genera durante la construcción menos polvo, ruidos, etc. y menos costes para minimizar esos inconvenientes: medidas para prevenir o reducir polvo y ruidos, etc.

- Se reducen riesgos laborales. Los procesos de montaje están completamente pautados para que cada trabajador cumpla con total seguridad las misiones que tiene encomendadas durante el proceso de unión de piezas.
- Menor coste económico. La mayoría de las ventajas expuestas anteriormente redundan en una reducción de costes. Además, se evita la posibilidad de contratistas o subcontratistas poco confiables.

Como inconveniente reseñable de las acequias prefabricadas, destacar que el suministro depende de la disponibilidad y rapidez de fabricación, para lo que hay que programar bien plazos de entrega necesarios.

Por tanto, tanto para las acequias como para los elementos puntuales que sus dimensiones sean asimilables a módulos prefabricados, **se opta por elementos prefabricados de hormigón por ser la solución más rápida, rentable y ecológica, que además asegura mejor la calidad del resultado final.**

## 7. DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

### 7.1. LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO

Las actuaciones de enmarcan en el entorno de la Comarca de las Vegas Altas del Guadiana, localizada en la zona Centro Oeste de la Comunidad Autónoma de Extremadura. El proyecto se localiza, según se dijo anteriormente, en la provincia de Badajoz y, en menor medida, en la provincia de Cáceres, viéndose afectados un total de 11 términos municipales: Acedera, Almoharín, Guareña, Don Benito, Madrigalejo, Medellín, Miajadas, Navalvillar de Pela, Santa Amalia, Villanueva de la Serena y Villar de Rena.

Esta zona se asienta sobre el valle fluvial existente en el tramo medio del río Guadiana, siendo de orografía fundamentalmente llana, con presencia de suaves ondulaciones. La altitud media está en torno a los 300 m sobre el nivel del mar, siendo sus extremos algunas formaciones que alcanzan hasta los 700 m en la Sierra de Pela y la cota del embalse de Orellana, situado a 318 m de altitud.

Desde el embalse de Orellana por la margen derecha del Guadiana y desde las presas de regulación de la margen derecha, el Canal de Orellana (con una longitud de 112,780 km y caudal en toma de 61 m<sup>3</sup>/s), se atienden las demandas de la Zona Regable de Orellana, la cual se enclava en la cuenca hidrográfica del río Guadiana, concretamente en la Cuenca Media de dicho río.

La zona tiene una base económica eminentemente agrícola con una rica e importante agroindustria asociada. El río Guadiana es el eje vertebrador y la base del motor de desarrollo del entorno es el regadío.

Territorialmente se distinguen dos zonas diferentes: una comprende el valle del Guadiana, de sección muy abierta que da lugar a extensas superficies, conformando la Vega Alta y que abarca la mayor parte del territorio de la zona de actuación y, la otra, ubicada en la zona sur de la Comarca, correspondiendo con la penillanura y las sierras.

Se trata de una zona muy cohesionada geográfica y funcionalmente, ya que sus localidades están integradas no sólo por un mismo entorno geográfico: la vega del Guadiana, sino que tienen unos mismos intereses económicos y territoriales.

Este territorio tiene importantes connotaciones urbanas, ya que aproximadamente el 60 por cien de la población reside en alguno de sus dos centros urbanos: Don Benito y Villanueva de la Serena.

Se puede hablar de dos ámbitos claramente diferenciados, el urbano y el rural. Sus más de 82.000 habitantes y su sector agrícola puntero hacen de esta Comarca uno de los territorios más ricos y poblados de Extremadura. La centralidad de la Comarca es compartida por sus dos ciudades.

Su base agrícola intensiva ha dado lugar a un territorio y a un paisaje profundamente humanizados y transformados. A pesar de ello, se conservan algunas zonas de especial valor ecológico. La posición de las Vegas Altas del Guadiana queda favorablemente marcada al asentarse sobre uno de los principales corredores de desarrollo de la región extremeña, el Corredor de las Vegas del Guadiana, definido por el regadío y las agroindustrias como motores económicos. Dicho Corredor tiene como eje natural al río Guadiana y se encuentra articulado por la autovía A-5 y la carretera N-430. En él se asientan cinco de las principales ciudades de la Región, entre ellas Badajoz y Mérida. La N-430 por el Norte y la EX-105 por el Sur, vertebran la Comarca de Oeste a Este y, desde ellas, se puede acceder a la mayoría de sus municipios.

Su posicionamiento es algo excéntrico en relación a los dos principales ejes de comunicación de la Región, definidos por la A-5 (Madrid-Lisboa) y la A-66 (Ruta de la Plata). La autovía EX-A2 ha roto la mala accesibilidad comarcal en su conexión con la A-5 y Madrid. Quedando pendiente su conexión por autovía con Badajoz y la A-66 a través de la futura A-43, actual N-430.

Vegas Altas, la comarca extremeña de regadío por excelencia, conserva áreas de gran valor medioambiental, como la sierra de Pela, los entornos del embalse de Orellana, las dehesas de la zona centro, las sierras del sur (Manchita-Cristina-Don Benito), así como ríos poco alterados (Ortigas y Guadámex, por ejemplo), que muestran formaciones vegetales mediterráneas asociadas a la encina y al matorral, donde viven especies zoológicas de gran interés ecológico y económico.

## 7.2. CLIMATOLOGÍA

La zona del estudio se caracteriza por un clima tipo mediterráneo, aunque sensiblemente continentalizado por su lejanía a este mar. Este clima se caracteriza por veranos anticiclónicos, secos y calurosos e inviernos lluviosos más o menos fríos.

Su temperatura media interanual se sitúa en torno a los 16°C y su nivel de precipitaciones lo hace en torno a los 652 mm., siendo los meses de otoño los más lluviosos y julio y agosto los menos lluviosos.

La humedad relativa media de los últimos 20 años es de 66,86%. La Humedad máxima relativa media es de 90,43% y la humedad mínima relativa media es de 38,31%, humedades acordes a una zona de regadío como la que ocupa la zona de estudio.

La media de la evapotranspiración potencial se encuentra en torno a los 1.300 mm, siendo el mes de julio de mayor evapotranspiración con 209 mm.

Los veranos son extremadamente largos, secos y calurosos, siendo las temperaturas medias de las máximas de aproximadamente 22°C, alcanzándose medias máximas absolutas de unos 41,5°C.

La primavera y el otoño son, por el contrario, cortos y suaves. En estas estaciones se concentran las lluvias; estas pueden retrasarse o adelantarse y alcanzar al invierno, que por regla general es seco. En los meses invernales raramente se alcanzan temperaturas inferiores a los 0°C, fluctuando las medias de las mínimas en torno a 11°C.

Debe hacerse mención a lo variable del clima de la comarca; así, se han datado años con unas precipitaciones casi nulas frente a otros de fuertes lluvias, y otros de fríos intensos en los cuales se han registrado incluso nevadas en contraposición con años de inviernos inusualmente suaves.

### 7.3. GEOLOGÍA, HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA

La zona se caracteriza por encontrarse en un amplio valle fluvial, de sección muy abierta, que da lugar a extensas superficies. En su mayoría están cubiertas por sedimentos terciarios, del Mioceno y Plioceno, y por suelos aluviales del Cuaternario. Por otro lado, una importante parte del territorio de la zona es una extensa penillanura. La penillanura de la Serena constituye un amplio territorio que conforma el sector más oriental de la meseta meridional peninsular. Es una llanura alomada con una altitud entorno a los 300 m., atravesada por pequeñas sierras paleozoicas que dominan el paisaje.

Respecto a la penillanura extremeña, se caracteriza por la presencia de suaves ondulaciones. Los materiales que componen este relieve están datados a medio camino entre el Precámbrico Superior y el Vendense. Éstos consisten en una potente sucesión de rocas eminentemente detríticas (Complejo Esquisto-Grauváquico) que penetran hasta varios miles de metros bajo el nivel superficial. Las formaciones rocosas que principal y casi únicamente componen estos materiales son grauvacas y lutitas, lo cual confiere una gran monotonía litológica a la zona.

Constituye uno de los ejemplos mejor conservados de modelado geomorfológico muy evolucionado sobre un zócalo de materiales precámbricos, lo que le confiere una sobresaliente importancia y representatividad.

Otras formaciones de génesis más reciente que se detectan en la zona son, de mayor a menor antigüedad, los afloramientos paleozoicos de cuarcitas y pizarras que abarcan todas las etapas del Ordovícico que se dan en las áreas más elevadas del entorno (Sierra de Pela, Cogolludos,...); las rañas pliocénicas que se extienden en superficies intermedias entre la Sierra de Pela y la localidad de Casas de Don Pedro.

Los rasgos geomorfológicos que presenta se pueden resumir en la existencia de grandes superficies planas o ligeramente inclinadas hacia el Atlántico, sobre las que discurre una red fluvial de carácter pluvial poco encajada, así como en la presencia de alineaciones montañosas paleozoicas en sentido este-oeste y sureste-noroeste que destacan claramente en el paisaje y que constituyen los principales obstáculos en las comunicaciones comarcales.

En algunos casos se presentan como auténticos relieves residuales. Si hay una característica que define la penillanura de la Serena es su extrema monotonía de llanura que se ve únicamente alterada por pequeñas elevaciones o por los cauces fluviales, en ocasiones muy encajados, como es el caso de la desembocadura del río Zújar. Además hay que destacar la producción de fenómenos de erosión diferencial que tienen como resultado las formas denominadas “dientes de perro” o “dientes de sierra”. Son formaciones de modelado a pequeña escala con control litológico-erosivo.

Las zonas de cola de embalse en la margen derecha, se caracterizan por terrazas fluviales cuaternarias.

La zona de estudio se enmarca dentro de la cuenca hidrográfica del río Guadiana.

Según se recoge en la Memoria del Plan Hidrológico de Cuenca Guadiana vigente, la cuenca del río Guadiana comprendida desde el Embalse de Orellana hasta Mérida, presenta aguas superficiales que en conjunto tienen buena calidad.

El ámbito de proyecto se localiza en la margen derecha del río Guadiana, emplazándose en las siguientes subcuencas hidrográficas:

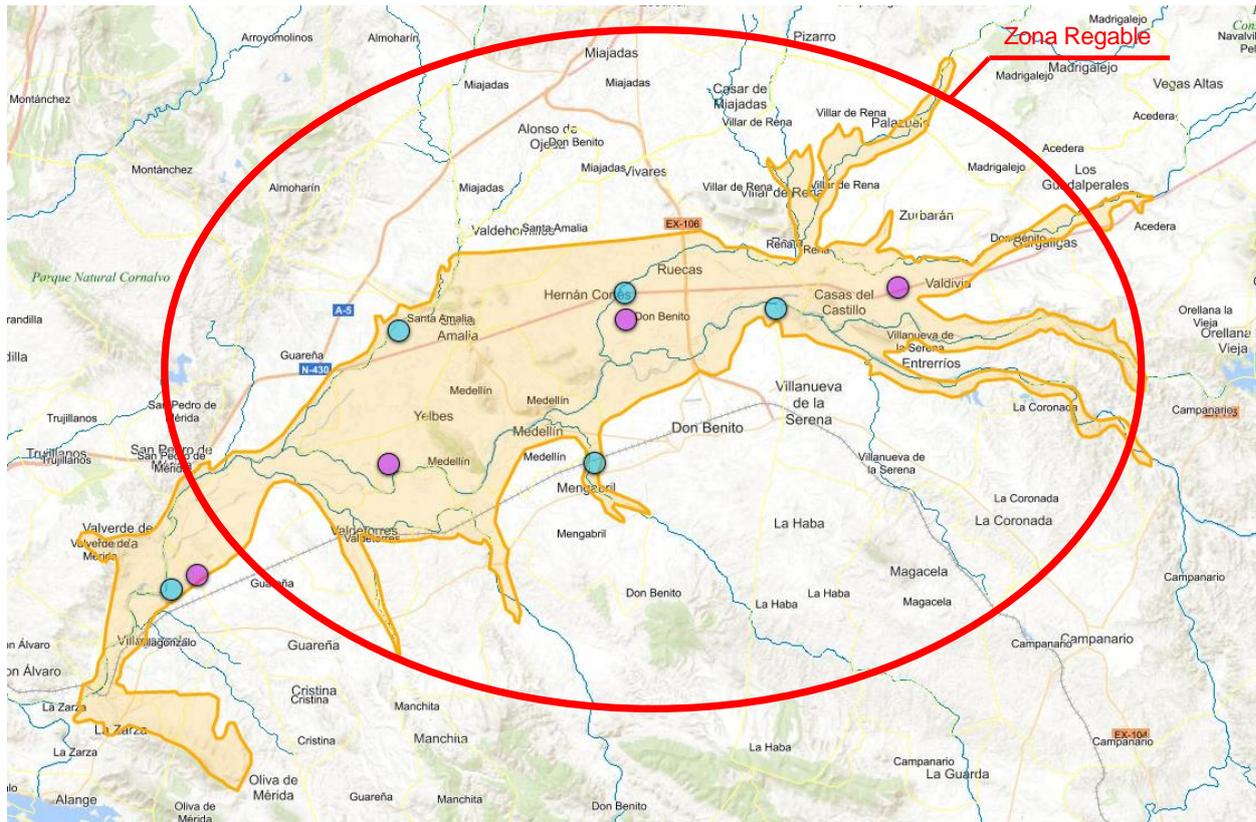
- Subcuenca del río Rucas
- Subcuenca del río Guadiana
- Subcuenca del río Gargáligas
- Subcuenca del río Cubilar
- Subcuenca del río Búrdalo
- Subcuenca del río Alcollarín
- Subcuenca del arroyo Tamujoso
- Subcuenca del arroyo Pizarroso
- Subcuenca del arroyo Saltillo
- Subcuenca del arroyo Hornillo
- Subcuenca del arroyo de las Parrillas
- Subcuenca del arroyo de Carrascalejo
- Subcuenca del arroyo Caganchez

En cuanto a la hidrogeología, parte del ámbito del proyecto se enclava sobre una de estas masas de agua, concretamente la 041.016 Vegas Altas (ES040MSBT000030597), la cual se localiza en la parte más septentrional de la provincia de Badajoz, al noroeste del embalse de Orellana. Esta masa comprende los depósitos aluviales de la cuenca del Guadiana y sus afluentes entre las poblaciones de Acedera, al este, y Zarza de Alange, al suroeste.

Se diferencian dos acuíferos superpuestos. El acuífero principal corresponde a los materiales aluviales cuaternarios en régimen libre, con transmisividades medias y altas (100 a 500 m<sup>2</sup>/día). El acuífero Mioceno confinado, varía desde prácticamente cero en las arcillas, hasta un valor máximo puntual de 1300 m<sup>2</sup>/día en las gravas limpias. Generalmente presenta valores medios de 1-10 m<sup>2</sup>/día.

Los materiales están formados por cantos con matriz arcillo-arenosa, arena y gravas con 10-40 m de espesor del Cuaternario, depositados sobre materiales terciarios formados por conglomerados, areniscas y lutitas. El zócalo corresponde a rocas fuertemente deformadas, constituidas por metasedimentos y rocas ígneas hercínicas del Precámbrico- Cámbrico (Complejo esquisto grauváquico y granitoides: Macizo Hercínico).

La masa se extiende por la cuenca cenozoica del Guadiana, la cual posee una geometría irregular como consecuencia de la fracturación en bloques. A comienzos del Mioceno se formó un paleo relieve que, al rellenarse por sedimentos, dio lugar a una llanura y con montes isla. Las irregularidades de este zócalo hacen muy difícil la extrapolación de secuencias sedimentarias fuera de su entorno inmediato. El espesor medio de la cubeta terciaria se sitúa entre 70 y 150 metros. La masa de agua comprende los depósitos cuaternarios aluviales del río Guadiana y sus afluentes el Búrdalo, Rucas, Gargáligas, Zújar, Guadamez y Ortigas y los depósitos eólicos de arenas en Facies Mengabril, que cubren el Terciario o el sustrato hercínico.



**Ilustración 3.-Situación de la masa de agua subterránea 041.016 Vegas Altas.**

Según el Plan Hidrológico de la demarcación para el ciclo 2015-2021 (anterior) y 2022-2027 (vigente), la masa se encuentra actualmente en Buen estado cuantitativo y Mal estado químico, por lo que su estado global es Malo. El Plan hidrológico prevé que se alcance el buen estado químico en 2033.

## 8. CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Los criterios generales de carácter técnico que se han considerado para diseñar las distintas soluciones han sido los siguientes:

- Se actúa en las acequias o tramos de acequia actuales que se encuentran en estado más deficiente o de mayor necesidad de actuación, seleccionados por la Comunidad General de Usuarios.
- Las soluciones técnicas procurarán la mayor eficiencia hídrica posible, manteniendo o mejorando las condiciones de servicio mínimas iniciales. Estas soluciones priorizarán la sustitución de conducciones actuales por conducciones cerradas formadas por tuberías enterradas, incorporando equipos de control y medición que mejoren la gestión del consumo de agua.
- El estudio y diseño de cada actuación se realiza de forma individualizada, de acuerdo a sus características y necesidades particulares.

- Como mínimo, la nueva infraestructura debe poder transportar los caudales actualmente vehiculados, con sistema de riego idéntico al actual. Se procura mejorar las condiciones de servicio donde la topografía y solución lo permite.
- Los puntos de derivación de las acequias desde el Canal de Orellana o de los Canales Secundarios se mantienen. Igualmente, se procura ir sobre los trazados actuales que ya cuentan con los terrenos y servidumbres necesarios.
- El sistema de riego se diseña por gravedad (sin bombeo), aunque en las conducciones enterradas en tubería se buscará mantener el máximo nivel piezométrico posible y se tendrá en cuenta la posible presurización en el futuro.
- Los elementos de regulación y control que requieran energía eléctrica para su funcionamiento, contarán con sistema de alimentación energética integrado mediante sistema fotovoltaico, evitando instalaciones de suministro eléctrico y consumo de energía asociado.
- La duración y programación de las obras se adaptará a los periodos de riego de la zona, permitiendo el normal desarrollo de las campañas de riego. Cada actuación debe quedar totalmente operativa en el periodo sin riego en el que se inicie, puesto que la instalación actual quedará completamente sustituida por la instalación proyectada.
- Todos los caminos y otras infraestructuras afectadas serán repuestos para dejarlos en el mismo estado funcional que tenían antes del inicio de las actuaciones.

## 9. INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 9.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Para la redacción del presente proyecto se ha realizado una campaña geotécnica en el ámbito de las actuaciones previstas. En el [Anejo nº 6. Estudio Geotécnico](#) se incorpora el estudio geotécnico elaborado que incorpora los resultados de la campaña de ensayos, la descripción del encuadre geológico y de las características del subsuelo, realizando finalmente un análisis de la información obtenida y las recomendaciones oportunas, principalmente referidas a los taludes de excavación y a las cimentaciones donde la canalización no va enterrada.

#### 9.1.1. Trabajos realizados

En primer lugar, se ha examinado la documentación bibliográfica y cartográfica que se ha recopilado de la geología general del área de estudio.

A continuación, se ha llevado a cabo una campaña de reconocimiento para la interpretación geotécnica del terreno de la zona objeto de estudio. La campaña global de reconocimientos consta de cuarenta y una (41) calicatas y nueve (9) ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H.

Sobre las muestras obtenidas en las calicatas, se han realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

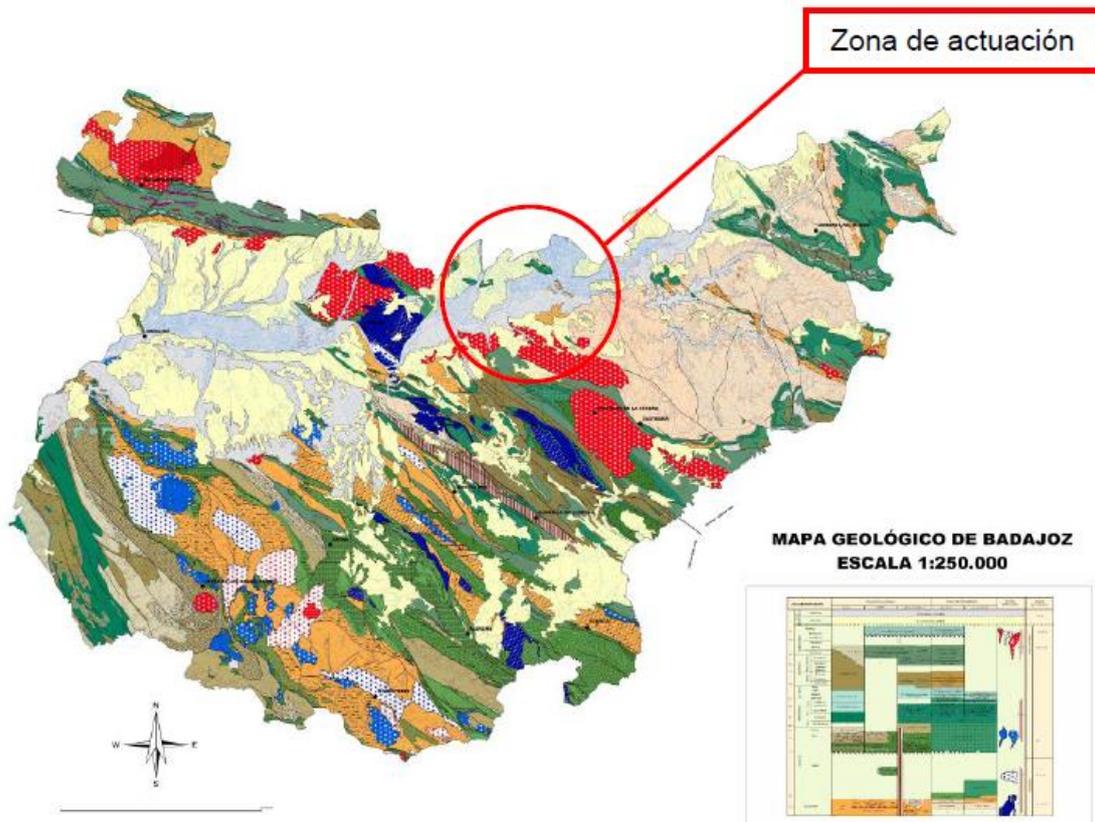
ENSAYOS DE LABORATORIO	UNIDADES
APERTURA Y DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS (ASTM-D2488)	37
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103101/95)	37
LÍMITES DE ATTERBERG (UNE 103103/94 Y 103104/94)	37
HUMEDAD DE UN SUELO MEDIANTE SECADO EN ESTUFA (UNE 103300/93)	37
DENSIDAD APARENTE MEDIANTE BALANZA HIDROSTÁTICA (UNE 103301/94)	37
ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO (UNE 103-501-94)	12
ÍNDICE DE C.B.R. EN LABORATORIO (UNE 103-502:1995)	5
CORTE DIRECTO DE UN SUELO. CONSOLIDADO – DRENADO (UNE 103401/96)	32

**Tabla 7. Ensayos de laboratorio del Estudio Geotécnico**

### 9.1.2. Encuadre geológico

La zona de actuación pertenece geológicamente a la Zona Centro Ibérica, según la división propuesta por LTZE (1945) y JULIVERT et al. (1974).

La zona se enmarca, dentro del dominio hercínico, en la conocida como «Zona Centro Ibérica Meridional» de JULIVERT et al. (1972), resultado de la fusión de las zonas Galaico-Castellana y Lusitana-Alcudiense propuestas por LOTZE (1945), formando parte de los Montes de Toledo.



*Ilustración 4.- Mapa geológico 1:250.000 de la provincia de Badajoz publicada por el IGME.*

Los materiales aflorantes se pueden agrupar en tres grandes unidades geológicas. Los sedimentos cenozoicos y cuaternarios que rellenan la cuenca Media del Guadiana y el sustrato rocoso que a su vez se puede subdividir en materiales preordovícicos y los pertenecientes al ciclo paleozoico.

Los sedimentos cenozoicos se disponen discordantes sobre el sustrato neoproterozoico-paleozoico son depósitos continentales aluviales y lacustres, siguiendo un patrón que se cumple a grandes rasgos: las facies marginales están representados por coladas de fango, derrubios de laderas y sedimentos fluviales de rellenos de canales anastomosados y las facies centrales corresponden a sedimentos finos de llanura de inundación pudiendo existir también niveles depositados en medios lacustres.

El ciclo cuaternario tiene un carácter fundamentalmente erosivo. La apertura de la cuenca endorreica miocena hacia el Atlántico, marca el inicio de importantes procesos erosivos que continúan actualmente. La sedimentación que se desarrolla es fundamentalmente de tipo aluvial y coluvial e incluye terraza coluviales y aluviales.

Los materiales con edades comprendidas entre el Neoproterozoico y el Cámbrico Inferior más bajo, afloran extensamente en la ZCI. Tradicionalmente son los incluidos dentro del Complejo Esquisto-Grauváquico, un conjunto de materiales detríticos, pizarrosos y grauváquicos que afloran a muro de la Cuarcita Armoricana.

En términos generales los materiales paleozoicos de la ZCI son series muy condensadas y con potencias menores a las observadas en la ZOM.

En el ámbito de actuación, a partir de los trabajos de reconocimiento del terreno realizados, se detectan los siguientes niveles geotécnicos:

- N-0: TIERRA VEGETAL / RELLENO ANTRÓPICO:

Corresponde con el horizonte vegetal existente, rico en materia orgánica y restos vegetales. En general muestra una potencia media del orden de 0,4-0,5 m, con algunas zonas puntuales de rellenos de mayor espesor.

- N-1: ALUVIAL Y FONDO DE VALLE:

Los materiales de este nivel corresponden con los depósitos más modernos, depositados por la red de drenaje, el río Guadiana como arteria principal y los río Zújar, Gargáligas, Rucas, Búrdalo...y la multitud de arroyos y quebradas de menor entidad que desaguan en los anteriores.

Este nivel aparece a muro del nivel N-0, Tierra vegetal/relleno antrópico, se ha detectado en las calicatas C-1, C-2, C-6, C-12, C-17, C-18, C-20, C-21, C-22, C-23, C-24, C-27, C-28 y C-30. Está constituido por una gran variedad de materiales, desde el tamaño limo al de gravas. Como en las típicas secuencias fluviales, los depósitos más groseros aparecen a muro y se forman secuencias grano decrecientes.

N-2: TERRAZAS ALUVIALES:

Se trata de otro tipo de depósitos de origen aluvial, generalmente de naturaleza grosera. Los cauces fluviales van erosionando su nivel base dejando colgados los depósitos anteriormente depositados por el mismo.

Este nivel aparece a muro del nivel N-0, Tierra vegetal/relleno antrópico. Se han detectado en las calicatas C-5, C-7, C-15, C-26 y C-36. Únicamente en esta última (C-36) se ha alcanzado el contacto con los materiales infrayacentes, a la profundidad de 1,4 m., en el resto se alcanzó una profundidad de investigación máxima de 2,8 m.

Está constituido por unas gravas cuarcíticas subredondeadas y heterométricas en una matriz arenosa.

- N-3: GLACIS:

Este tipo de materiales son el resultado de los procesos de regularización de vertientes, por lo que los materiales removilizados son los mismos que los observados en los relieves adyacentes. Este nivel aparece a muro del nivel N-0, Tierra vegetal/relleno antrópico. Se han detectado en las calicatas C-19, C-26, C-34, C-35 y C-38. En ninguna de ellas se ha alcanzado el contacto con los materiales infrayacentes, y la profundidad de investigación máxima fue de 2,9 m.

Está constituido por unas arenas y gravas cuarcíticas subredondeadas y heterométricas en una matriz arenosa. La proporción de grava varía de unos puntos a otros, pudiendo hablar de gravas con arenas y/o arenas con algo de grava.

- N-4: COLUVIAL:

Dentro de este nivel incluimos otro tipo de depósitos resultado del proceso de regularización de vertientes, aunque de menor extensión que los anteriores, y situados al pie de relieves de cierta entidad, los depósitos coluviales. Este nivel aparece a muro del nivel N-0, Tierra vegetal/relleno antrópico. Se han detectado en las calicatas C-10, C-21 y C-41. En las

calicatas C-10 y C-41 se ha detectado el contacto con los materiales infrayacentes a la profundidad de 1,5 y 2,15 m. respectivamente. En la C-21 no se ha llegado a detectar y se ha alcanzado una profundidad máxima de investigación de 3,1 m.

Está constituido por unas arenas arcillosas que incluye núcleos, ripios y gravas de diferente naturaleza dependiendo del área madre (granito, pizarras, conglomerado...).

- N-5: RAÑA:

Se trataría, lo mismo que los niveles N-3 y N-4 del resultado de procesos de regularización de vertientes, pero en este caso, son de edad más antigua y se producen en plataformas extensa con suaves pendientes. Este nivel aparece en todos los casos por debajo del nivel N-0, Tierra vegetal/relleno antrópico y se continúan hasta el final de las calicatas, en las que se ha alcanzado la profundidad máxima de 2,8 m. Se ha detectado en las calicatas C-25, C-31, C-32 y C-33.

Está constituido por unas arenas y gravas de diferente naturaleza dependiendo del área madre en una matriz arenosa. La proporción de grava varía de unos puntos a otros, pudiendo hablar de gravas con arenas y/o arenas con algo de grava.

- N-6: TERCIARIO:

Este nivel está compuesto por depósito detríticos y continentales, resultado del relleno de la cuenca del Guadiana. Aparece en las calicatas C-3, C-9, C-10, C-11, C-12, C-16, C-17, C-29, C-36 y C-37.

Se ha detectado por debajo de la tierra vegetal en la mayoría de ellas, salvo en las calicatas C-10, C-12, C-17 y C-36, en las que aparece por debajo de los depósitos aluviales y/o coluvionales. En ninguna de ellas se ha detectado el contacto entre este nivel y el infrayacente, siendo la profundidad máxima de investigación de 2,9 m.

Se trata de un nivel compuesto por unas arcillas arenosas de consistencia muy firme a dura.

- N-7: PIZARRA Y ESQUISTO ALTERADO IV-V:

Este nivel aparece por debajo del nivel N-0, Tierra vegetal/relleno antrópico, y se continúa hasta una profundidad variable entre 0,75, 1,0 y 2,0 m. en las calicatas C-13, C-14 y C-4/C-40 respectivamente.

Las pizarras y/o esquistos pueden estar afectadas por una alteración penetrativa, a veces muy intensa de manera que transforma las primitivas rocas metamórficas en un suelo residual de tipo cohesivo (arcillas limosas, que pueden incluir algunos fragmentos de roca de tipo metamórfico en el que se puede distinguir su esquistosidad) recubriendo la roca sana. Todo este conjunto, sigue las pautas del perfil típico de meteorización de un macizo metamórfico, constituido por niveles de roca diferenciados por su grado de alteración, normalmente decreciente con la profundidad, y distribuidos de forma irregular tanto en planta como en alzado, ya que la penetración de la meteorización en la roca, en principio homogénea a partir de la superficie, se ve alterada por la presencia de fracturas en la roca que favorecen la penetración localizada de la meteorización producida por los agentes atmosféricos, o por circunstancias topográficas.

Por este motivo, en ocasiones se produce un perfil de meteorización muy irregular, en el que resulta difícil correlacionar los distintos niveles, aun estando éstos relativamente próximos.

- N-8: PIZARRA Y ESQUISTO SANO O GRADO ALT.  $\leq$  III:

Este nivel aparece a muro del nivel N-7, Pizarra y esquisto alterado IV-V, con un espesor que no ha podido determinarse porque no se ha alcanzado el muro de la formación pero, aun así, aunque desconocemos su potencia bajo la cota de los ensayos realizados, por los datos bibliográficos y de otros estudios realizados por PAYMACOTAS EXTREMADURA S.L.U. en la zona, se estima el espesor de este nivel como suficiente para suponer que mantendrá unas características más o menos homogéneas y similares a las encontradas, al menos en una profundidad suficiente para caracterizar correctamente la zona de influencia de la cimentación.

Se trata de un nivel formado por pizarras y esquistos con grado de alteración II-III, de color gris verdoso con óxidos de hierro. Podría decirse que se trata de una roca bastante sana, que aparece a techo bastante fracturada.

Las altas cualidades resistentes de los materiales que conforman este nivel agotaron las prestaciones mecánicas de la maquinaria empleada para la realización de las calicatas y/o las penetraciones dinámicas, obteniendo valores de rechazo sistemáticamente.

No se pudo recoger muestras de los materiales de este nivel, sin embargo, la ISRM (International Society for Rock Mechanics) clasifica a este tipo de rocas como rocas de resistencia variable entre blanda y dura.

### 9.1.3. Nivel freático e hidrogeología

En la campaña de ensayos directos de campo realizados en la zona de estudio (agosto de 2022) se ha detectado agua en alguna de las calicatas realizadas; sin embargo, la rotura en algunos puntos de la acequia y la proximidad de ésta al punto de ejecución de las calicatas, hace suponer que no se trata de un nivel freático s.s. sino más bien de filtraciones de agua.

Suponiendo que el agua detectada sea aportaciones de la acequia y que en realidad no se haya detectado un nivel freático s.s., se debe tener en cuenta que esta situación no debe considerarse estable, ya que la profundidad del nivel freático experimenta variaciones en el tiempo derivadas del régimen hídrico de precipitaciones, de las condiciones hidrogeológicas, etc.

En el caso de que durante la excavación de la cimentación apareciese agua se deberá avisar a este laboratorio para recoger una muestra y así poder analizar la su agresividad al hormigón.

### 9.1.4. Conclusiones y recomendaciones más importantes

#### a) Cimentaciones

Para la cimentación sobre suelos cohesivos mediante zapatas aisladas y dimensiones propuestas se calculan asientos admisibles en los niveles correspondientes.

Señalar que con el fin de eliminar el riesgo de que se produzcan asientos diferenciales entre apoyos próximos, se deberán tener en cuenta los aspectos siguientes:

- En ningún caso se deberá cimentar sobre el nivel N-0, Tierra vegetal/relleno antrópico.
- Todos los apoyos de las estructuras deben descansar sobre la misma unidad geotécnica.

- Si en alguno de los puntos, a la cota de cimentación de proyecto, no aflorase el nivel previsto de cimentación, será necesario sobreexcavar el cajeadado hasta alcanzar dicho nivel litológico.
- El hormigonado de las zapatas se debe realizar inmediatamente después de finalizar la excavación y preparar el fondo, tratándose con ellos de evitar la meteorización del fondo de la excavación.

### **b) Estabilidad de taludes**

El estudio de la estabilidad de taludes en general se plantea considerando dos casos que tienen un tratamiento de análisis diferente. Por un lado, los desmontes en materiales tipo suelo en los que pueden producirse roturas, con superficies desarrolladas de la masa de suelo, y por otro, los materiales rocosos en los que la rotura viene inducida por la existencia de juntas o discontinuidades.

Tal y como se ha comprobado en los ensayos geotécnicos realizados, la mayor parte de los terrenos estudiados están formados por materiales tipo suelo.

Para el estudio de los taludes a excavar en los materiales tipo suelo se ha considerado oportuno realizar unos cálculos de estabilidad asimilando cada nivel de terreno a un medio homogéneo, caracterizado por su peso específico y los parámetros resistentes del ángulo de rozamiento y la cohesión, y en el que se produce una rotura de tipo circular.

Los métodos de análisis de estabilidad de taludes tipo suelo se fundamentan en procedimientos denominados de equilibrio límite, que consisten en suponer el equilibrio de la masa de suelo en relación a sus condiciones críticas, mediante la consideración de un factor de seguridad.

Estos métodos, algunos de ellos muy utilizados desde hace décadas, proporcionan resultados razonables próximos a la realidad, siempre que se utilicen cabalmente los parámetros geomecánicos representativos de la masa de suelo.

El tipo de zanja prevista, conforme a las secciones tipo proyectadas, son todas con talud de tipo 1H/3V y la altura máxima de aproximadamente 3,60 m.

El cálculo de estabilidad para las secciones propuestas en cada uno de los niveles litológicos presentes, realizado por el método Bishop, Janbu simplificado y Morgenrtern-Price, resulta en todos los casos con coeficientes de seguridad superiores al 1,5 establecido como mínimo, incluso en las condiciones hidrogeológicas más desfavorables, que corresponden con la presencia de agua, salvo en el Nivel N-2: TERRAZAS ALUVIALES, en el que los taludes deberán realizarse 2H/3V en caso de detectarse presencia de agua durante la excavación.

En cualquier caso, en base a las recomendaciones marcadas en la nota técnica de prevención NTP 278, "Zanjas: prevención del desprendimiento de tierras" emitida por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, en caso de alcanzar algún nivel freático (no detectado en ninguna de las calicatas salvo el agua procedente de las roturas que presenta la acequia), los cortes de las paredes deberán ser entibados.

### **c) Excavabilidad**

De acuerdo con los criterios del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) del Ministerio de Fomento, todos los niveles detectados, salvo el nivel

N-8, pizarra y esquisto sano o grado alt.  $\leq$  III, se consideran como “excavaciones en tierra”, es decir, serán excavables con medios mecánicos convencionales.

En caso de ser necesario la excavación del macizo rocoso sano, esta se realizará mediante retroexcavadoras de gran potencia con ayuda de martillos neumáticos.

## 9.2. ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

Para el presente proyecto se ha realizado un estudio arqueológico con objeto de evaluar los posibles impactos que sobre los posibles elementos arqueológicos pueda suponer el **Proyecto de modernización e implantación de nuevas tecnologías y la mejora de la eficiencia energética en la zona regable del Canal de Orellana (Badajoz y Cáceres)** y, a su vez, proponer las medidas correctoras que amortigüen dichos impactos.

El resultado de la prospección arqueológica realizada ha quedado plasmado en la Memoria de Prospección arqueológica que se incorpora en el [Anejo nº 8. Estudio arqueológico](#).

Para la elaboración del estudio, previamente se solicitó a la Dirección General de Bibliotecas, Archivos y Patrimonio Cultural la correspondiente solicitud para llevar a cabo el Proyecto de prospección arqueológica para el presente proyecto, realizada dicha solicitud por parte de la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana bajo la dirección de la arqueóloga Doña Aroa Casado Rodríguez. Dicha solicitud se realizó el 2 de septiembre de 2022, quedando autorizada la realización de la prospección arqueológica el 27 de septiembre de 2022.

Como síntesis de los trabajos arqueológicos realizados y que se presentan en la Memoria de Prospección arqueológica realizada, se destaca lo siguiente:

Durante las labores de prospección en las zonas donde se llevará a cabo el proyecto, se han documentado:

- Hallazgo aislado de dos elementos arqueológicos nuevos de interés: dos piedras de señalización de linde.
- Dos elementos etnológicos: Un redil/cercado de mampuestos de pizarra, cuarcita y granito de grandes dimensiones y una casa en ruinas con zócalo de piedras y paredes de barro.
- Ningún yacimiento arqueológico.

En este sentido, teniendo en cuenta lo que se describe en la Memoria de Prospección arqueológica relativo al estado de los terrenos y la metodología utilizada en la prospección, se señala que los resultados obtenidos durante la citada prospección arqueológica han resultado positivos en elementos etnológicos y positivos en el área de dispersión arqueológica.

En cualquier caso, aun siendo positivos los resultados en elementos etnográficos y hallazgos aislados, no afectan directamente las obras proyectadas por su distancia a las actuaciones.

La zona presenta yacimientos arqueológicos cercanos que se encuentren localizados en la carta arqueológica, pero no se ven afectados directamente por su dispersión.

En respuesta a la documentación presentada, el Servicio de Patrimonio Cultural y Archivos Históricos emitió informe de viabilidad con fecha 07/11/22, en el que se propone informar favorablemente, condicionado al cumplimiento a una serie de medidas correctoras señaladas en el propio informe, que se incluye igualmente en el [Anejo nº 8. Estudio arqueológico](#).

Las medidas correctoras hacen referencia al seguimiento y control arqueológico durante la ejecución de las obras de movimiento de tierras bajo rasante natural y a la protección de los elementos etnográficos conforme a la legislación relacionada en vigor.

Dichas medidas han sido consideradas en el proyecto.

### 9.3. INGENIERÍA DEL DISEÑO

#### 9.3.1. Sistema de riego. Parámetros definitorios

El sistema de transporte y distribución de riego hasta parcela se realiza actualmente en lámina libre, por gravedad. Las actuaciones consisten en sustituir las actuales acequias por tuberías o por nuevas acequias.

Los regantes se están adaptando a riegos más eficientes en parcela, mediante instalaciones internas que lo permitan (tipo balsas y sistemas de presurización para riegos por goteo). La Comunidad General de Usuarios no emplea bombeos para dar presión al riego, siendo toda la distribución a nivel de comunidad de regantes por gravedad.

La variabilidad de sistemas de riego y cultivos es amplia en la zona regable y esa misma variabilidad se presenta en la superficie que se ve beneficiada por las actuaciones.

La determinación de la frecuencia y dosis de riego estará supeditada a las recomendaciones de cálculo de necesidades previstas en las medidas ambientales del proyecto, con apoyo de la monitorización de humedad del suelo.

Como resumen de los datos disponibles, se presenta el resumen de resultados:

Tipo de cultivo	Superficie total (ha)	Superficie Goteo (ha)	Superficie Inundación (ha)	Superficie Pie (ha)	Superficie Surco (ha)	Superficie no riego (ha)
Alfalfa	9,06	0,00	0,00	9,06	0,00	0,00
Almendro	87,73	87,73	0,00	0,00	0,00	0,00
Arroz	1.530,19	0,00	1.530,19	0,00	0,00	0,00
Barbecho o cereal seco	49,80	0,00	0,00	0,00	0,00	49,80
Brócoli	3,46	3,46	0,00	0,00	0,00	0,00
Calabacín	7,15	3,65	0,00	0,00	3,50	0,00
Espárragos	1,25	1,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Frutal	938,91	774,25	0,00	0,00	164,66	0,00
Girasol	121,04	24,94	0,00	0,00	96,10	0,00
Higuera	42,70	8,52	0,00	0,00	34,18	0,00
Industria	8,82	0,00	0,00	0,00	0,00	8,82
Maíz	1.666,44	585,41	0,00	0,00	1.081,02	0,00
Marihuana	2,99	2,89	0,00	0,00	0,10	0,00
Melón o sandía	45,58	0,00	0,00	0,00	45,58	0,00
Nogal	4,03	4,03	0,00	0,00	0,00	0,00
Olivo	211,81	188,49	0,00	0,00	23,32	0,00
Patata	8,51	0,00	0,00	0,00	8,51	0,00
Pistacho	5,23	2,40	0,00	0,00	2,82	0,00
Pradera	62,37	0,00	0,00	62,37	0,00	0,00

Tipo de cultivo	Superficie total (ha)	Superficie Goteo (ha)	Superficie Inundación (ha)	Superficie Pie (ha)	Superficie Surco (ha)	Superficie no riego (ha)
Tomate	1.013,89	899,57	0,00	0,00	114,33	0,00
Viña	5,46	5,46	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>5.826,42</b>	<b>2.592,05</b>	<b>1.530,19</b>	<b>71,43</b>	<b>1.574,13</b>	<b>58,62</b>

*Tabla 8. Superficie directamente beneficiada, por cultivos y sistema de riego*

El criterio general para el diseño de las nuevas conducciones ha sido mantener los caudales de las actuales conducciones que se sustituyen. Sin embargo, para el caso de sustitución por tuberías conformando redes entubadas a baja presión se han tenido en cuenta algunos condicionantes, de cara a contar con la flexibilidad que aporta al sistema en lámina libre.

En particular, los parámetros tenidos en cuenta han sido los siguientes:

#### **a) Conducciones en tubería**

##### **Sistema de riego y organización: demanda ordenada.**

Es el usuario quien manifiesta la necesidad de riego y es la Comunidad de Regantes quien establece el turno de riego de dichas parcelas, de tal manera que el riego se realice de la forma más eficiente posible.

Lo que se pretende con este sistema es aglutinar las parcelas/usuarios que han manifestado la necesidad de riego en un determinado día o semana, y organizar dentro de la jornada de riego las parcelas a regar de tal forma que las instalaciones funcionen de forma eficiente y no se produzcan situaciones de déficit o exceso de caudal en la conducción y en la red de transporte principal.

La determinación de la frecuencia y dosis de riego estará supeditada a las recomendaciones de cálculo de necesidades mediante aplicación predictiva de necesidades a partir de la monitorización de sondas de humedad del suelo.

##### **Caudales de diseño:**

Como criterio base de diseño, se establece que los caudales de diseño de la red sean los que actualmente soporta el sistema de acequias.

Si bien es cierto, las acequias cuentan con una flexibilidad (agotando resguardos, por ejemplo) con la que no contaría la red de tuberías si se fuera estricto en el dimensionamiento. Para tratar de aportar flexibilidad a la demanda equivalente a la actual, se tiene en cuenta lo siguiente:

- Se dimensiona la red con dotación de 1,5 l/s-ha, pero incrementará dicho valor hasta 2 l/s-ha cuando la superficie que queda aguas abajo se encuentra entre el 50-60% del total de la actuación.
- Cuando en la red hay parcelas de arroz, se tiene en cuenta la necesidad de caudales mayores para el llenado de parcelas propio de este cultivo.

En definitiva, para el caudal de diseño de cada actuación, se considera:

- Caudal en hidrante: 2 l/s-ha (4 l/s-ha para arroz), con un mínimo de 5 l/s.

- Caudal mínimo en la red: 1,5 l/s-ha (2 l/s-ha cuando la superficie que queda por regar aguas abajo es del 50-60%).
- Demanda de riego de los cultivos durante el llenado del arroz: se estima en el 55% de la máxima.

### **Condiciones de contorno:**

- Hidrantes: se disponen hidrantes de parcela directamente derivados de la conducción de distribución, no hay red terciaria.
- Velocidad: Se procuran velocidades moderadas para reducir las pérdidas de carga, debido a la escasez de nivel piezométrico que hay en la mayoría de los casos. Se limita el diseño a una velocidad de servicio en las tuberías en el rango 0,5 y 2 m/s.
- Presión: Se establece que la presión mínima en hidrante debe ser superior a 5 mca sobre terreno o cota de riego, salvo casos puntuales donde no sea posible y queden obligados a funcionar con presiones inferiores, hasta un mínimo de 1 mca. En esos casos, no podrá disponerse de caudalímetro, por no disponer de presión mínima para funcionar. En los casos en los que la presión mínima sea limitante, se adoptarán medidas específicas para el caso en cuestión: incremento del diámetro del hidrante o disposición de pozo o arqueta de toma bajo terreno, por ejemplo.
- Pendientes mínimas: salvo casos particulares, se establece como criterio general una pendiente del 0,5% descendente y 0,3% ascendente.
- Posibilidad de continuidad en la conducción en futuras fases de modernización y posibilidad de presurización futura de la red.

### ***b) Conducciones en acequias:***

#### **Sistema de riego y organización:**

Se mantiene el actual sistema de distribución en lámina libre, se mantiene el sistema de reparto a parcelas, para riego por gravedad.

El sistema de turnos actualmente implantado se mantendrá para los tramos de acequias que se modernizan. Se trata de sistema de turnos de 24 horas.

#### **Caudales de diseño:**

Como criterio base de diseño, se establece que los caudales de diseño de la red sean los que actualmente soporta el sistema de acequias.

El objetivo fundamental es que la nueva sección de canal propuesta mantenga al menos la misma cota de lámina de agua actual, con iguales condiciones de pendiente y rugosidad. En todos los casos, por tanto, se mantienen los caudales de las acequias actuales.

La determinación de la frecuencia y dosis de riego estará supeditada a las recomendaciones de cálculo de necesidades mediante aplicación predictiva de necesidades.

Se mantiene idéntico el trazado de la acequia actual, así como las tomas o derivaciones existentes en la actualidad.

#### **Condiciones de contorno y metodología de cálculo:**

A partir de la geometría horizontal y vertical obtenida mediante datos topográficos de la rasante del ramal y de los perfiles longitudinales trazados, donde se indican las secciones del canal, se ha introducido en HEC-RAS la geometría para la obtención de la cota de la lámina de agua.

Se han introducido en HEC-RAS tanto la situación actual como en la situación futura, una vez se hayan sustituido las secciones de canal correspondientes, ya deterioradas, por las nuevas secciones propuestas.

El objetivo fundamental es la comparación de las cotas de la lámina de agua, con iguales condiciones de pendiente y rugosidad y con la variación de la sección de canal allí donde se pretenda sustituir por otra sección, sin modificación de las demás secciones.

El cálculo se ha realizado en régimen uniforme mixto, es decir, el programa elige que régimen aplicar (subcrítico o supercrítico) dependiendo de las condiciones. La condición aguas arriba es de calado normal para una pendiente del 0,0025 m/m y la condición aguas abajo es de calado normal para una pendiente del 0,002 m/m. El coeficiente de Manning adoptado es 0,013.

La elección de la sección de canal con la cual hacer la sustitución se ha elegido del catálogo de secciones de los prefabricados de Tragsa, por tanto, son todas de hormigón prefabricado. En todos los casos se ha elegido, entre las posibles, aquella sección cuya área interior sea igual o superior al área de la sección que sustituye. Esto debería garantizar que, si la sección actual es capaz de transportar el caudal actual, la sección sustituida lo será igualmente, pudiendo elevar o bajar el calado ya que depende de la geometría de las secciones, siempre que las demás condiciones queden sin variación.

### **c) Trazado y replanteo**

El trazado de las actuaciones lineales, al tratarse de sustituciones de conducciones existentes, se realiza sobre el mismo trazado actual. Para el caso de tuberías, se adoptan los criterios que se exponen más adelante, para ajustar el trazado a alineaciones rectilíneas y para respetar las acequias que no se pretenden demoler, según el caso.

#### Criterios de trazado para acequias

El trazado de las acequias se realiza sobre el mismo trazado de la acequia que sustituyen. Se realizan siempre adoptando las mismas alineaciones y cambios de alineación actuales, adaptando el trazado en alzado con las mismas pendientes de rasante calculadas en el cálculo hidráulico.

#### Criterios de trazado para tuberías

En función del diámetro de las tuberías, las juntas admiten un determinado ángulo de giro entre ejes, que tiene relación directa con el radio mínimo de giro de las alineaciones curvas.

Sin embargo, las tuberías se trazan sin considerar ese posible radio de curvatura admisible por el ángulo de giro de las juntas, tratando de que el trazado pueda ser más flexible para adaptarse a ligeras incidencias en el trazado durante la construcción.

### **Trazado en planta**

En la definición geométrica en planta se han considerado los siguientes condicionantes:

- Mantenerse siempre dentro de las bandas de expropiación existentes.
- Tratar de evitar o minimizar ocupaciones temporales en parcelas colindantes, para reducir en lo posible las afecciones y costes asociados a las mismas.
- Realizar el menor número posible de cambios de trazado en planta, para minimizar así el número de piezas especiales que encarecen la instalación y aumentan las pérdidas de carga en la red.
- En los cruces con cauces y vaguadas, así como los cruces con infraestructuras con transportes, se han considerado las indicaciones y recomendaciones de cada uno de los organismos competentes.

### **Trazado en alzado**

En la definición geométrica en alzado se han tenido presentes los siguientes condicionantes:

- Las pendientes mínimas en la conducción serán del 3‰ para tramos ascendentes y del 5‰ para los tramos descendentes (sentido de avance del agua a favor o contrario a la pendiente, respectivamente). Solo se han dispuesto pendientes descendentes mínimas inferiores al 5‰ cuando la topografía y escasa disponibilidad de altura piezométrica lo hacen necesario. En esos casos, el trazado se realiza siempre con pendiente constante y garantizando una conveniente aireación de la conducción.
- Realizar el menor número posible de cambios de trazado en alzado, para minimizar así el número de piezas especiales que encarecen la instalación y aumentan las pérdidas de carga en la red.
- Se evitan las rasantes con cotas rojas elevadas, aunque esto implique la localización de un mayor número de puntos altos o bajos. La rasante en los perfiles longitudinales corresponde a la generatriz inferior interna de la tubería.
- El recubrimiento mínimo de los tubos será de 0,60 metros + 0,30 m de relleno mediante caballón de señalización y protección, que procura optimizar el movimiento de tierras, no alcanzar grandes profundidades de excavación y evitar al máximo tierras sobrantes (en casos particulares indicados por la Comunidad de Regantes o por limitaciones de algún organismo, se establece mayores recubrimientos mínimos, pueden consultarse en las secciones tipo del Documento Planos).
- Profundidad máxima de rasante de 3,20 metros desde el terreno, adoptando una profundidad moderada, que se adapta razonablemente a las necesidades de cambio de pendiente en zonas de terrenos llanos y evita el establecimiento de bermas de excavación intermedias.

## **9.4. SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO**

El ámbito de actuación del Proyecto es la Comunidad General de Usuarios del Canal de Orellana, cuya superficie es, según sus derechos de riego, de 53.763,76 ha.

Sin embargo, la gran mayoría de la superficie regable solo se verá beneficiada por actuaciones generales relacionadas con las medidas ambientales, de actuaciones puntuales en redes de transporte principales o del sistema de telecontrol.

Las actuaciones lineales consistentes en la renovación o mejora de conducciones actuales en mal estado, que son la base para conseguir la eficiencia hídrica y ahorro de agua estimado, se aplica sobre una superficie de **5.826,42 ha.**, que representa en torno al 11% de la superficie total. Además, no toda la superficie sobre la que se actúa directamente se verá beneficiada en la misma proporción.

En el [Anejo nº 2. Listado de parcelas y superficie beneficiada](#) se presenta el estudio realizado para cuantificar la superficie que se verá beneficiada directamente por el proyecto. En los apéndices del [Anejo nº 7. Documentación ambiental](#) se presenta la metodología y cálculo para la estimación del consumo de agua tras la modernización, del que se deduce el ahorro de agua potencial previsto.

La cuantificación de la superficie beneficiada se realiza separada en las distintas divisiones en las que se organiza la zona regable: comunidad de regantes, sectores y acequias en las que se realiza la actuación.

El criterio general adoptado ha sido considerar que se verán beneficiadas todas las parcelas que se sitúan aguas abajo de las actuaciones lineales que se proyectan y que, en este sentido, su riego depende del tramo de ramal o acequia mejorado.

En base a lo anterior, la superficie beneficiada por las actuaciones se podría dividir según lo siguiente:

- Superficie beneficiada por la mejora y modernización de las redes de riego actuales instalando conducciones abiertas formadas por acequias prefabricadas (sustitución de conducciones actuales por acequias nuevas) o mediante impermeabilización. Estas actuaciones mejoran la eficiencia de distribución, pero se mantiene idéntico sistema de control en las tomas, sin hidrantes.
- Superficie beneficiada por la mejora y modernización de la red de riego instalando conducciones cerradas formadas por tuberías enterradas (sustitución conducciones actuales por tubería). Estas actuaciones generan una nueva red a baja presión hasta hidrante. Dentro de estas superficies se identifican dos tipos:
  - o Superficie que verá mejorada su cabecera de red, pero que no llega la mejora hasta hidrante en su parcela.
  - o Superficie que dispondrá de hidrante en parcela, que permitirá su control y regulación, incluso cuantificación de los recursos hídricos empleados mediante contador en cada parcela donde se cuenta con presión para ello.
- Hay otra superficie beneficiada por actuaciones puntuales en el canal principal o en cabecera de acequias para regular y controlar el caudal derivado, actuaciones que teóricamente benefician a toda la superficie situada aguas abajo, aunque el grado de mejora es de difícil cuantificación y mucho menor que el de las actuaciones lineales, ya que se mantiene el sistema de riego actual. Dicha superficie no se ha tenido en cuenta como superficie directamente beneficiada.

La cuantificación de parcelas y superficies se realiza a partir de la información facilitada por la Comunidad General de Usuarios.

Tipo de actuación	Superficie beneficiada (ha)	Superficie beneficiada con hidrante (ha)
Sustitución de acequia por tubería	3.384,73	1.409,61
Sustitución de tubería por tubería	719,65	0,00
Sustitución de acequia por acequia*	1.722,03	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>5.826,42</b>	<b>1.409,61</b>

\*Nota: incluye la superficie beneficiada por impermeabilización de acequia existente.

**Tabla 9. Superficie directamente beneficiada, por actuaciones**

Comunidad de Regantes de Base	Superficie beneficiada (ha)
Canal de Orellana	4.122,66
Vegas Altas I	885,75
Vegas Altas II	318,22
Vegas Altas III	499,79
<b>Total</b>	<b>5.826,42</b>

**Tabla 10. Superficie directamente beneficiada, por Comunidades de Regantes de Base**

## 9.5. NECESIDADES HÍDRICAS Y CONSUMOS DE AGUA

La justificación de los consumos de agua de partida y los ahorros de agua que pueden alcanzarse tras la actuación, se realiza en el [Anejo nº 7. Documentación ambiental](#) y sus apéndices, mostrando en el presente apartado una síntesis de la misma.

En la situación de partida, la Comunidad General de Usuarios viene adoptando medidas para tratar de ajustar sus consumos de agua a las dotaciones establecidas en el Plan Hidrológico del Guadiana y en su título concesional. En la situación previa, se han dado situaciones de excesos de consumo respecto a la dotación, excesos que estaban permitidos conforme al Plan Hidrológico del Guadiana anterior (2015-2021), en su artículo 12. Dotaciones.

El consumo de agua registrado en los equipos de medida que dispone la Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG) en cabecera del Canal de Orellana queda reflejado en el Plan Hidrológico del Guadiana (2022-2027), en el Anejo 4, Apéndice 4, como "Consumo promedio 2014-2018", siendo la cantidad de **522,97 hm<sup>3</sup>/año**.

Pero los recursos hídricos cuantificados en ese punto abastecen a más usuarios además de a las cuatro Comunidades de Regantes de Base que forman la Comunidad General de Usuarios. Para el cálculo del consumo bruto de agua correspondiente a la Comunidad General de Usuarios en la situación previa, se han de deducir los volúmenes correspondientes a los consumos de abastecimiento, industria y otros usuarios agrarios que se atienden desde el Canal de Orellana.

Deduciendo esos volúmenes del consumo total, el volumen de consumo bruto de partida para la Zona Regable sería el siguiente:

<b>Consumo bruto total actual (hm<sup>3</sup>) del Canal de Orellana - Según Plan Hidrológico</b>	522,97
<b>A deducir: Consumo abastecimiento, Industria y Tomas Particulares del Canal (hm<sup>3</sup>) - Según Plan Hidrológico</b>	-34,446
<b>Consumo bruto total actual (hm<sup>3</sup>) de la Zona Regable</b>	488,524

*Tabla 11. Estimación de consumo de agua previo de la Zona Regable*

En cuanto a las necesidades hídricas de los cultivos, la referencia para la zona regable se puede observar en el Plan Hidrológico del Guadiana:

<b>DOTACIONES DE REFERENCIA PARA LA OBTENCIÓN DE DERECHOS AL USO PRIVATIVO DE LAS AGUAS PARA EL REGADÍO EN LOS SISTEMAS CENTRAL, ARDILA Y SUR (m<sup>3</sup>/ha/año)</b>	
<b>CULTIVO</b>	<b>DOTACIONES: MÍNIMA Y MÁXIMA</b>
Arroz	10.000-11.800
Maíz	5.000-7.500
Cultivos Bioenergéticos: Biodiesel	1.200-5.200
Cultivos Bioenergéticos: Bioetanol	3.800-5.000
Cereales grano de invierno	1.500-2.000
Cítricos	4.650-5.900
Cultivos forestales	<5.000
Cultivos forrajeros	4.900-7.200
Flores y plantas ornamentales	3.600-4.400
Frutales de fruto carnoso no cítricos	3.800-6.900
Hortalizas aire libre	1.200-6.700
Hortícolas protegidos	2.100-4.400
Leguminosas grano	4.550-6.450
Oleaginosas	2.000-6.500
Olivar tradicional	1.000-1.500
Olivar intensivo	1.500-2.500
Olivar súper intensivo	2.000-3.500
Remolacha	5.000-6.000
Vid en vaso	1.000-1.500
vid en espaldera	1.500-2.750
Otros leñosos (almendro, pistacho)	1.000-5.000
Higuera	3.000-3.500
- Sistema tradicional: cultivo de baja densidad de árboles (entre 80 y 120 árboles/ha) siguiendo un esquema de cuadrícula de 9x12m medidos entre los vértices donde están plantados los olivos. - Sistema intensivo: consta de olivos aislados, con la copa de forma de vaso, olivos jóvenes de un solo pie colocados en marco de 6x6 o de 6x3 m aproximadamente, consiguiendo unas densidades de entre 200 y 600 árboles/ha, con calle o pasillo ancho de 6 metros. - Sistema superintensivo: consta de hileras de olivos con disposición en seto con los que se consiguen densidades de entre 1000 y 2000 árboles/ha con calles no más anchas de 4 metros.	

*Tabla 12. Dotaciones de referencia por cultivos en el Sistema Central. Extracto del Plan Hidrológico del Guadiana 2022-2027*

En cambio, en el mismo Plan Hidrológico se establece que para las grandes zonas regables como la que nos ocupa, la dotación bruta no deberá ser superior **7.500 m<sup>3</sup>/ha**.

El presente Proyecto no contempla cambios de cultivo, por lo que no hay cambios respecto a las necesidades hídricas. El ahorro de agua del presente Proyecto se limita al ahorro por mayor eficiencia en la superficie beneficiada por las actuaciones (5.826,42 ha.), que se cuantifica en **6,52 hm<sup>3</sup>/año**.

Sin embargo, en la situación futura, el Consumo bruto de toda la zona regable será, como máximo, **403,23 hm<sup>3</sup>/año** (volumen concesional), que supone un ahorro respecto a la situación inicial considerada de **85,29 hm<sup>3</sup>/año**.

El ahorro de agua por mejora de eficiencia del presente Proyecto contribuirá a alcanzar el ahorro de agua objetivo de la zona regable, a lo que deberán contribuir también las medidas previstas en el Plan Hidrológico para ello y las medidas adicionales de gestión, organización o de otro tipo, que deba llevar a cabo la Comunidad General de Usuarios, tal como prevé el propio Plan Hidrológico.

## 9.6. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

En el [Anejo nº 3. Topografía y replanteo](#) se describen los trabajos de topografía realizados para el proyecto, así como los criterios adoptados para el trazado de las distintas actuaciones lineales proyectadas. Igualmente, se incorporan los listados de puntos de replanteo de las actuaciones.

Se han realizado una serie de levantamiento topográficos en campo para disponer de la información topográfica necesaria que ha servido de base para la definición de las distintas actuaciones.

Por otro lado, también se han empleado las ortofotos más recientes del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) en la zona de actuación.

La definición del sistema de referencia necesario para la realización del levantamiento de la zona objeto de trabajo, se ha ajustado a partir de la REP (Red Extremeña de Posicionamiento por Técnicas Espaciales). El Sistema Geodésico de Referencia será el ETRS89, definido por el Instituto Geográfico Nacional. Huso 30.

Todos los trabajos topográficos planimétricos que se han realizado se han ajustado sobre dicha red.

El sistema de referencia altimétrico está definido por la REDNAP (Señales NAP), la cual se ha observado también mediante técnicas espaciales.

Para la observación de la Red Básica se han utilizado 2 receptores GNSS de la casa Leica 1200 GNSS.

El levantamiento topográfico se realiza apoyándonos en la red de bases mediante Receptores Geodésicos de doble frecuencia.

El levantamiento consistirá en la captura de todos los elementos estructurales de las distintas acequias así como datos del terreno natural en una franja que oscilará entre los 10 y 20 m. a cada lado de la acequia.

Todo el levantamiento se realiza utilizando los parámetros de transformación local, calculados para nuestra red.

Una vez en gabinete, se procede al procesado de las observaciones GPS. Obteniendo las coordenadas X,Y,Z de todos los puntos y su representación gráfica en formato CAD (dxf o dwg) para proceder a la depuración de los datos y su posterior exportación para confeccionar el taquimétrico del que se genera el mdt (modelo digital del terreno) y la geometría de la acequia.

Para la captura de datos se utilizará una librería de códigos, para una vez procesados y ajustados los datos de campo puedan ser representados en formato CAD.

Como ayuda para el procesado de datos se realizarán fotos de los elementos más significativos de las acequias, como son los inicios de estas, las arquetas de cambio de dirección, los sifones y cualquier otro elemento que el personal de campo estime, para complementar la descripción apartada por la librería de códigos.

Para el procesado de los datos se ha utilizado el siguiente software:

- Trimble Business Center (TBC)
- Leica Geo Office
- Power Civil V8i (SELECTseries 2)
- AutoCAD Map 3D

## **10. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS**

Se proyectan diversas actuaciones orientadas a mejorar la red de riego y a un mejor y mayor control del consumo de agua, teniendo en cuenta, en lo posible, la incorporación de medidas ambientales que apoyen el cumplimiento del principio DNSH.

La mayoría de las actuaciones van encaminadas a la modernización y mejora de la red de riego actual mediante la sustitución de canalizaciones abiertas (en lámina libre) por nuevas conducciones, cerradas siempre que es posible y abiertas en el resto de casos. También se prevé la instalación de compuertas automáticas con sistema de medición de caudal, caudalímetros, sondas de nivel, etc. que proporcionarán una mejora de la eficiencia en el uso del agua.

Para apoyar el cumplimiento del principio DNSH, se proyectan diversas mejoras ambientales, de entre las incluidas en el Anexo III del “Convenio entre el MAPA y SEIASA, en relación con las obras de modernización de regadíos del Plan para la mejora de la eficiencia y sostenibilidad en regadíos”.

Las distintas actuaciones proyectadas se pueden dividir en los siguientes grupos:

- Actuaciones lineales: consisten en la sustitución de las conducciones en mal estado actuales.
- Actuaciones puntuales: consisten en la disposición de elementos de regulación y control de la red actual, normalmente en cabecera de acequias actuales o en el canal de Orellana.
- Telecontrol: recoge las actuaciones para la supervisión y control remoto de las instalaciones y equipos dispuestos.
- Medidas ambientales: conjunto de medidas de carácter medioambiental, que tienen por objeto de apoyar el cumplimiento del principio DNSH.

### **10.1. ACTUACIONES LINEALES**

El grueso de las actuaciones que se proyectan se pueden considerar dentro del grupo de actuaciones lineales. Estas actuaciones consisten en la sustitución de conducciones en mal estado por conducciones nuevas.

Las actuaciones lineales se dividen según las siguientes tipologías. En el [Anejo nº 5. Descripción de las actuaciones](#) se explica de forma individualizadas y con mayor detalle en qué consiste cada actuación.

#### **10.1.1. Mejora y modernización de la red de riego instalando conducciones cerradas formadas por tuberías enterradas**

Estas actuaciones consisten en sustituir la conducción actual en mal estado por nuevas conducciones cerradas formadas por tuberías enterradas de distintos diámetros y materiales.

Se procura la sustitución de la red actual hasta hidrante de parcela, conformando ramales o redes completas entubadas, que además de garantizar la reducción por pérdidas en la distribución, contribuye a reducir el consumo de agua al evitar vertidos por cola de la red, puesto que solo se consume la demanda requerida en hidrante. Además, este sistema permite un mejor control del consumo y facilita la toma de decisiones, enfocadas en la optimización del uso de agua y reducción asociada de los consumos.

Algunas acequias no se sustituyen totalmente hasta hidrantes, sino que se sustituye parcialmente algún tramo de cabecera (cuando parte de la red ya ha sido modernizada previamente y cuando no requiere actuación con tanta urgencia, según los casos. También, por la necesidad de ajustarse al presupuesto disponible).

Por otro lado, el entubado favorece mayor disponibilidad de presión en la conducción, que favorece o promueve el establecimiento de sistemas de riego más eficientes en parcela (goteo, principalmente) donde todavía no están implantados y reduce las necesidades energéticas en los sistemas de riego de ese tipo ya implantados y futuros.

Se procura atender a los hidrantes con una presión mínima. Sin embargo, en algunas zonas no es posible alcanzar dicha presión. Se trata de conformar una red de baja presión que aprovecha el nivel piezométrico inicial del Canal de Orellana o de la red de transporte principal, con el mayor nivel de presión posible en todos los casos. Por lo general, las parcelas que se benefician del entubado hasta hidrante no dispondrán de presión suficiente para establecer riegos a presión, mediante aspersión o goteo. Pero sí dispondrán de más presión que la que tienen actualmente, con la consiguiente reducción de necesidades de presión y de consumo energético asociado.

Son actuaciones que se realizan sobre el mismo trazado de acequias actual. Se requiere la retirada de la infraestructura existente, en la mayoría de los casos mediante demolición, valorización in situ y reutilización en la propia obra; y en otros, mediante valorización a través de gestor de residuos autorizado o mediante desmontaje y acopio para reutilización futura por parte de la comunidad (cuando se trata de acequias prefabricadas o láminas plásticas de impermeabilización aprovechables). Las actuaciones de valorización y reutilización se describen en el [Anejo nº 16. Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición](#).

En este tipo de actuaciones, se realizan las siguientes obras:

- Demolición de conducción existente, con retirada de escombros y valorización para un segundo uso o reutilización. En una importante proporción, mediante valorización in situ y reutilización en la misma obra.
- Adaptación de toma del canal existente para instalación de compuerta automática con caudalímetro para control y regulación de caudal. En algunos casos, se mantiene la toma y compuerta existente.

- Excavación en zanja por medios mecánicos para el alojamiento de tubería y posterior relleno de la misma.
- Instalación de Tubería de PVC (para diámetros entre 110 y 800 mm) o acero helicoidal (para diámetros mayores que 800 mm), incluyendo las piezas especiales y los anclajes.
- Instalación de elementos de la conducción: arquetas para ventosas, tubos de aireación, desagües y válvulas de derivación a ramales.
- Instalación de Hidrantes: arquetas prefabricadas con elementos para toma de parcela, con diámetros entre 4" y 8", equipados, según tipología, por válvula de mariposa, caudalímetro y válvula de mariposa en el exterior para accionamiento por el regante.

El resumen de actuaciones de este tipo es el siguiente:

Acequia	Longitud Total (m)	Longitud tramo (m)	Diámetro (mm)	Material	Comunidad de Regantes de Base	Sector
CSN1-A-I-A	2.032,48	1.522,62	250	PVC-U	Canal de Orellana	I
		509,86	160	PVC-U		
CSN1-A-I-B	1.122,40	914,54	200	PVC-U	Canal de Orellana	I
		207,86	160	PVC-U		
A-II-B	428,01	428,01	1016	Acero helicoidal	Canal de Orellana	II
A-II-B-2	1.335,92	1.287,08	315	PVC-U	Canal de Orellana	II
		48,84	323,9	Acero		
A-IV-3	292,04	292,04	630	PVC-O	Canal de Orellana	IV
A-VIII-A	340,78	340,78	1016	Acero helicoidal	Vegas Altas I	VIII
A-VIII-B	4.023,33	1726,84	630	PVC-O	Vegas Altas I	VIII
		1473,16	500	PVC-O		
		280	400	PVC-O		
		314,36	315	PVC-O		
		228,97	200	PVC-O		
A-X-A	1.936,81	1.200,00	400	PVC-U	Vegas Altas II	X
		338,71	315	PVC-U		
		336,32	200	PVC-U		
		61,78	110	PVC-U		
A-X-A-1	396,81	195,33	200	PVC-U	Vegas Altas II	X
		201,48	110	PVC-U		
A-X-A-1-2	111,23	111,23	110	PVC-U	Vegas Altas II	X
A-X-A-2	362,93	362,93	160	PVC-U	Vegas Altas II	X
A-X-A-3	441,85	63,18	250	PVC-U	Vegas Altas II	X
		319,17	200	PVC-U		
		59,50	160	PVC-U		
A-X-A-4	274,10	274,1	160	PVC-U	Vegas Altas II	X
A-XIII-A-2	2.812,99	2.264,14	800	PVC-O	Canal de Orellana	XIII
		548,85	710	PVC-O		
A-XVIII-F	3.175,46	1.634,56	500	PVC-U	Canal de Orellana	XVIII
		644,00	400	PVC-U		

Acequia	Longitud Total (m)	Longitud tramo (m)	Diámetro (mm)	Material	Comunidad de Regantes de Base	Sector
		484,47	250	PVC-U		
		412,43	160	PVC-U		
A-XVIII-F-20	494,78	494,78	250	PVC-U	Canal de Orellana	X
A-XVIII-F-22	279,23	279,23	250	PVC-U	Canal de Orellana	X
A-XVIII-F-11	4.568,64	258,82	710	PVC-O	Canal de Orellana	XVIII
		1.713,22	630	PVC-O		
		1.998,62	500	PVC-O		
		249,34	400	PVC-O		
		348,64	200	PVC-O		
A-XVIII-F-11-1	275,25	192,64	250	PVC-O	Canal de Orellana	XVIII
		82,61	160	PVC-O		
A-XVIII-F-11-5	1.658,09	1.020,00	315	PVC-O	Canal de Orellana	XVIII
		280,97	250	PVC-O		
		357,12	200	PVC-O		
A-XVIII-F-11-7	370,74	96,62	250	PVC-O	Canal de Orellana	XVIII
		274,12	200	PVC-O		
A-XX-8-PRIMA	556,26	361,91	200	PVC-U	Canal de Orellana	XX
		194,35	160	PVC-U		
A-XX-A-15	4.536,37	1.731,10	800	PVC-O	Canal de Orellana	XX
		585,36	710	PVC-O		
		740,58	500	PVC-O		
		504,55	400	PVC-O		
		332,17	315	PVC-O		
		336,89	250	PVC-O		
		86,14	200	PVC-O		
		219,58	160	PVC-O		
A-XXIII-C	1.242,64	339,05	500	PVC-U	Canal de Orellana	XXIII
		93,41	400	PVC-U		
		260,99	315	PVC-U		
		68,98	250	PVC-U		
		343,48	160	PVC-U		
		136,73	110	PVC-U		
A-XXIII-C-4	746,83	606,26	250	PVC-U	Canal de Orellana	XXIII
		140,57	160	PVC-U		
A-XXIII-C-4.1	97,85	97,85	160	PVC-U		
A-XXV-G-BIS	1.102,24	328,10	315	PVC-U	Canal de Orellana	XXV
		375,96	250	PVC-U		
		262,31	200	PVC-U		
		135,87	160	PVC-U		
A-XXXV-J	2.784,77	2.784,77	800	PVC-O	Vegas Altas III	XXXV

**Tabla 13. Actuaciones lineales: Sustitución de conducción actual por tubería enterrada**

En cuanto a la tipología y diámetro de los hidrantes, el resumen es el siguiente:

Hidrantes	4" (DN100)	5" (DN125)	6" (DN150)	8" (DN200)	Total
Con contador	53	1	97	38	<b>189</b>
Sin contador	30	7	14	5	<b>56</b>
<b>Total Hidrantes</b>	<b>83</b>	<b>8</b>	<b>111</b>	<b>43</b>	<b>245</b>
Hidrantes secundarios	1	-	3	-	<b>4</b>
Toma Hidrante	12	-	2	-	<b>14</b>

*Tabla 14. Hidrantes*

La distribución de hidrantes en cada actuación y la asociación de agrupaciones de riego o parcelas asociadas a cada hidrante se presenta en el [Anejo nº 9. Cálculos hidráulicos y mecánicos](#). Igualmente, dichas agrupaciones quedan representadas en el [Documento nº 2. Planos](#).

#### **10.1.2. Mejora y modernización de las redes de riego actuales instalando conducciones abiertas formadas por acequias prefabricadas**

Se mejora la red mediante la sustitución de la acequia actual en mal estado por una nueva acequia prefabricada de hormigón, aprovechando parte de la cimentación cuando es posible.

+

En algunos casos, coincide con tramos de acequia cuyos tramos de aguas arriba o aguas abajo han sido sustituidos ya en distintos planes de modernización ejecutados con anterioridad y que, con el presente proyecto se avanza en la línea de aquellas mejoras. En otros, cuando es necesaria la sustitución, pero la orografía no permite disponer conducción cerrada.

Son actuaciones que también se realizan sobre el mismo trazado actual. Se requiere igualmente la retirada de la infraestructura existente, en la mayoría de los casos mediante demolición, valorización in situ y reutilización en la propia obra; y en otros, mediante valorización a través de gestor de residuos autorizado. Las actuaciones de valorización y reutilización se describen en el [Anejo nº 16. Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición](#).

En este tipo de actuaciones, se realizan las siguientes obras:

- Demolición de acequia existente, con retirada de escombros y valorización para un segundo uso o reutilización. En una importante proporción, mediante valorización in situ y reutilización en la misma obra.
- Construcción de cimentación y pilares de altura variable de hormigón armado.
- Montaje de acequias con paños prefabricados tipo "campana" de 5ml incluida la junta de estanqueidad.
- Entronques en transiciones entre acequias prefabricadas de diferentes secciones o para cambios de dirección.
- Conexión de paños prefabricados en arquetas existentes o de nueva construcción, recibidos con mortero de cemento aditivado, con sellado mediante junta elástica.

- Construcción de sifones de cruce en interrupción de acequia para acceso de maquinaria a parcela o cruce de camino (sifón).
- Construcción de arquetas de hormigón para cambios bruscos de dirección entre acequias.
- Paso de losa-bóveda prefabricada sobre acequia, para acceso de maquinaria a parcela.
- Instalación de derivaciones para tomas, mediante boqueras de acero inoxidable regulada con compuerta tajadera.

El resumen de actuaciones de este tipo es el siguiente:

Acequia	Longitud Total (m)	Longitud tramo (m)	Sección Tipo	Comunidad de Regantes de Base	Sector
A-II-B-3	1.616,98	1.616,98	T-100	Canal de Orellana	II
A-VIII-B-1-MOTOR	2.034,89	862,79	T-150	Vegas Altas I	VIII
		675,80	T-100		
		367,39	T-50		
		128,91	T-30		
A-XXI-D-8	1.416,32	257,16	T-500	Canal de Orellana	XXI
		546,35	T-200		
		612,81	T-50		
A-XXIV-9	742,55	742,55	T-100	Canal de Orellana	XXIV
A-XXIX-5-2	1.726,50	299,46	T-200	Canal de Orellana	XXIX
		1.427,04	T-150		
A-XXIX-5-BIS-2	2.128,38	470,31	T-300	Canal de Orellana	XXIX
		1.277,33	T-150		
		380,74	T-100		
A-XXVIII-C	1.947,83	570,60	T-300	Canal de Orellana	XXVIII
		372,13	T-500		
		551,76	T-150		
		132,30	T-100		
		321,04	T-30		
A-XXVIII-D	3.143,49	1.862,19	T-150	Canal de Orellana	XXVIII
		1.281,30	T-100		
A-XXX-6	3.657,70	2.079,99	T-300	Canal de Orellana	XXX
		727,30	T-150		
		850,41	T-100		
A-XXXI-D	893,55	893,55	T-500	Canal de Orellana	XXXI

*Tabla 15. Actuaciones lineales: Sustitución de conducción actual por acequia prefabricada*

### 10.1.3. Mejora y modernización de las redes de riego mediante impermeabilización de las acequias actuales

Cuando el estado estructural y de conservación del tramo de acequia correspondiente permite mantener la actual acequia, se plantea su impermeabilización, con objeto de procurar una reducción

en las pérdidas por fugas o filtraciones sin necesidad de acometer una sustitución integral, de mayor coste de inversión y mayor generación de residuos.

Se realiza mediante limpieza con chorro de arena, impermeabilización mediante aplicación membrana elástica y flexible cementosa formando película impermeable en toda la superficie, así como sellado de juntas entre paños de acequia mediante doble capa de adhesivo epoxi y banda de TPE.

Las acequias y tramos donde se adopta esta solución son las siguientes:

Acequia	Longitud (m)	Comunidad de Regantes	Sector
A-XXVIII-D	1.573,21	Canal de Orellana	XXVIII
A-XXX-6	4,44	Canal de Orellana	XXX

*Tabla 16. Actuaciones lineales: Impermeabilización de acequias actuales*

#### 10.1.4. Resumen de actuaciones lineales

El resumen de actuaciones lineales es el siguiente:

TIPO ACTUACIÓN	Nº DE ACTUACIONES	LONGITUD (m)
Sustitución de conducción actual por tubería enterrada	16	<b>37.800,83</b>
Sustitución de conducción actual por acequia prefabricada de hormigón	10	<b>21.270,56</b>
Impermeabilización del cajero de acequias	2	<b>1.577,65</b>
<b>TOTAL</b>		<b>60.649,09</b>

*Tabla 17 Resumen de actuaciones lineales*

#### 10.2. ELEMENTOS DE CONTROL Y REGULACIÓN

Se proyectan diversos elementos para la regulación y control distribuidos en la red de riego, tanto en las acequias sobre las que se actúa directamente y descritas en el apartado anterior, como en distintos puntos de la red de transporte y distribución del resto de la zona regable.

La mayor parte de los elementos de control y regulación proyectados son equipos motorizados y automatizados, o equipos de instrumentación para la telemetría y control de la red y consumo de agua. También se incluyen algunos elementos de accionamiento manual.

Para los elementos de control y medición de consumo dispuestos, los criterios o preferencias seguidos para las soluciones adoptadas se basan en:

- Equipos probados y con experiencias satisfactorias en la zona regable.
- Sistemas automáticos, que permitan su automatización y telecontrol en base a la instrumentación y consignas dispuestas.
- Sistemas alimentados por fuentes de energía renovable, preferiblemente fotovoltaica.

Los elementos que se definen como necesarios para la regulación y control son los siguientes:

- Compuertas automáticas:
  - o Compuertas con caudalímetro.
  - o Compuertas aliviadero.
  - o Compuertas de desagüe.
- Compuertas planas manuales.
- Hidrantes.
- Válvulas de derivación o de corte.
- Caudalímetros.
- Son das de nivel.
- Son das de humedad del suelo.
- Son das de calidad de agua.

El resumen de elementos es el siguiente:

ELEMENTO	Nº DE UNIDADES
Compuerta automática con caudalímetro, salida tubería < DN500	7
Compuerta automática con caudalímetro, salida hasta 1000x1000	6
Compuerta automática basculante con caudalímetro, tipo vertedero	8
Compuerta automática de regulación para aliviadero	7
Compuerta automática plana para desagüe	3
Compuerta plana (manual)	5
Hidrantes totales (con contador)	245 (189)
Válvulas de derivación o de corte en extremo final de conducción	33
Caudalímetros	30
Son das de nivel	30
Son das de humedad	77
Son das Control de calidad del agua	4

*Tabla 18 Resumen de elementos de control y regulación*

### 10.2.1. Compuertas automáticas

En el inicio de la mayoría de las acequias sobre las que se actúa, se dispone de compuerta automática que incorpora caudalímetro y sistema de telecomunicación para su integración en el sistema de control, incorporando también su fuente de alimentación de energía.

Las tipologías de compuertas automáticas dispuestas incorporan sistemas de alimentación mediante fuentes de energía fotovoltaica, que evitan el consumo de energía eléctrica convencional y las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas, contribuyendo así a un incremento de la eficiencia energética y a una mejor integración ambiental del proyecto.

Se definen diferentes tipos de compuertas en función de los condicionantes de cada actuación, teniendo en cuenta el diámetro de la conducción y la ubicación de la compuerta, su función, etc.

#### A. Compuertas automáticas con caudalímetro

- Compuerta automática basculante con caudalímetro, tipo vertedero: es un caudalímetro con una compuerta de control integrada para el riego de canal abierto, que incorpora un sistema de medición de caudal, un sistema de moto-control preciso, una fuente de energía y un sistema de telecomunicación por radio en una misma instalación.
- Compuerta automática con caudalímetro, para instalar en tuberías de diámetro < 500 mm: es una compuerta de punto de servicio con medidor integrado que le permite entregar remotamente cantidades de agua medidas con precisión.
- Compuerta automática con medidor de caudal, para salidas en tubería o canal de hasta 1.000x1.000 mm: combina de forma integrada una compuerta y un medidor para tomas de canales y parcelarias.

Se puede programar para que se abra y cierre automáticamente para entregar un volumen y caudal constante y preciso.

También posee un diseño todo en uno, que significa que todo (el sistema de accionamiento, el control motor, la medición ultrasónica, la fuente de alimentación, la telemetría y el teclado de control local) funciona como una sola unidad, simplificando la instalación y el mantenimiento.

La compuerta tiene una geometría cuadrada, con un abanico de dimensiones de 450x450 mm hasta 1.000x1.000 mm, siendo posible su salida directa a tubería.

Todas las compuertas van instaladas en arqueta de hormigón ejecutada in situ, con las dimensiones suficientes para instalar la compuerta y conectadas directamente o por tubería al canal principal al que conecta la acequia en cuestión.

Estos equipos incorporan el suministro eléctrico mediante placa fotovoltaica y la unidad de control para posicionamiento y comunicaciones con el centro de control SCADA. El funcionamiento de la compuerta está automatizado, conforme a programación y consignas marcadas.

## **B. Compuerta automática de regulación para aliviadero**

Son compuertas dispuestas en los canales o acequias para servir de aliviadero. Las compuertas son de tipo mural planas, deslizantes mediante husillo, con cierre a 3 aristas y con accionamiento motorizado.

El equipo incorpora el suministro eléctrico mediante placa fotovoltaica y la unidad de control para posicionamiento y comunicaciones con el centro de control SCADA. El funcionamiento de la compuerta está automatizado, incorporando la señal de sonda de nivel, conforme a programación y consignas marcadas.

El control y la regulación automática se realiza mediante un equipo electrónico que controla cada una de las variables a observar en el punto (nivel de agua y/o caudal, posición de la compuerta, estado de baterías, etc) y ejecuta las órdenes que el usuario le indique o que reciba desde la programación marcada.

La actuación incluye la obra civil, cableado necesario, así como la programación necesaria.

## **C. Compuerta automática plana para desagüe**

Se disponen en determinados puntos de la red compuertas sumergidas para desagüe del Canal de Orellana. Son compuertas de cierre a cuatro aristas, bidireccional, de tipo mural planas, deslizantes mediante husillo, sumergidas hasta 5 m de profundidad, que obliga a contar con prolongadores y fijadores del husillo.

El equipo incorpora actuador eléctrico para accionamiento motorizado así como kit para el suministro eléctrico mediante placa fotovoltaica y la unidad de control para posicionamiento y comunicaciones con el centro de control SCADA. El funcionamiento de la compuerta está automatizado, conforme a programación y consignas marcadas.

La actuación incluye la obra civil necesaria para su instalación.

### **10.2.2. Compuerta plana**

En determinados puntos de la red se disponen compuertas para aislamiento de la acequia en cuestión de su canal o acequia que la abastece.

Son compuertas de tipo mural planas, deslizantes mediante husillo, con accionamiento manual con desmultiplicador. Dependiendo de la ubicación, serán con cierre a tres o cuatro aristas.

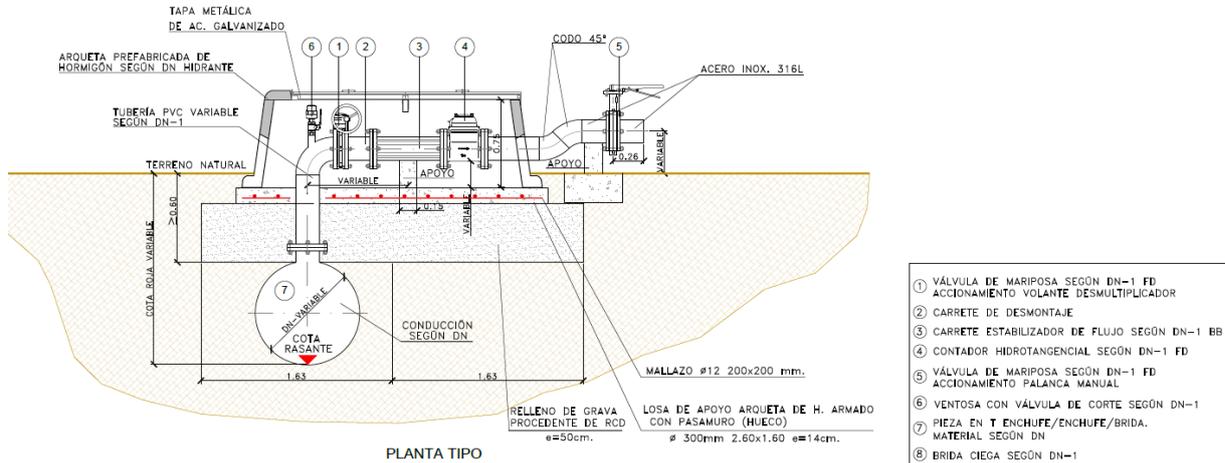
La actuación incluye la obra civil necesaria para su instalación.

### **10.2.3. Hidrantes**

Las actuaciones lineales que modernizan la red mediante instalación de tuberías, contarán con hidrantes para derivación de caudales a las parcelas beneficiadas.

Todos los hidrantes parten de una base común consistente en una derivación de la red de distribución con los siguientes elementos, que quedan integrados dentro de una arqueta prefabricada tipo hidrante (2,0 x 1,0 m) con tapa metálica:

- Válvula de mariposa manual con volante y desmultiplicador.
- Caudalímetro contador hidrotangencial.
- Corrector de flujo para reducir tamaño de arqueta.
- Carrete de desmontaje.
- Ventosa con válvula de aislamiento.



**Ilustración 5.-Sección tipo de hidrante**

El hidrante incorpora un módulo de comunicaciones para telelectura del contador con emisor de pulsos y comunicación con el sistema SCADA.

La arqueta cuenta con tapa metálica galvanizada, con cierre de seguridad para que el acceso sea solo por la Comunidad de Regantes.

Cuando la presión dinámica de cálculo es inferior a 3 mca, no se dispone de contador, por la limitación para funcionamiento del fabricante. En estos casos, tampoco se dispone de módulo de comunicaciones para telelectura, solo se equipan con válvula de mariposa, carrete de desmontaje y ventosa.

Fuera de la arqueta se disponen los elementos para control y accionamiento por parte del usuario final o regante, consistente en válvula de mariposa con accionamiento manual mediante palanca. Dependiendo de la tipología de hidrante, varían el número de salidas y válvulas, según lo siguiente:

- Hidrante individual (1 Toma): se dispone de una sola válvula de mariposa para accionamiento por el regante.
- Hidrante doble (2 Tomas): se dispone de una salida doble (en T), con dos válvulas de mariposa para accionamiento por el regante.
- Hidrante triple (3 Tomas): se dispone de una salida triple (en cruz), con tres válvulas de mariposa para accionamiento por el regante.
- Hidrante con secundario: se dispone salida doble (en T), con una salida con válvula y otra con salida a tubería que continúa hasta un hidrante secundario (toma con válvula en otro punto de la parcela).

Aunque no son elementos de control, propiamente dichos, también se disponen Tomas de Hidrante, que son derivaciones de la tubería de distribución idénticas a la de un hidrante individual, pero que no queda equipado. Solo cuenta con salida con brida ciega que queda protegida dentro de arqueta tipo toma (de 1,0 m x 1,0 m). Es una derivación para instalación de hidrante en un futuro.

#### 10.2.4. Válvulas de derivación

Las derivaciones de las conducciones en tubería hacia ramales se realizarán mediante válvulas de compuerta (o de mariposa para diámetros superiores a 500 mm), alojadas en arquetas de hormigón armado prefabricadas o ejecutadas in situ, dependiendo del tamaño de la válvula.

Las derivaciones a acequia dispondrán además de arqueta-sifón para rotura de carga previamente a la conexión con la acequia.

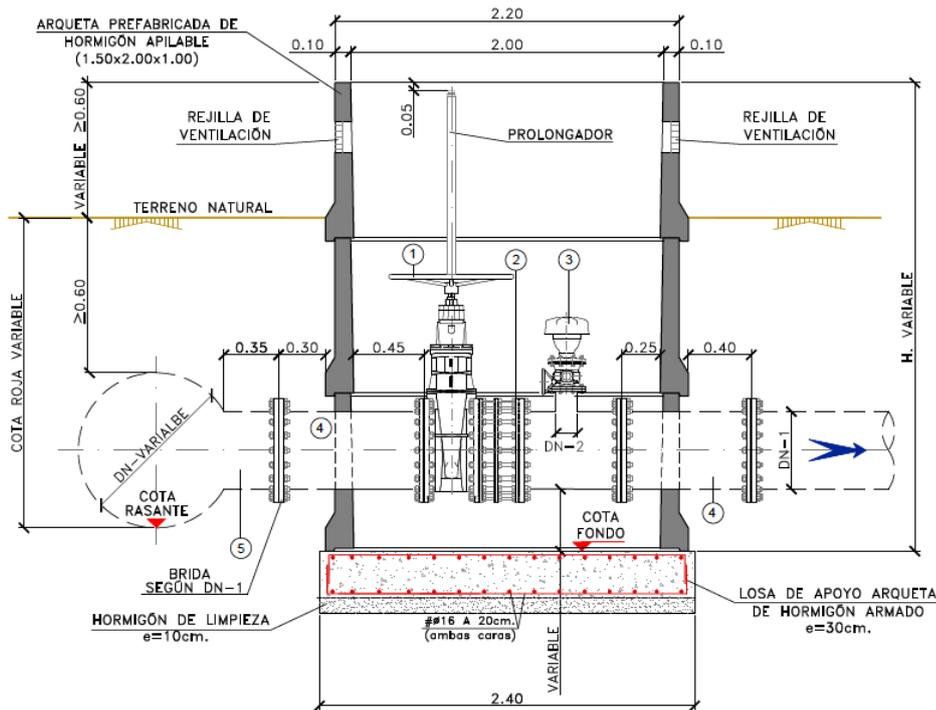


Ilustración 6.-Sección tipo de derivación en tubería DN<500

#### 10.2.5. Caudalímetros

Además de los caudalímetros integrados en hidrantes y compuertas automáticas, se instalan distribuidos en la zona regable un conjunto de caudalímetros de canal, para control y cuantificación del caudal en la red de distribución.

Todos los caudalímetros serán de canal, para medición en lámina libre, salvo los caudalímetros que se instalan en el sifón de las Dehesillas, que serán caudalímetros de inserción.

La instalación incluye armario para electrónica del equipo, conexionado con sonda dispuesta en el canal, así como sistema de alimentación mediante placa solar fotovoltaica y obra civil para la instalación.

#### 10.2.6. Sondas de nivel

Para el control de la red, se incorporan una serie de sondas de nivel de lámina de agua en la red de transporte y distribución, con objeto de controlar los niveles de agua y disponer de información para controlar vertidos por cola y ajustar los caudales a la demanda. Se trata de mayor control para reducción de pérdidas de agua.

Las sondas irán comunicadas con el centro de control.

### 10.2.7. Sondas de humedad del suelo y sondas de calidad de agua

Se disponen 77 sondas de contenido de humedad en el suelo, monitorizadas e integradas en el sistema de control, dispersas por los distintos cultivos y tipos de suelo de la zona de riego. Se implantan equipos con medición a 3 profundidades para monitorización de cultivos leñosos y a 2 profundidades para cultivos herbáceos.

También se disponen 4 sondas de control de calidad de agua en estaciones de aforo de Confederación Hidrográfica del Guadiana.

La implantación de los dos tipos de sonda responden a las medidas ambientales que se describen más adelante, elaboradas teniendo en cuenta las Directrices Científico-Técnicas en aplicación del principio de «no causar un perjuicio significativo al medio ambiente» elaboradas por la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P. (CSIC).

## 10.3. TELECONTROL

Como parte del proyecto se incorpora una ampliación o adaptación del sistema de control SCADA actual. El Sistema SCADA previsto integrará todos los datos de los dispositivos de campo (sondas de nivel, sondas de humedad del suelo, caudalímetros, hidrantes con contador y compuertas) para el control y supervisión del sistema.

El objetivo del sistema es la integración de los siguientes elementos en una única aplicación, los cuales permiten la gestión integral del agua en la Comunidad de Usuarios del Canal de Orellana:

- Sistema de control de la traza principal del canal, mediante la integración de las señales del SCADA existente en el centro de control de Acedera.
- Control y telemetría de compuertas automáticas.
- Integración de los contadores de los hidrantes.
- Integración de los caudalímetros de las acequias.
- Integración de las sondas de humedad y calidad de aguas de la Comunidad.

Para ello, la configuración considerada incluye los siguientes elementos:

- Instrumentación de campo
- Automatas programables para control del proceso
- Sistema de supervisión y control central
- Red de comunicaciones entre equipos de control

Esta aplicación deberá proporcionar una base de datos robusta y eficiente con la que servir datos históricos a los diferentes clientes de la misma.

Se deberá prever, además, la gestión de roles y usuarios de la misma, con el fin de maximizar la utilidad de la aplicación y permitir el correcto control de los equipos de la Comunidad.

En cuanto al sistema de control, la aplicación a desarrollar debe estar compuesta por los siguientes módulos básicos:

- Drivers de comunicaciones con todos los elementos de campo.

- Base de datos para el almacenaje y gestión de los datos de telemetría obtenidos.
- Interfaz web gráfica para la operación del sistema.
- Sistema de usuarios basado en roles y permisos.

El sistema se basará en la adquisición de datos de los equipos de campo, para luego almacenarlos en una base de datos SQL para poder servirlos a los usuarios en la aplicación web.

El desarrollo y descripción detallada del sistema de telecontrol proyectado, incluyendo los elementos a disponer, los equipos y señales integradas y el esquema o estructura básica de la aplicación se incluyen en el [Anejo nº 11. Sistema de telecontrol.](#)

En el mismo anejo, se describe la monitorización e incorporación al sistema de telecontrol de las sondas de humedad del suelo para mejora de la eficiencia.

#### **10.4. MEDIDAS AMBIENTALES**

El proyecto incorpora una serie de medidas ambientales preventivas, correctoras y compensatorias, con objeto de limitar posibles afecciones ambientales.

Parte de estas medidas son medidas ambientales de entre las incluidas en el **Anexo III del “Convenio entre el MAPA y SEIASA, en relación con las obras de modernización de regadíos del Plan para la mejora de la eficiencia y sostenibilidad en regadíos”**, con objeto de apoyar el cumplimiento del principio DNSH.

Las medidas que a continuación se describen han sido diseñadas y elaboradas teniendo en cuenta las Directrices Científico-Técnicas en aplicación del principio de «no causar un perjuicio significativo al medio ambiente» elaboradas por la Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas, M.P. (CSIC), a través del Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS) mediante un Acuerdo de Encomienda de Gestión entre el Ministerio De Agricultura, Pesca Y Alimentación (MAPA) y este Organismo.

Las siguientes descripciones son una síntesis de la justificación detallada que se presenta en los correspondientes anejos, quedando su definición valorada en el [Documento nº 4. PRESUPUESTO.](#)

##### **10.4.1. Mejora de la gestión y control del consumo de agua**

Se trata de una medida para el control de los efectos del proyecto sobre las masas de agua, aplicada en la Fase de Explotación de la actividad. El fin último de la medida es facilitar la toma de decisiones de riego, con objeto de reducir el consumo e incrementar la eficiencia del uso del agua.

La mejora de la gestión y control del consumo de agua se realiza mediante monitorización de sondas de humedad del suelo. Todo ello quedará implementado en el sistema de control SCADA para acceso de los responsables de la gestión, servirá para control y toma de decisiones, con el fin último de ajustar todo lo posible las dosis de riego a las necesidades reales. La justificación de la solución se incluye en el [Anejo nº 11. Sistema de telecontrol.](#)

El sistema se basa en la monitorización en la superficie con riego por goteo beneficiada por el proyecto, cubriendo toda la superficie de cultivos leñosos que se riegan por goteo y el 14,20% de los cultivos herbáceos con riego por goteo de la superficie beneficiada por el proyecto.

Esto suma una superficie total de 1.284,84 ha. Representa el 49,57% de la superficie beneficiada con el proyecto y que cuenta con riego por goteo. Esto es el 22,05% de la superficie beneficiada directamente (5.826,42 ha) y el 2,40% del total de la zona regable.

Se considera la colocación de 2 equipos de monitorización (con 3 o 2 sensores de humedad colocados a distintas profundidades en función de si es un cultivo leñoso o herbáceo) por cada 50 ha. de superficie.

Se implantan un total de 77 sondas: 64 sondas en cultivos leñosos y 13 en cultivos herbáceos.

#### 10.4.1. Control de calidad de los retornos de riego

Se trata igualmente de una medida para el control de los efectos del proyecto sobre las masas de agua, aplicada en la Fase de Explotación de la actividad. El fin último de la medida es el control y seguimiento de la calidad de los retornos de riego, que permita tomar decisiones y reducir los efectos negativos de la actividad en el medio motivados por malas prácticas en la aplicación de riegos, fertilizantes o pesticidas.

Para ello, se proyecta instalar 4 sensores de calidad en las estaciones de la Confederación Hidrográfica del Guadiana correspondientes a los arroyos Barroso, Matapeces, Caganchez y Hornillo. La justificación de la implantación de esta medida se desarrolla en el [Anejo nº 7. Documentación ambiental.](#)

A continuación, se indican las coordenadas de cada uno de los sensores y la superficie de la zona de control:

- **Sensor Arroyo Barroso:** Con este sensor se controlaría una superficie de 1.582,74 Ha, que se corresponde con un 2,83 % de la superficie total regable. Las coordenadas del punto son las siguientes:
  - o Coordenada X (ETRS-89 Huso 30): 269.952,70 m
  - o Coordenada Y (ETRS-89 Huso 30): 4.327.121,66 m
  
- **Sensor Arroyo Matapeces:** Con este sensor se controlaría una superficie de 2.302,39 Ha, que se corresponde con un 4,11 % de la superficie total regable. Las coordenadas del punto son las siguientes:
  - o Coordenada X (ETRS-89 Huso 30): 251.831,84 m
  - o Coordenada Y (ETRS-89 Huso 30): 432.6852,94 m
  
- **Sensor Arroyo Caganchez:** Con este sensor se controlaría una superficie de 3.859,87 Ha, que se corresponde con un 6,90 % de la superficie total regable. Las coordenadas del punto son las siguientes:
  - o Coordenada X (ETRS-89 Huso 30): 241.688,70 m
  - o Coordenada Y (ETRS-89 Huso 30): 4.318.268,52 m
  
- **Sensor Arroyo Hornillo:** Con este sensor se controlaría una superficie de 3.680,66 Ha, que se corresponde con un 6,58 % de la superficie total regable. Las coordenadas del punto son las siguientes:
  - o Coordenada X (ETRS-89 Huso 30): 239. 687,80 m
  - o Coordenada Y (ETRS-89 Huso 30): 4.327.072,32 m

Con estos 4 sensores se controlaría el 20,42% de la superficie total regable.

En cada uno de los sensores se controlará el contenido de nutrientes y la salinidad. Los nutrientes, N y P, se analizarán en las formas más usuales en que se encuentran en el agua.

## **Programa de muestreo**

Se propone instalar la infraestructura de medida sobre una estación tipo, con un vertedero rectangular de pared ancha con contracción lateral y con una caseta que va albergar los equipos de medida de altura de agua y toma muestras automático con el que se realizará un **muestreo exhaustivo durante el primer año de riego**.

Así, el primer año se establece el siguiente plan de muestreo:

- **Durante la campaña de riego:** determinación cada dos días de nitrógeno y fósforo, determinación mensual de plaguicidas y sólidos disueltos totales y determinación semestral de un análisis completo (aniones y cationes).
- **Durante la no campaña de riego:** determinación semanal de nitrógeno y fósforo, determinación mensual de plaguicidas y sólidos disueltos totales y determinación semestral de un análisis completo (aniones y cationes).
- Con los datos obtenidos de muestreo intensivo se realizará un informe anual (a realizar por un experto). En el mismo se establecerá el número de periodos con concentraciones de N y P más o menos estables y se definirán las frecuencias de muestreo definitivas. El objetivo es que cuando acabe el periodo financiado, el plan de muestreo final sea adecuado para la zona y pueda ser asumido por la Comunidad de Regantes. Este plan de muestreo tiene que estar supervisado por un experto y servir a los objetivos de la red de control.

### **10.4.1. Medidas sobre la flora y la fauna**

Se proyectan una serie de medidas ambientales compensatorias con el fin de naturalizar el entorno y mitigar el impacto a la fauna producido por las actuaciones, procurando un beneficio a la fauna de la zona regable. En definitiva, se busca aumentar la sostenibilidad del proyecto.

Las medidas consisten en establecer estructuras vegetales de conservación y elementos para la nidificación de aves y para refugio de quirópteros. La justificación de la implantación de esta medida se desarrolla en el [Anejo nº 7. Documentación ambiental](#).

#### **Estructuras vegetales:**

Plantación de estructuras vegetales en dos zonas:

- Tramo del Arroyo Caganchez, en el que hay abundante vegetación de zarzas y juncos que obstruye el cauce. El tramo de actuación inicia junto a la estación de aforo dispuesta para control de calidad de aguas en este arroyo y se proyecta actuar en un tramo de 842 m de longitud.
- Tramo del Arroyo S/N (2011559600/ D-XXVIII-9), con abundantes zarzales en los márgenes. Se prevé actuar en un tramo de 1.154,30 m de este cauce.

En ambos casos, se prevé la plantación de árboles para dar continuidad al arbolado existente actualmente. Se procederá a la realización del desbroce de la vegetación existente y roza mecanizada de especies invasoras en cauces y limpieza de los mismos.

Se realizarán plantaciones a tresbolillo de las siguientes especies:

- *Populus alba*.

- *Ulmus minor*.
- *Salix alba*.

Para el diseño de plantaciones y especies a plantar se ha tomado como referencia *la Guía Metodológica para la elaboración de proyectos. Restauración de Ríos* del Ministerio de Medio Ambiente, así como el *Plan de Gestión de la Zona ZEC "Río Guadiana Alto-Zújar"*.

### **Elementos para nidificación de aves y refugios para quirópteros:**

Se trata de incrementar la disponibilidad de espacios para nidificación de las aves mediante instalación de cajas nido, así como proporcionar refugios para murciélagos.

Se plantea aplicar esta medida en un tramo de la Acequia A-II-B-2, que se ubica entre dos zonas de la Zona ZEC "Río Guadiana Alto-Zújar", reutilizando actuales soportes de la acequia que están en buen estado y no serán demolidos, en atención a la concepción de economía verde circular.

La medida ambiental pretende incrementar las poblaciones de animales beneficiosos, fundamentalmente por su labor de control de plagas de insectos. Este servicio ecosistémico contribuye a aumentar las producciones y su calidad, reduciendo la necesidad de pesticidas.

La medida se concreta mediante la instalación de:

- 6 cajas nido para Cernícalo primilla (*Falco naumanni*) en zonas próximas a colonias existentes en edificaciones de la Comunidad de Regantes.
- 6 cajas nido para Carraca (*Coracias garrulus*).
- 6 cajas nido polivalente con entrada grande para Cernícalo común (*Falco tinnunculus*) ó Lechuza blanca (*Tyto alba*).
- 8 cajas nido para aves insectívoras.
- 8 refugios para quirópteros.
- Instalación de 8 unidades de escala de salvamento tipo trepa en canales para animales y personal, distribuidas en la zona regable.

#### **10.4.1. Divulgación y formación en buenas prácticas agrarias (BPA)**

Se incorporan acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas, dirigidas a los miembros de la Comunidad General de Usuarios beneficiaria de las obras, que serán desarrolladas antes de hacerles entrega de las mismas. La justificación de la implantación de esta medida se desarrolla en el [Anejo nº 7. Documentación ambiental](#).

Entre otros contenidos, se incluyen los códigos de buenas prácticas agrarias (CBPA) en vigor, incidiendo especialmente en la aplicación de medidas de conservación del suelo y de buenas prácticas agrícolas que mejoren la eficiencia en el uso del agua.

Dichas acciones se concretan en la impartición de varios cursos de formación dirigidos a técnicos y capataces de las Comunidades de Regantes de Base y a comuneros en general. Los cursos que se prevén son los siguientes:

- **Curso de formación general sobre la optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del Código de Buenas Prácticas Agrarias (CBPA)**

Se trata de un curso general que realiza una introducción sobre el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR), la aplicación del principio DNSH en el marco del Plan y una

visión general de las medidas descritas en las directrices 1-4, extrayendo de ellos los aspectos más relevantes y equilibrando los diferentes aspectos a tratar.

Seguidamente, se imparten conocimientos que van más allá de los meramente recogidos en las directrices 1-4 y que son básicos, necesarios y relevantes a la hora de aplicar el CBPA en zonas agrícolas de regadío:

- i) Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío,
- ii) Balance de agua en los suelos,
- iii) Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas,
- iv) Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados,
- v) Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas y
- vi) Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas.

- **Cursos de formación específicos: contenidos de las directrices.**

Se impartirán los siguientes cursos específicos con información relativa a los distintos aspectos que abordan cada una de las directrices.

- o Curso de establecimiento de sistemas de monitorización por sensores de potencial matricial y contenido de humedad del suelo.

El curso contiene aspectos específicos sobre la adecuada instalación y el uso e interpretación de datos procedentes de los distintos dispositivos que sirven de apoyo para una gestión eficiente del agua en el perfil de suelo afectado por el riego (por goteo o por aspersión).

- o Curso de estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente.

El curso pretende dar un conocimiento general sobre la normativa de calidad de agua, de los elementos que debe de tener una estación de control de los retornos de riego con drenaje superficial, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.

- o Curso de estaciones de control de retornos de riego con drenaje subsuperficial. Elementos y sensores.

El curso pretende dar un conocimiento general sobre los elementos que debe de tener una estación de control de los retornos de riego que drenan a aguas subsuperficiales, haciendo especial énfasis en las infraestructuras y en los sensores que las equipan.

- o Curso de implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental de los paisajes agrarios en regadíos

Se propone un curso de formación específica sobre las medidas descritas en las directrices 3 y 4, donde se aplican los conocimientos adquiridos en el apartado del curso de contenidos comunes relativo a principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas, para resolver varios casos prácticos.

Por otro lado, se establecen como obligatorias una serie de medidas y prácticas organizativas durante las obras o durante la explotación, que buscan limitar posibles efectos ambientales,

relacionadas con optimización de recursos y reducción de producción de residuos, prevención de vertidos accidentales, de emisiones y ruidos, polvo, reducción de efectos sobre la fauna, la flora, al paisaje, etc. Quedan definidas las medidas en el [Anejo nº 7. Documentación ambiental](#).

Estas medidas y prácticas organizativas a adoptar durante la ejecución de las obras quedan reflejadas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y Pliegos de los distintos documentos (Estudio de Gestión de Residuos, Estudio de Seguridad y Salud, documentación ambiental) y son de obligado cumplimiento, debiendo quedar integradas por el contratista de las obras en su organización y costes. Igualmente, deberán quedar reflejadas en el Plan de Gestión de Residuos, en el Plan de Vigilancia Ambiental y en el Plan de Seguridad y Salud que finalmente se aprueben para la ejecución.

## 10.5. CÁLCULOS HIDRÁULICOS

En el [Anejo nº 9. Cálculos hidráulicos y mecánicos](#) se presenta la metodología empleada para los diferentes cálculos hidráulicos realizados, justificando para cada tipo de actuación y sus elementos los criterios de diseño y cálculo elegidos para definirlos.

En cuanto a los criterios para establecer los caudales de diseño, se realiza a partir de los caudales de diseño estimados de la red actual, incorporando criterios adicionales acordes a las necesidades manifestadas por la Comunidad General de Usuarios para el caso de conducciones en tubería principalmente.

Asimismo, en el anejo se presentan los resultados y listados de cálculo realizados.

### 10.5.1. CÁLCULOS HIDRÁULICOS EN CONDUCCIONES

#### a) *Conducciones en tubería*

Según se anticipó en apartados anteriores, como criterio base de diseño, se establece que los caudales de diseño de la red sean los que actualmente soporta el sistema de acequias.

Si bien es cierto, las acequias cuentan con una flexibilidad (agotando resguardos, por ejemplo) con la que no contaría la red de tuberías si se fuera estricto en el dimensionamiento.

El programa de cálculo empleado para el dimensionado de las redes es “**JHRED – Cálculo, diseño y optimización de redes hidráulicas ramificadas**”.

Para la selección de los diámetros, al tratarse normalmente de redes de baja presión que en muchos casos pueden quedar alturas piezométricas insuficientes para el funcionamiento de los hidrantes, se ha procurado que las velocidades sean moderadas, en torno a 1 m/s.

En cuanto a los materiales seleccionados, atendiendo al [Anejo nº 4. Estudio de alternativas](#), se han adoptado:

- Diámetros superiores a 800 mm: Acero helicosoldado con junta abocardada.
- Diámetros iguales o menores a 800 mm: PVC.
  - o Diámetros entre 800 y 630 mm: PVC-O; PN 12,5 atm.

- Diámetros de 500 mm o inferiores: PVC-U; PN 10 atm.

### **b) Conducciones en lámina libre mediante acequia**

A partir de la geometría horizontal y vertical obtenida mediante datos topográficos de la rasante del ramal y de los perfiles longitudinales trazados, donde se indican las secciones del canal, se han introducido en HEC-RAS para la obtención de la cota de la lámina de agua, tanto en la situación actual como en la situación futura, una vez se hayan sustituido las secciones de canal correspondientes, ya deterioradas, por las nuevas secciones propuestas.

El objetivo fundamental es la comparación de las cotas de la lámina de agua, con iguales condiciones de pendiente y rugosidad y con la variación de la sección de canal allí donde se pretenda sustituir por otra sección, sin modificación de las demás secciones. En todos los casos, por tanto, se mantienen los caudales de las acequias actuales.

El cálculo se ha realizado en régimen uniforme mixto, es decir, el programa elige que régimen aplicar (subcrítico o supercrítico) dependiendo de las condiciones. La condición aguas arriba es de calado normal para una pendiente del 0,0025 m/m y la condición aguas abajo es de calado normal para una pendiente del 0,002 m/m. El coeficiente de Manning adoptado es 0,013.

La elección de la sección de canal con la cual hacer la sustitución se ha elegido del catálogo de secciones de los prefabricados de Tragsa, por tanto son todas de hormigón prefabricado. En todos los casos se ha elegido, entre las posibles, aquella sección cuya área interior sea igual o superior al área de la sección que la sustituye. Esto debería garantizar que, si la sección actual es capaz de transportar el caudal actual, la sección sustituida lo será igualmente, pudiendo elevar o bajar el calado ya que depende de la geometría de las secciones, siempre que las demás condiciones queden sin variación.

## **10.5.2. ELEMENTOS DE LAS CONDUCCIONES EN TUBERÍA**

Se dimensionan y seleccionan los siguientes elementos:

### **a) Elementos de aireación: ventosas y tubos piezométricos o de aducción de aire**

Se dimensionan los elementos para realizar la función de extracción de aire acumulado y aducción de entrada del mismo en las conducciones en tubería.

En primer lugar, para garantizar la aireación en la conducción, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- Deben mantenerse unas pendientes mínimas del 0,3% en subida y del 0,5% en bajada, ya que por debajo de estos valores no se puede garantizar la eliminación total del aire, con los consiguientes problemas de roturas o disminución de la sección útil ya comentados.
- Se limitarán los tramos de pendiente uniforme a una longitud inferior al kilómetro y la separación entre ventosas o tubos piezométricos no excederá los 500-550 metros.
- Cuando debido a las condiciones del terreno la pendiente de la tubería no pueda cumplir con los valores mínimos establecidos para la expulsión de aire, se instalarán ventosas o tubos piezométricos con una separación máxima de 200 metros entre ellos.

- Cuando la distancia entre el terreno y la presión estática sea inferior a 2,5 m, se instalarán tubos piezométricos para la expulsión/aducción de aire, debido a que para presiones bajas no se puede asegurar el correcto funcionamiento de las ventosas y a que la instalación de los tubos piezométricos es más sencilla y aseguran mejor el funcionamiento.
- Cuando la presión dinámica se encuentre por debajo de 3 mca, puede darse el caso en que la presión disponible no sea lo suficientemente alta como para asegurar el correcto cierre de la ventosa de forma automática. En estos casos se dispondrá de kit de baja presión asociado a las ventosa, que consigue cierre con presiones mínimas de 1,5 mca. En cualquier caso, se recomienda en estos casos observar si el cierre de la ventosa pudiera ocasionar fugas, por si fuera necesario cerrar de forma manual, con la prevención de su apertura para la puesta en servicio o restablecimiento de la conducción tras su vaciado.

Los puntos susceptibles de colocación de ventosa o tubos piezométricos son, en líneas generales, los siguientes:

- Puntos altos relativos.
- Cambios bruscos de perfil longitudinal no sean puntos altos.
- Reducción de pendientes en tramos ascendentes.
- Incremento de pendientes en tramos descendentes.
- Variación de pendientes en tramos uniformes.
- Cambios bruscos para reducción de secciones.
- Válvulas de seccionamiento. Cuando se colocan válvulas de corte en zonas de pendiente ascendente, puede ser necesaria la entrada de aire cuando se cierra la válvula y de esta forma evitar la posible depresión, por lo que debe instalarse una ventosa aguas arriba de la válvula. De la misma forma, es necesaria la instalación de una ventosa aguas abajo para introducir aire en la conducción cuando la pendiente es descendente.

Se adopta el siguiente criterio, una vez verificado con las fichas de dimensionamiento del fabricante:

DN	Modelo Ventosa	DN Ventosa/Tubo de aducción
160	V200	50
200		
250		
315	V500	80
400		
500		
630	V1000	150
710		
800		
900	V2000	200
1000		
1100		

**Tabla 19. Dimensionamiento de ventosas y tubos de aducción**

### b) Hidrantes

Para los distintos tipos de hidrante definidos, el criterio para el dimensionamiento del diámetro de hidrantes ha sido limitar el caudal máximo para que no exceda la velocidad de 1,5 m/s. En este sentido, se definen 3 diámetros para los hidrantes:

DN hidrante	Q (l/s)
100 (4")*	≤10
150 (6")	Entre 10 y 25 l/s
200 (8")	≥ 25

**Tabla 20. Dimensionamiento de hidrantes**

\*Nota: Los hidrantes con caudal  $\geq 7,5$  l/s cuya presión dinámica es  $\leq 1,5$  mca, se realizarán en DN 125 (5").

En casos puntuales en los que la velocidad del hidrante sea próxima a 1,5 m/s y la presión dinámica disponible sea  $< 1$  mca, se valora la disposición del diámetro de hidrante inmediatamente superior al que le correspondería según la tabla anterior.

### c) Desagües

En los puntos bajos de la conducción se han dispuesto válvulas de desagüe alojadas en arquetas visitables, con el fin de poder vaciar la conducción cuando sea necesario.

Los desagües estarán constituidos por un orificio y una pieza en T situados en la parte superior de la tubería, a continuación de la cuales, y mediante las correspondientes piezas especiales, se coloca una válvula de compuerta con carrete de desmontaje, y posteriormente un tramo de tubería hasta llegar a la arqueta de desagüe.

En cuanto al diámetro, éste dependerá del volumen de agua a desalojar, que a su vez depende de la localización de puntos altos y bajos, el diámetro de la tubería, etc.

Como criterio se adopta la propuesta del CEDEX para los desagües en función de los diámetros de las conducciones y se resume a continuación:

Diámetro de la tubería (mm)	Diámetro del desagüe (mm)
< 200	80
200 a 400	100
400 a 700	150
700 ≤	200

**Tabla 21. Dimensionamiento de desagües de las tuberías**

#### **d) Derivaciones**

Las derivaciones de las conducciones se realizarán mediante válvulas de compuerta (o de mariposa para diámetros superiores a 500 mm), alojadas en arquetas visitables.

El dimensionamiento del diámetro de derivación se establece en función al caudal de dimensionamiento de la derivación en cuestión, calculando el diámetro correspondiente a una velocidad en torno a 1 l/s.

Las derivaciones a acequia dispondrán de arqueta-sifón para rotura de carga previamente a la conexión con la acequia. Dichas arquetas serán dimensionadas conforme a la metodología descrita más adelante.

### **10.5.3. OBRAS HIDRÁULICAS SINGULARES**

Se dimensionan y calculan los siguientes elementos:

- Arquetas de rotura de carga.
- Vertederos de pared delgada rectangular.
- Salto vertical.

El método y criterios de cálculo de cada uno de estos elementos se puede consultar en el anejo correspondiente.

### **10.6. CÁLCULOS MECÁNICOS DE LAS CONDUCCIONES**

En el [Anejo nº 9. Cálculos hidráulicos y mecánicos](#) se presenta la metodología empleada para los diferentes cálculos mecánicos en conducciones realizados, con objeto de comprobar el dimensionamiento y asegurar el correcto funcionamiento de las tuberías definidas en cada actuación. Se realiza el cálculo mecánico de cada una de ellas en su sección más desfavorable.

En el anejo se justifican los siguientes cálculos:

- Cálculo mecánico para tuberías de acero enterradas.
- Cálculo mecánico para tuberías de acero aéreas.
- Cálculo mecánico para tuberías de PVC enterradas.

Como parte de los cálculos mecánicos en las conducciones, también se realizan los siguientes:

- Estudio de flotabilidad de las conducciones en situaciones de nivel freático alto.
- Cálculo y dimensionamiento de los macizos de anclaje para los cambios de dirección de las conducciones, codos, té, etc.
- Dimensionamiento de la protección catódica para tuberías de acero enterradas.

## 10.7. ESTUDIO ESPECÍFICO DE ACCIONES SÍSMICAS

Según la Norma de construcción Sismorresistente NCSE-02 (Parte general y edificación), y el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, en la zona de actuación posee una aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g y un coeficiente de contribución  $K = 1$ .

Atendiendo a estas premisas, al área de estudio se considera como de baja peligrosidad y para el tipo de edificación prevista (construcción de importancia normal), dicha Norma no es de obligatoria aplicación, según se especifica en el apartado "1.2.3. Criterios de aplicación de esta Norma", página 35902 del citado BOE. En consecuencia, no son necesarias comprobaciones en este sentido; no siendo preciso aplicar este factor en el cálculo estructural.

## 10.8. CÁLCULOS DE ESTRUCTURAS

Se calculan los distintos tipos de arquetas que se proyectan, así como la cimentación de las acequias y de las bóvedas para pasos bajo camino, tratando de unificar según dimensiones similares de las mismas, a efectos de simplificar la ejecución sin disponer demasiada variabilidad de armados para cada tipo de elemento.

La geometría de los distintos elementos calculados se valida siguiendo los criterios de estabilidad al deslizamiento, estabilidad al vuelco y distribución de tensiones en la base, acorde con la normativa vigente y los parámetros tipo considerados.

La normativa aplicada para el dimensionamiento de la estructura es la siguiente:

- Documento básico SE-C Cimientos. Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Código Estructural.
- EHE 08

Acorde con el Nuevo Código Estructural, los coeficientes parciales de seguridad de los materiales son 1,5 en el caso de comprobaciones sobre el hormigón y 1,15 para las comprobaciones del acero para armaduras pasivas.

Los materiales considerados son los siguientes:

- |                          |                                 |
|--------------------------|---------------------------------|
| • Hormigón en estructura | HA-30/P/20/XC4 ó HA-25/P/20/XC4 |
| • Acero pasivo           | B500S                           |
| • Recubrimientos         | 50mm                            |

Para el cálculo y dimensionamiento de la estructura se han utilizado los siguientes programas:

- Módulo CYPE3D del programa CYPE en su versión 2023.a.
- Prontuario Informático del Hormigón, versión 3.1: programa de comprobación y armado de secciones de hormigón armado.

En el [Anejo nº 10. Cálculos de estructuras](#) se presentan los cálculos estructurales para dimensionamiento de armados y comprobación estructural conforme a la normativa citada.

## **10.1. ACCESO A TAJOS, ZONAS DE ACOPIO Y DESVÍOS DE TRÁFICO**

La información correspondiente se describe y justifica a continuación, no siendo necesario incorporar anejo específico a los efectos.

### **10.1.1. Acceso a la zona de actuación**

Las actuaciones quedan distribuidas en la zona regable, siendo el área de actuación una zona agrícola muy dispersa en una superficie muy extensa.

Las principales vías de acceso a la zona regable son la autovía A-5, que discurre por el flanco Oeste de la zona regable, la autovía EX - A-2, que cruza la zona Norte-Sur y la carretera N-430, que cruza la zona regable de Oeste a Este. El centro urbano de referencia para el acceso a la zona es Don Benito, situado en el centro de la Zona Regable.

### **10.1.2. Acceso a tajos**

Las actuaciones que se proyectan tienen como objeto la sustitución de infraestructuras de riego existentes, que ya cuentan con sus accesos y vías de servicio para explotación y mantenimiento. Son infraestructuras que disponen de su correspondiente servidumbre de acueducto. Además, la propia red de accesos a las parcelas o explotaciones de la zona regable son un soporte más que suficiente para el acceso a los distintos tajos.

Por otro lado, se han programado las obras de modo que no interfieran con la explotación del sistema de riego, quedando programadas las obras fuera de campaña de riegos.

De este modo, los accesos a tajos no se verán comprometidos por la explotación de las infraestructuras de riego.

En definitiva, no es necesario habilitar nuevos accesos a los distintos tajos, se utilizarán los accesos o vías de servicio existentes.

### **10.1.3. Acceso a la zona de actuación**

En cuanto a las zonas de acopio, se han habilitado 5 zonas de instalaciones auxiliares distribuidas en la zona de actuación donde se podrán realizar los acopios de materiales. Los acopios a pie de tajo, se realizarán en la propia zona de servidumbre de las instalaciones, por lo que no se requieren zonas de acopio adicionales a las previstas junto a las instalaciones auxiliares que quedan representadas en los Planos del [Anejo nº 16. Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición.](#)

### **10.1.4. Desvíos de tráfico**

Al realizarse las obras fuera de campaña de riego, no se prevén necesarios desvíos de tráfico en los cruces con caminos o caminos asfaltados; en cualquier caso, la actuación se deberá realizar en fases, con objeto de no obstaculizar completamente el tránsito del camino, implementando la señalización correspondiente.

No se producen cruces de las conducciones con carreteras de ámbito autonómico, provincial o nacional que requieran desvíos de tráfico.

## 11. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

### 11.1. MARCO NORMATIVO

El presente Proyecto se redacta cumpliendo los requerimientos establecidos en la Ley de Contratos del Sector Público y Reglamentos de aplicación:

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.
- 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.

A continuación, se contempla un resumen de las más importantes disposiciones legales (leyes, reglamentos, etc.) y normas que se han tenido en cuenta para la redacción del proyecto.

- Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público (B.O.E. Núm. 276, de 16 de noviembre).
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014 (B.O.E. Núm. 272, de 9 de noviembre).
- 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 (B.O.E. Núm. 257, de 26 de octubre).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (B.O.E. Núm. 296, de 11 de diciembre).
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de evaluación ambiental (B.O.E. Núm. 294, de 6 de diciembre).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. Núm. 269, de 10 de noviembre).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (B.O.E. Núm. 256, de 25 de octubre).
- Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el art. 58 del R.D. 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (B.O.E. Núm. 35, de 9 de febrero).
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (B.O.E. Núm. 176, de 24 de julio).
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica (B.O.E. Núm. 162, de 7 de julio).
- Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.
- Real Decreto 26/2023, de 17 de enero, por el que se aprueba la revisión y actualización de los planes de gestión del riesgo de inundación de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Segura, Júcar y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana, Ebro, Ceuta y Melilla.
- Norma UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad.
- Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre expropiación forzosa (BOE nº 351 del 17 de diciembre de 1954). Revisión vigente desde 31 de octubre de 2015.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril (B.O.E. Núm. 14, de 16 de enero).

- Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión, del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE n 38, de 13 de febrero de 2008).
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3/1975), con las modificaciones posteriores.
- Real Decreto 470/2021, 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- NCSE-02: Norma de Construcción Sismorresistente.
- IAP-11: Instrucción sobre las acciones a considerar en el proyecto de puentes de carretera.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. (BOE nº224 de 18 de septiembre de 2002) y modificaciones posteriores recogidas en el Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo.
- Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE 09.06.14).
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura (D.O.E. número 81, de 29 de abril de 2015).
- Decreto 19/1997, de 4 de febrero, de Reglamentación de Ruidos y Vibraciones (D.O.E. número 18, de 11 de febrero de 1997).
- Decreto 20/2011, de 25 de febrero, por el que se establece el régimen jurídico de la producción, posesión y gestión de los residuos de construcción y demolición en la Comunidad Autónoma de Extremadura (D.O.E. número 43, de 3 de marzo de 2011)
- Ley 2/1999, de 29 de marzo, de Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura (D.O.E. número 59, de 22 de mayo de 1999).
- Decreto 93/1997, de 1 de julio, por el que se regula la actividad arqueológica en la Comunidad Autónoma de Extremadura

## 11.2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Al encontrarse la actuación proyectada dentro de los supuestos incluidos en el artículo 4, apartado 1, del R.D: 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se ha redactado un Estudio de Seguridad y Salud (incluido como [DOCUMENTO nº5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD](#) del presente proyecto) que servirá como base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en función de los sistemas de ejecución a emplear y la normativa legal vigente.

Para la redacción del citado documento, además de la normativa legal de aplicación, se ha tenido en cuenta lo dispuesto en el documento elaborado por Tragsa de título “*Consideraciones en la redacción de proyectos referida al Estudio de Seguridad y Salud*”.

El presupuesto de seguridad y salud se incluye como un capítulo del presupuesto general de la obra y su presupuesto de ejecución material asciende a la cantidad de **268.641,16 €**.

### 11.3. TRAMITACIÓN AMBIENTAL

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

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

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

a) Los comprendidos en el anexo I, así como los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo I mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

b) Los comprendidos en el apartado 2, cuando así lo decida caso por caso el órgano ambiental, en el informe de impacto ambiental de acuerdo con los criterios del anexo III.

c) Cualquier modificación de las características de un proyecto consignado en el anexo I o en el anexo II, cuando dicha modificación cumple, por sí sola, los umbrales establecidos en el anexo I.

d) Los proyectos incluidos en el apartado 2, cuando así lo solicite el promotor.

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

a) Los proyectos comprendidos en el anexo II.

b) Los proyectos no incluidos ni en el anexo I ni el anexo II que puedan afectar de forma apreciable, directa o indirectamente, a Espacios Protegidos Red Natura 2000.

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

1.º Un incremento significativo de las emisiones a la atmósfera.

2.º Un incremento significativo de los vertidos a cauces públicos o al litoral.

3.º Incremento significativo de la generación de residuos.

4.º Un incremento significativo en la utilización de recursos naturales.

5.º Una afección a Espacios Protegidos Red Natura 2000.

6.º Una afección significativa al patrimonio cultural.

d) Los proyectos que, presentándose fraccionados, alcancen los umbrales del anexo II mediante la acumulación de las magnitudes o dimensiones de cada uno de los proyectos considerados.

e) Los proyectos del anexo I que sirven exclusiva o principalmente para desarrollar o ensayar nuevos métodos o productos, siempre que la duración del proyecto no sea superior a dos años.

El proyecto trata de una mejora de regadío que afecta a una superficie mayor de 100 ha, por lo que se encuentra incluido dentro de los supuestos del Anexo II de la Ley 21/2013 de evaluación ambiental. Además, el proyecto incluye parte de las actuaciones dentro de la Red Natura 2000.

Por todo ello, se hace necesario redactar un documento ambiental ajustado a los requerimientos establecidos en la Ley 21/2013, para su evaluación de impacto ambiental simplificada.

*ANEXO II Proyectos sometidos a la evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II, sección 2.<sup>a</sup>*

*Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería.*

*c) Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura:*

1.º *Proyectos de consolidación y mejora de regadíos en una superficie superior a 100 ha.*

Además, al incluirse parte de las actuaciones del proyecto dentro de Red Natura 2000, y en base a los criterios establecidos en el Anexo III de la Ley 21/2013 de evaluación de impacto ambiental, podría ser considerada una evaluación de impacto ambiental ordinaria, según lo siguiente:

*ANEXO III. Criterios mencionados en el artículo 47.5 para determinar si un proyecto del anexo II debe someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria.*

*1. Ubicación de los proyectos: La sensibilidad medioambiental de las áreas geográficas que puedan verse afectadas por los proyectos deberá considerarse teniendo en cuenta los principios de sostenibilidad, en particular:*

*c) La capacidad de carga del medio natural, con especial atención a las áreas siguientes: 5º Áreas clasificadas o protegidas por la legislación del Estado o de las Comunidades Autónomas; lugares Red Natura 2000.*

Según la Ley 16/2015, de 23 de abril, de protección ambiental de la Comunidad Autónoma de Extremadura establece en su anexo IV:

*ANEXO IV Proyectos sometidos a evaluación ambiental ordinaria.*

*Deberán someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria los proyectos, públicos o privados, consistentes en la realización de las obras, instalaciones o cualquier otra actividad que se pretendan llevar a cabo en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Extremadura, cuando así lo establezca la legislación estatal básica en materia de evaluación de impacto ambiental, siempre que la competencia para su autorización o aprobación, o en su caso, para su control a través de la declaración responsable o comunicación previa, no corresponda a la Administración General del Estado.*

Por tanto, se redacta el correspondiente documento ambiental que se incluye en el [Anejo nº 7. Documentación ambiental.](#)

Este documento ha servido para identificar los factores ambientales que se relacionan con la fase de construcción y la fase de explotación del proyecto, permitiendo valorar el alcance de los impactos que se prevé ejercer sobre ellos y diseñar las medidas dirigidas a prevenir, corregir o compensar sus efectos.

Cada una de las medidas ambientales que se proyectan de las incluidas en el **Anexo III del “Convenio entre el MAPA y SEIASA, en relación con las obras de modernización de regadíos del Plan para la mejora de la eficiencia y sostenibilidad en regadíos”**, con objeto de apoyar el cumplimiento del principio DNSH, quedan estudiadas y justificadas en el citado anejo.

Entre las medidas que se establecen, destacan la mejora de la gestión y control del consumo de agua para incrementar la eficiencia de riego, mediante implantación de un sistema predictivo apoyado con imágenes satelitales y sondas de humedad del suelo, la implantación de sistemas de control de calidad de los retornos de riego, que pretende controlar los efectos del proyecto sobre las masas de agua, la plantación de estructuras vegetales para aumentar la biodiversidad, favorecer la presencia de fauna aliada y mejorar la conectividad ecológica, así como la instalación de cajas nido y refugios para murciélagos. Además, como medida transversal a todas las demás que se diseñan en este documento ambiental, se desarrolla una medida de divulgación y formación en el Código de Buenas Prácticas Agrarias (CBPA), con el objetivo de transmitir una conciencia ecológica a los agricultores a través de la formación y la exposición de acciones demostrativas eficaces, para ayudar a alcanzar la sostenibilidad e integración ambiental de los regadíos.

Se recoge también el correspondiente Plan de Vigilancia Ambiental, en el que se detalla la metodología de aplicación y ejecución, así como el programa de seguimiento, que se extenderá en alguno de los casos a lo largo de los 5 años posteriores a la entrega de las obras a fin de asegurar el correcto funcionamiento de dichas medidas.

Además, se incluye un estudio de vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos, tal como se exige en la justificación del objetivo de Adaptación al Cambio Climático recogido en la normativa europea y como se recoge en la mencionada ley 21/2013 de evaluación ambiental.

#### **11.4. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que se incluye en el presente proyecto como Documento nº 3 regula las condiciones de tipo técnico que deben cumplir los diferentes materiales, así como también la ejecución de las obras con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista, la manera en que se llevará a cabo la medición y valoración de las unidades ejecutadas y el control de calidad de los materiales empleados y del proceso de ejecución.

#### **11.5. OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS**

El [Anejo 14. Expropiaciones y servidumbres](#) recoge las superficies, valoraciones y titulares que son necesarias ocupar o afectar para la ejecución del “*Proyecto de modernización e implantación de nuevas tecnologías y la mejora de la eficiencia energética en la zona regable del Canal de Orellana (Badajoz y Cáceres)*”.

El citado anejo tiene por objeto, en primer lugar, servir para poder ajustarse a los requisitos necesarios que ineludiblemente deben reunir los proyectos para cumplimentar el trámite de su aprobación. En segundo lugar, tiene por objeto servir de base de partida para la incoación y subsiguiente tramitación del expediente de expropiación por parte de la Administración expropiante, definiendo los bienes y derechos que son indispensables ocupar para que se puedan ejecutar las obras contenidas en el proyecto de referencia, conforme dispone el artículo 15 de la Ley, de 16 de diciembre de 1954, de Expropiación Forzosa, y lo relacionado en sus artículos 17 y 18.

Para la ejecución de las de las obras, se ven afectadas superficies pertenecientes a once términos municipales.

- Navalvillar de la pela (Badajoz)
- Acedera (Badajoz)
- Villanueva de la Serena (Badajoz)
- Don Benito (Badajoz)
- Medellín (Badajoz)
- Villar de Rena (Badajoz)
- Santa Amalia (Badajoz)
- Guareña (Badajoz)
- Madrigalejo (Cáceres)
- Miajadas (Cáceres)
- Almoharín (Cáceres)

### 11.5.1. Descripción de las afecciones

Las actuaciones se proyectan sobre trazados de conducciones existentes, que se ubican en parcelas de titularidad de la Confederación Hidrográfica del Guadiana o de las distintas Comunidades de Regantes de Base. Los citados terrenos serán puestos a disposición de las obras, en base a las autorizaciones y acuerdos firmados al efecto por dichos organismos.

Las acequias actuales sobre las que se proyectan las actuaciones, además, cuentan con sus correspondientes servidumbres de acueducto.

Por tanto, no serán necesarias nuevas expropiaciones de ocupación total ni nuevas servidumbres. Las ocupaciones necesarias del presente proyecto se limitan a las ocupaciones temporales.

**Ocupación temporal:** Franjas de terreno que resultan estrictamente necesarias ocupar para llevar a cabo la correcta ejecución de las obras por un espacio de tiempo determinado, normalmente hasta finalización de las obras, y que son restituidas a los propietarios una vez finalizada la ejecución. Siempre y cuando sea posible, se dispondrán dos franjas de ocupación temporal, una a cada lado de la zona de servidumbre en el caso de tuberías y solo a un lado en el caso de acequias. Estas franjas, podrán llegar a reducirse al mínimo imprescindible, a fin de preservar elementos singulares o de alto valor ambiental, o por otras circunstancias relevantes. Las franjas de terreno tienen una anchura variable en función del diámetro de la tubería de conducción y en función del ancho de la acequia:

Tuberías:

Ancho/ diámetro	Ancho ocupación temporal (m)
1.100>DN≥710	5+15
710>DN≥500	5+10
400≥DN	4+8

*Tabla 22. Anchos de ocupación temporal en tubería*

Acequias:

Ancho/ diámetro	Ancho ocupación temporal (m)
Acequias entre T-500 y T-150	6,5
Acequias menores de T-150	5

*Tabla 23. Anchos de ocupación temporal en acequia*

### 11.5.2. Criterios de valoración

El régimen de valoraciones adoptado como criterio para determinar el valor del suelo afectado por el presente expediente de expropiación, es el establecido en el Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana y el Real Decreto 1492/2011, de 24 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de valoraciones de la Ley del Suelo.

En el citado RD 1492/2011, los capítulos III y IV se desarrollan, respectivamente, los conceptos y métodos de valoración para suelo en situación básica rural y urbanizado, con el objetivo de estimar cuantitativamente el valor de sustitución del inmueble similar en la misma situación, en consonancia con el espíritu de la Ley de Expropiación Forzosa.

La valoración de los bienes a expropiar se ha realizado conforme a lo recogido en la “ORDEN de 12 de enero de 2021, por la que se aprueban los precios medios en el mercado para estimar el valor real de determinados bienes inmuebles de naturaleza rústica, radicados en la Comunidad Autónoma de Extremadura, a efectos de la liquidación de los hechos imponible de los impuestos sobre Transmisiones Patrimoniales y Actos Jurídicos Documentados y sobre Sucesiones y Donaciones”. Dicha Orden, recoge la última actualización llevada a cabo por la Junta de Extremadura de los precios medios de mercado para los bienes de naturaleza rústica, además de establecer las reglas para su metodología y aplicación.

Para la valoración de la servidumbre de acueducto y la ocupación temporal, se ha partido del precio de expropiación total de los terrenos; considerando el valor de la servidumbre de acueducto como el 50 % del valor de la expropiación total, y el valor de la ocupación temporal como el 10 % de la expropiación total. Solo se aplica, en este caso, la ocupación temporal.

A continuación, como resumen de los cálculos realizados, se presentan los valores finales unitarios a aplicar en función de las afecciones, para el año 2023:

USO/APROVECHAMIENTO	VALOR EXPROPIACIÓN (€/m <sup>2</sup> )	VALOR SERVIDUMBRE (€/ m <sup>2</sup> )	VALOR OCUPACIÓN TEMPORAL (€/ m <sup>2</sup> )	IRO (€/ m <sup>2</sup> )
Arrozales regadío	1,95	0,98	0,20	0,05
Labor seco	0,75	0,38	0,08	0,02
Labor regadío	2,2	1,10	0,22	0,05
Pastos	0,31	0,16	0,03	0,02
Frutales regadío	2,43	1,46	0,97	0,05
Improductivo	0,06	0,03	0,01	0,02
Olivos seco	0,84	0,50	0,34	0,10
Olivos regadío intensivo	1,88	1,13	0,75	0,10
Olivos regadío súper intensivo	2,12	1,27	0,85	0,10

Tabla 24. Valor unitario de las afecciones por cultivos

### 11.5.3. Valoración total de las afecciones

Las superficies totales afectadas, así como la valoración aplicando los precios unitarios a las superficies afectadas en función de los tipos de cultivo y aprovechamiento y demás circunstancias, se obtiene el importe de las expropiaciones que se expone a continuación:

Superficie OCUPACIÓN TEMPORAL (m <sup>2</sup> )	Expropiación OCUPACIÓN TEMPORAL (€)	INDEMNIZACIÓN POR RÁPIDA OCUPACIÓN (€)	TOTAL VALORACIÓN (€)
400.696	123.687,14	20.006,61	143.693,75

Tabla 25. Valoración de las afecciones

El importe total estimado de las indemnizaciones por las afecciones derivadas de las ocupaciones temporales y demás conceptos indemnizables, asciende a:

**CIENTO CUARENTA Y TRES MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO (143.693,75€).**

Debe tenerse en cuenta esta valoración podrá aumentar hasta un 30% debido a cuestiones no consideradas y que no es posible incluir en fase de proyecto, como son las indemnizaciones por perjuicios que se estima en trabajo de campo, limitaciones de dominio, fase de justiprecio contradictorio o fijación definitivo del justiprecio mediante resoluciones del Jurado Provincial de Expropiación Forzosa etc.

Es necesario significar de modo expreso, que la cantidad determinada anteriormente es exclusivamente para uso y conocimiento de la Entidad Beneficiaria y que, necesaria e ineludiblemente habrá de ajustarse y concretarse, de conformidad con el mandato y jurisprudencia constitucional, en cada caso y para cada finca en concreto, en el preceptivo expediente expropiatorio que forzosa y necesariamente ha de incoarse por parte de Administración competente.

### **11.6. SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS**

En el [Anejo N.º 15. Servicios afectados, reposiciones, permisos y licencias](#) se exponen los estudios realizados para la identificación los diferentes servicios y elementos existentes que se verán afectados por la ejecución de las obras previstas en el presente proyecto.

Se identifican las afecciones a servicios, tanto públicos como privados, para definir y valorar las soluciones de reposición donde es necesario, tratando de que la incidencia de las obras en cada uno de ellos sea la mínima posible.

A tales efectos, se realiza un inventario de todos los servicios que generan interferencias con las obras y se plantea la reposición proyectada en los casos necesarios.

Por otro lado, en el Anejo también se exponen las comunicaciones y las solicitudes de autorización realizadas a los distintos organismos afectados, tanto para recabar la pertinente autorización como para incorporar los condicionantes manifestados por dichos organismos en la reposición del servicio en cuestión.

En este sentido, el proceso seguido ha sido el siguiente:

- Inspección de campo y recopilación de información para la identificación de servicios existentes en la zona del proyecto.
- Comprobación de la afección a los servicios existentes por las obras objeto del presente proyecto.
- Solicitud y obtención de la autorización del titular del servicio afectado para el desvío/reposición del mismo.
- Propuesta de diseño de la reposición de los servicios afectados por las obras.

### **11.7. GESTIÓN DE RESIDUOS**

El estudio que se recoge en el [Anejo nº 16. Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición](#), se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, el cual establece, en su artículo 4.1.a «Obligaciones del productor de residuos de la construcción y demolición», la

obligatoriedad de la inclusión en el proyecto de obra de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición.

En cumplimiento de lo establecido en el artículo 4.1.a del citado Real Decreto, el estudio habrá de contener la siguiente documentación:

1. Una estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, expresada en toneladas y en metros cúbicos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos según la Decisión de la Comisión de 18 de diciembre de 2014 (2014/955/UE) por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, y que es aplicable desde el 1 de junio de 2015.
2. Localización de gestores de Residuos de la Construcción y Demolición autorizados junto a la zona de obras y estudio de vertederos de inertes.
3. Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
4. Las operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
5. Las medidas para la separación de los residuos en obra.
6. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
8. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.

El objetivo de la normativa en gestión de residuos es conseguir un desarrollo más sostenible de la actividad constructiva, estableciendo unos requisitos mínimos de producción y gestión, y fomentando, por este orden, la prevención, la reutilización, el reciclado y la valorización frente al depósito en vertedero.

Además de los materiales sobrantes en construcción y demolición de infraestructuras, los excedentes de tierras generados en obras de excavación, nivelación y ampliación suelen gestionarse como subproducto en otras obras cercanas o se suelen acumular en depósitos para su uso en el futuro; si bien, los habituales desajustes temporales entre la oferta y la demanda hacen que, a menudo, se tengan que considerar como residuos.

En este sentido, las ventajas más significativas que se derivan de aplicar esfuerzos en el desarrollo de estrategias de prevención y gestión de los residuos generados en la construcción son:

- Minimización de la cantidad de escombros y otros elementos de desecho que han de gestionarse en destino, ya sea una planta de transferencia, una planta de valorización o un vertedero o depósito controlado.
- Ahorro de materiales de la construcción de origen natural, ya que los elementos extraídos en las labores de ejecución de la obra podrían servir como materia prima para otras

actividades de la obra, en caso de que su estado sea adecuado y sus características así lo permitan.

- Menor número de viajes en las labores de transporte de los residuos desde la obra hasta la planta de gestión, con lo que se reduce, a su vez, la contaminación atmosférica y acústica en el entorno de los trabajos.
- Mayor control y calidad de gestión sobre determinados residuos tóxicos o peligrosos que puedan implicar riesgos para el medio ambiente y la salud de las personas, en especial para los trabajadores que estén en contacto con estos materiales.

En el Estudio se ha contemplado la identificación, estimación de cantidades, las medidas para la prevención de la generación, separación, clasificación y recogida selectiva así como las operaciones de gestión a las que serán destinados los residuos que se generen como consecuencia de desmontajes y demoliciones, los sobrantes de materiales de ejecución de la obra y envases y embalajes de dichos materiales en las obras de construcción o demolición asociadas a las infraestructuras del presente proyecto.

Todos los residuos considerados están regulados en la legislación vigente específica sobre esta materia, considerándose en aquellos aspectos no contemplados en aquella legislación siempre y cuando se encuentren mezclados con residuos de construcción y demolición.

El presente proyecto se enmarca dentro del Principio DNSH y tiene como objetivo mantener unos criterios de sostenibilidad ambiental durante toda su vida útil. En este sentido, se pone especial atención en la búsqueda de soluciones basadas en operaciones de valorización y reutilización de residuos que puedan suponer mejoras ambientales considerables.

Se destacan en este sentido la consideración de **reutilización de todos los materiales procedentes de excavaciones y desbroces en la propia obra, así como la valorización in situ para generación de áridos a emplear en la propia obra de una proporción importante de los residuos pétreos procedentes de las demoliciones de instalaciones existentes.**

Para los materiales procedentes de las excavaciones se ha contemplado **la reutilización como rellenos en la propia obra y el acopio de tierra vegetal para su posterior extensión y reposición en las zonas excavadas, evitando sobrantes de excavación** a transportar fuera de la obra

El principal residuo que se va a generar son los restos de materiales de naturaleza pétreo, en los cuales destaca los restos de hormigón procedentes principalmente de la demolición de acequias existentes para ejecución de las nuevas tuberías y acequias proyectadas. **El 63,5% en peso de estos materiales será valorizada in situ mediante trituración por equipo móvil de machaqueo para obtención de áridos a emplear en la propia obra como rellenos en zanja de tuberías y bases de apoyo de arquetas, contribuyendo así en mayor medida a los objetivos de economía circular.**

Se ha tenido en cuenta lo previsto en el artículo 26 de la “*Ley de 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*”, en el que se estipula que durante la ejecución de las obras se garantizará que al menos el 70% (en peso) de los RCDs generados no peligrosos (con exclusión de los residuos con código LER 17 05 04), se reutilicen, reciclen o valoricen, incluyendo actuaciones de relleno con residuos en sustitución de otros materiales, de acuerdo con la jerarquía de residuos y el Protocolo de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición de la UE.

Para el presente Proyecto, en relación al artículo 26 citado, se prevé que el 100% de los residuos generados en obra no peligrosos (con exclusión de los residuos con código LER 17 05 04), serán reutilizados, valorizados o reciclados, ya sea en la propia obra o los centros de gestión autorizados definidos en el presente estudio. Además, se estima que, **de estos residuos, un 80% serán reutilizados directamente en la propia obra como material de relleno y refuerzo de la zona de zanja de tubería.**

Por último, y como objetivo básico, el estudio de gestión de residuos engloba las directrices de gestión de los residuos de construcción y demolición que se encuentren en vigor. En base a éste estudio, y sin que puedan aparecer discrepancias algunas con el mismo, se deberá acometer, posteriormente, la concreción de medidas específicas en obra mediante el desarrollo de un Plan de gestión de residuos del que será responsable, como poseedor de los residuos, el contratista de las obras. El mencionado documento deberá ser aprobado por la dirección facultativa y pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra antes del inicio de la misma.

Durante el desarrollo de la obra se ha previsto ubicar cinco zonas de acopio y valorización in situ, y de almacenamiento temporal de residuos -"punto limpio"-, para su depósito provisional hasta la recogida o entrega al gestor autorizado. Estas zonas se ha previsto ubicarlas en las proximidades de las actuaciones, quedando de esta forma distribuidas por la zona de actuación. En estas mismas zonas se realizarán las labores de valorización in situ mediante molido de restos de demolición para su posterior reutilización en la propia obra.

La estimación del coste de la gestión, tratamiento y almacenaje de los residuos generados durante la obra, asciende a la cantidad de ejecución material (sin IVA) de **506.275,51 €**.

## **11.8. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA Y FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS**

### **11.8.1. Clasificación del Contratista**

En cumplimiento de lo prescrito en el artículo 65.1 y 67.1 del Real Decreto Legislativo 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, y su modificación por la disposición final 3.3 de la Ley 25/2013, de 27 de diciembre, e impulso de la factura electrónica y creación del registro contable de facturas en el Sector Público, y de los artículos 25 y 26 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, será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado.

De acuerdo con el artículo 26 del R.D. 773/2015, que modifica el artículo 26 del Real Decreto 1098/2001, se especifica la categoría, ahora numérica, necesaria.

Conforme al Artículo 11. Determinación de los criterios de selección de las empresas, del R.D. 773/2015:

*3. En los contratos de obras cuando el valor estimado del contrato sea igual o superior a 500.000 euros será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras de las Administraciones Públicas. Para dichos contratos, la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, con categoría igual o superior a la exigida para el contrato, acreditará sus condiciones de solvencia para contratar.*

Siendo éste el caso de este Proyecto, se procede a proponer la clasificación mínima que deban poseer los licitadores de la obra, en función del tipo de obra, del presupuesto de la misma y del plazo de ejecución previsto:

Clasificación	Grupo	Subgrupo	Categoría
E-7-5	E) Hidráulicas	7. Obras hidráulicas sin cualificación específica.	5
E-4-4	E) Hidráulicas	4. Acequias y desagües.	4

**Tabla 26. Clasificación del Contratista**

### 11.8.2. Fórmula de revisión de precios

Conforme a lo dispuesto en el Artículo 103.5 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público, las obras recogidas en el presente proyecto están afectadas por Revisión de Precios. Además cabe mencionar, con fecha 2 de marzo de 2022, se publica en el B.O.E. el Real Decreto-ley 3/2022, de 1 de marzo, de medidas para la mejora de la sostenibilidad del transporte de mercancías por carretera y del funcionamiento de la cadena logística, y por el que se transpone la Directiva (UE) 2020/1057, de 15 de julio de 2020, por la que se fijan normas específicas con respecto a la Directiva 96/71/CE y la Directiva 2014/67/UE para el desplazamiento de los conductores en el sector del transporte por carretera, y de medidas excepcionales en materia de revisión de precios en los contratos públicos de obras. En dicho Real Decreto-ley se indica en su artículo 6.1 que, *“excepcionalmente, en los contratos públicos de obras, ya sean administrativos o privados, adjudicados por cualquiera de las entidades que formen parte del sector público estatal que se encuentren en ejecución, licitación, adjudicación o formalización a la entrada en vigor de este real decreto-ley, o cuyo anuncio de adjudicación o formalización se publique en la plataforma de contratación del sector público en el periodo de un año desde la entrada en vigor de este real decreto-ley, se reconocerá al contratista la posibilidad de una revisión excepcional de precios siempre que concurra la circunstancia establecida en este real decreto-ley”*.

La determinación de la Fórmula de Revisión de Precios se realiza de acuerdo con el Capítulo II, del Título III de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público; con el *Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los Contratos de Obras y de Contratos de Suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas*, proponiendo como fórmula polinómica la correspondiente a **Obras Hidráulicas**. Obras con contenido en plásticos, siderurgia y energía. Obras de modernización y transformación en regadíos y conducciones de derivados plásticos.

La fórmula a aplicar es la siguiente:

$$K_t = 0,05C_t/C_0 + 0,08\bar{E}_t/E_0 + 0,15P_t/P_0 + 0,06\bar{R}_t/\bar{R}_0 + 0,14S_t/S_0 + 0,01T_t/T_0 + 0,51$$

Siendo:

- K** = índice de revisión de precios.
- C** = índice de cemento.
- E** = índice de energía.
- P** = Productos plásticos.
- R** = Áridos y rocas.
- S** = índice de productos siderúrgicos.
- T** = Materiales electrónicos.

### 11.9. PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS Y PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución para la realización de las obras del presente Proyecto se estipula **en treinta y siete (37) meses** a contar del día siguiente al levantamiento del Acta de comprobación del Replanteo.

El principal condicionante externo está referido a la necesidad de mantener en servicio las instalaciones actuales hasta que el citado servicio se pueda dar desde las nuevas instalaciones.

En este sentido, las obras que se realizan o que afectan directamente a las actuales infraestructuras de riego solo pueden ejecutarse fuera de la campaña de riegos, no siendo efectivos para la ejecución de esos trabajos el periodo comprendido entre el 1 de abril y el 30 de septiembre.

Durante los periodos de riego solo podrán ejecutarse trabajos relacionados con el desarrollo del sistema de telecontrol y SCADA, así como las medidas ambientales previstas.

Otro condicionante de importancia está relacionado con la realización de actuaciones completas en cada periodo sin riego. Se considera imprescindible que cada actuación quede totalmente terminada durante el periodo sin riego en el que se inicie la ejecución de la misma.

En el [Anejo 12. Programa de ejecución de las obras](#) se presenta diagrama Gantt de las obras y valoración mensual prevista. También se marca la ruta crítica.

### 11.10. PERIODO DE GARANTÍA

De acuerdo con el **Art. 243 de la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público**, de 8 de noviembre, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014, el plazo de garantía a considerar es de dos (2) años.

Por tanto, el plazo de garantía de estas obras se fija en **DOS (2) AÑOS** contados a partir de la fecha de recepción provisional de las obras e instalaciones. Durante el plazo de garantía serán a cargo del Contratista la reparación de todos aquellos defectos o desperfectos que a juicio de la Dirección de obra le sean atribuidos.

Transcurrido el plazo de garantía podrá procederse, si no existen inconvenientes o defectos en obra e instalaciones a la recepción definitiva de las obras, extendiéndose la correspondiente Acta con la formalidad precisa.

### 11.11. CONTROL DE CALIDAD

En el [Anejo 17. Control de Calidad](#) del presente proyecto, se detalla la relación de los ensayos a efectuar para asegurar la calidad de las obras proyectadas. En base a la normativa vigente, se establecen los criterios y frecuencia de toma de muestras y ejecución de ensayos. Las condiciones de control de calidad descritas en el anejo se han realizado para las partidas consideradas de mayor importancia.

Además, se describen los trabajos a realizar para el control de calidad de los equipos electromecánicos e instalaciones, que consistirán en el seguimiento y la realización de las siguientes actuaciones:

- Control de las condiciones que deben cumplir los pedidos de los equipos electromecánicos previstos en la obra.
- Control de producción.
- Condiciones para el transporte.
- Control de recepción en obra de equipos electromecánicos y almacenamiento.
- Condiciones para el montaje de los equipos electromecánicos.
- Pruebas en obra:
  - Consideraciones generales.
  - Condiciones para la aceptación de la instalación del equipo. Pruebas en vacío.
  - Condiciones para la recepción final del equipo. Pruebas en carga.
  - Documentación.

## 12. PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES

Previa recepción de la obra, se llevarán a cabo todas las actuaciones necesarias para la puesta en funcionamiento de la obra, especialmente en lo referido a equipos, instrumentación, sistemas automáticos y sistema de telecontrol SCADA.

Por otro lado, se deberán tener en cuenta las recomendaciones y actuaciones a llevar a cabo para la puesta en marcha de las instalaciones hidráulicas proyectadas.

En el [Anejo nº18. Puesta en marcha de las instalaciones](#) se presentan las operaciones y aspectos a tener en cuenta en la puesta en funcionamiento del sistema, al margen de la obligación de seguir las recomendaciones de los respectivos fabricantes de equipos y materiales.

## 13. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

En cumplimiento de los artículos 125 y 127 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, se hace constar expresamente que el presente Proyecto comprende una obra completa susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente.

## 14. DOCUMENTOS QUE INTENGRAN EL PROYECTO

El presente proyecto está integrado por los siguientes documentos:

### DOCUMENTO N º 1.- MEMORIA Y ANEJOS

#### MEMORIA

## **ANEJOS A LA MEMORIA**

- ANEJO Nº1.** CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA. FICHA TÉCNICA
- ANEJO Nº2.** LISTADO DE PARCELAS Y SUPERFICIE BENEFICIADA
- ANEJO Nº3.** TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO
- ANEJO Nº4.** ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- ANEJO Nº5.** DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES
- ANEJO Nº6.** ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEJO Nº7.** DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL
- ANEJO Nº8.** ESTUDIO ARQUEOLÓGICO
- ANEJO Nº9.** CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y MECÁNICOS
- ANEJO Nº10.** CÁLCULOS DE ESTRUCTURAS
- ANEJO Nº11.** SISTEMA DE TELECONTROL
- ANEJO Nº12.** PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
- ANEJO Nº13.** JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
- ANEJO Nº14.** EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES
- ANEJO Nº15.** SERVICIOS AFECTADOS, REPOSICIONES, PERMISOS Y LICENCIAS
- ANEJO Nº16.** ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
- ANEJO Nº17.** CONTROL DE CALIDAD
- ANEJO Nº18.** PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES
- ANEJO Nº19.** ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA
- ANEJO Nº20.** INTEGRACIÓN EN EL PRTR

## **DOCUMENTO N º 2.- PLANOS**

- 1. GENERALES**
  - 1.1 SITUACIÓN
  - 1.2 EMPLAZAMIENTO
- 2. SITUACIÓN DE ACEQUIAS**
  - 2.1 A-II-B
    - 2.1.1 Planta General Distribución de Hojas
    - 2.1.2 Planta de Replanteo
    - 2.1.3 Perfil Longitudinal
    - 2.1.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
  - 2.2 A-II-B-2
    - 2.2.1 Planta General Distribución de Hojas
    - 2.2.2 Planta de Replanteo
    - 2.2.3 Perfil Longitudinal
    - 2.2.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas

- 2.3 A-II-B-3
  - 2.3.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.3.2 Planta de Replanteo
  - 2.3.3 Perfil Longitudinal
  - 2.3.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.4 CSN1-A-I-A
  - 2.4.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.4.2 Planta de Replanteo
  - 2.4.3 Perfil Longitudinal
  - 2.4.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.5 CSN1-A-I-B
  - 2.5.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.5.2 Planta de Replanteo
  - 2.5.3 Perfil Longitudinal
  - 2.5.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.6 A-IV-3
  - 2.6.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.6.2 Planta de Replanteo
  - 2.6.3 Perfil Longitudinal
  - 2.6.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiada
- 2.7 A-VIII-A
  - 2.7.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.7.2 Planta de Replanteo
  - 2.7.3 Perfil Longitudinal
  - 2.7.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.8 A-VIII-B
  - 2.8.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.8.2 Planta de Replanteo
  - 2.8.3 Perfil Longitudinal
  - 2.8.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.9 A-VIII-B-1-MOTOR
  - 2.9.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.9.2 Planta de Replanteo
  - 2.9.3 Perfil Longitudinal
  - 2.9.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.10 A-X-A
  - 2.10.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.10.2 Planta de Replanteo
    - 2.10.2.1 Planta de Replanteo A-X-A
    - 2.10.2.2 Planta de Replanteo A-X-A-1
    - 2.10.2.3 Planta de Replanteo A-X-A-1-2
    - 2.10.2.4 Planta de Replanteo A-X-A-2
    - 2.10.2.5 Planta de Replanteo A-X-A-3
    - 2.10.2.6 Planta de Replanteo A-X-A-4
  - 2.10.3 Perfil Longitudinal
    - 2.10.3.1 Perfil Longitudinal A-X-A
    - 2.10.3.2 Perfil Longitudinal A-X-A-1
    - 2.10.3.3 Perfil Longitudinal A-X-A-1-2
    - 2.10.3.4 Perfil Longitudinal A-X-A-2
    - 2.10.3.5 Perfil Longitudinal A-X-A-3
    - 2.10.3.6 Perfil Longitudinal A-X-A-4
  - 2.10.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.11 A-XIII-A-2
  - 2.11.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.11.2 Planta de Replanteo
  - 2.11.3 Perfil Longitudinal
  - 2.11.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.12 A-XVIII-F
  - 2.12.1 Planta General Distribución de Hojas

- 2.12.2 Planta de Replanteo
  - 2.12.2.1 Planta de Replanteo A-XVIII-F
  - 2.12.2.2 Planta de Replanteo A-XVIII-F-20
  - 2.12.2.3 Planta de Replanteo A-XVIII-F-22
- 2.12.3 Perfil Longitudinal
  - 2.12.3.1 Perfil Longitudinal A-XVIII-F
  - 2.12.3.2 Perfil Longitudinal A-XVIII-F-20
  - 2.12.3.3 Perfil Longitudinal A-XVIII-F-22
- 2.12.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.13 A-XVIII-F-11
  - 2.13.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.13.2 Planta de Replanteo
    - 2.13.2.1 Planta de Replanteo A-XVIII-F-11
    - 2.13.2.2 Planta de Replanteo A-XVIII-F-11-1
    - 2.13.2.3 Planta de Replanteo A-XVIII-F-11-5
    - 2.13.2.4 Planta de Replanteo A-XVIII-F-11-7
  - 2.13.3 Perfil Longitudinal
    - 2.13.3.1 Perfil Longitudinal A-XVIII-F-11
    - 2.13.3.2 Perfil Longitudinal A-XVIII-F-11-1
    - 2.13.3.3 Perfil Longitudinal A-XVIII-F-11-5
    - 2.13.3.4 Perfil Longitudinal A-XVIII-F-11-7
- 2.13.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.14 A-XX-A-15
  - 2.14.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.14.2 Planta de Replanteo
  - 2.14.3 Perfil Longitudinal
  - 2.14.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.15 A-XX-A-8 PRIMA
  - 2.15.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.15.2 Planta de Replanteo
  - 2.15.3 Perfil Longitudinal
  - 2.15.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.16 A-XXI-D-8
  - 2.16.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.16.2 Planta de Replanteo
  - 2.16.3 Perfil Longitudinal
  - 2.16.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.17 A-XXIII-C
  - 2.17.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.17.2 Planta de Replanteo
    - 2.17.2.1 Planta de Replanteo A-XVIII-C
    - 2.17.2.2 Planta de Replanteo A-XVIII-C-4
  - 2.17.3 Perfil Longitudinal
    - 2.17.3.1 Perfil Longitudinal A-XVIII-C
    - 2.17.3.2 Perfil Longitudinal A-XVIII-C-4
  - 2.17.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.18 A-XXIV-9
  - 2.18.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.18.2 Planta de Replanteo
  - 2.18.3 Perfil Longitudinal
  - 2.18.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.19 A-XXV-G-BIS
  - 2.19.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.19.2 Planta de Replanteo
  - 2.19.3 Perfil Longitudinal
  - 2.19.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.20 A-XXVIII-C
  - 2.20.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.20.2 Planta de Replanteo

- 2.20.3 Perfil Longitudinal
- 2.20.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.21 A-XXVIII-D
  - 2.21.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.21.2 Planta de Replanteo
  - 2.21.3 Perfil Longitudinal
  - 2.21.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.22 A-XXIX-5-2
  - 2.22.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.22.2 Planta de Replanteo
  - 2.22.3 Perfil Longitudinal
  - 2.22.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.23 A-XXIX-5-BIS-2
  - 2.23.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.23.2 Planta de Replanteo
  - 2.23.3 Perfil Longitudinal
  - 2.23.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.24 A-XXX-6
  - 2.24.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.24.2 Planta de Replanteo
  - 2.24.3 Perfil Longitudinal
  - 2.24.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.25 A-XXXI-D
  - 2.25.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.25.2 Planta de Replanteo
  - 2.25.3 Perfil Longitudinal
  - 2.25.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 2.26 A-XXXV-J
  - 2.26.1 Planta General Distribución de Hojas
  - 2.26.2 Planta de Replanteo
  - 2.26.3 Perfil Longitudinal
  - 2.26.4 Planta General Parcelas de Cultivo Beneficiadas
- 3. DETALLES DE TUBERIAS Y ACEQUIAS**
  - 3.1 SECCIONES TIPO DE TUBERÍAS
  - 3.2 ANCLAJES DE TUBERIAS
  - 3.3 SECCIONES TIPO DE ACEQUIAS Y PILARES
  - 3.4 TAJADERAS Y BOQUERAS
  - 3.5 BOVEDA DE PASO SOBRE ACEQUIA
  - 3.6 SIFONES Y ARQUETAS
- 4. ELEMENTOS TIPO**
  - 4.1 COMPUERTAS DE TOMA
  - 4.2 ARQUETA DE HIDRANTES
  - 4.3 ARQUETA DE DERIVACIONES
  - 4.4 ARQUETA DE DESAGÜES
  - 4.5 ARQUETA DE VENTOSAS – TUBO ADUCCIÓN
  - 4.6 ARQUETAS SINGULARES
  - 4.7 CAUDALÍMETROS
- 5. MEDIDAS AMBIENTALES**
  - 5.1 EMPLAZAMIENTO
  - 5.2 ESTRUCTURAS VEGETALES
  - 5.3 INSTALACION DE NIDOS Y REFUGIOS
- 6. SERVICIOS AFECTADOS**
  - 6.1 Planta General Situación de Acequias
  - 6.2 Planta Servicios Afectados A-II-B-2
  - 6.3 Planta Servicios Afectados A-II-B-3

- 6.4 Planta Servicios Afectados CSN1-A-I-A
- 6.5 Planta Servicios Afectados CSN1-A-I-B
- 6.6 Planta Servicios Afectados A-IV-3
- 6.7 Planta Servicios Afectados A-VIII-A
- 6.8 Planta Servicios Afectados A-VIII-B
- 6.9 Planta Servicios Afectados A-VIII-B-1-MOTOR
- 6.10 A-X-A
  - 6.10.1 Planta Servicios Afectados A-X-A
  - 6.10.2 Planta Servicios Afectados A-X-A-1
  - 6.10.3 Planta Servicios Afectados A-X-A-1-2
  - 6.10.4 Planta Servicios Afectados A-X-A-2
  - 6.10.5 Planta Servicios Afectados A-X-A-3
  - 6.10.6 Planta Servicios Afectados A-X-A-4
- 6.11 Planta Servicios Afectados A-XIII-A-2
- 6.12 A-XVIII-F
  - 6.12.1 Planta Servicios Afectados A-XVIII-F
  - 6.12.2 Planta Servicios Afectados A-XVIII-F-20
  - 6.12.3 Planta Servicios Afectados A-XVIII-F-22
- 6.13 A-XVIII-F-11
  - 6.13.1 Planta Servicios Afectados A-XVIII-F-11
  - 6.13.2 Planta Servicios Afectados A-XVIII-F-11-5
- 6.14 Planta Servicios Afectados A-XX-A-15
- 6.15 Planta Servicios Afectados A-XX-A-8 PRIMA
- 6.16 Planta Servicios Afectados A-XXI-D-8
- 6.17 A-XXIII-C
  - 6.17.1 Planta Servicios Afectados A-XXIII-C
  - 6.17.2 Planta Servicios Afectados A-XXIII-C-4
- 6.18 Planta Servicios Afectados A-XXIV-9
- 6.19 Planta Servicios Afectados A-XXV-G-BIS
- 6.20 Planta Servicios Afectados A-XXVIII-C
- 6.21 Planta Servicios Afectados A-XXVIII-D
- 6.22 Planta Servicios Afectados A-XXIX-5-2
- 6.23 Planta Servicios Afectados A-XXIX-5-BIS-2
- 6.24 Planta Servicios Afectados A-XXX-6
- 6.25 Planta Servicios Afectados A-XXXI-D
- 6.26 Planta Servicios Afectados A-XXXV-J

### **DOCUMENTO N º 3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES**

### **DOCUMENTO N º 4.- PRESUPUESTO**

1. MEDICIONES
  - MEDICIONES AUXILIARES
  - MEDICIONES GENERALES
2. CUADRO DE PRECIOS
  - CUADRO DE PRECIOS Nº1
  - CUADRO DE PRECIOS Nº2
3. PRESUPUESTOS PARCIALES
4. PRESUPUESTO GENERAL

### **DOCUMENTO N º 5.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## 15. PRESUPUESTO

El presupuesto constará de los siguientes apartados:

### Mediciones auxiliares

En este apartado se incluirán las mediciones detalladas de las unidades de las obras que requieren un considerable desglose para realizar la medición.

### Mediciones

En este apartado se incluirán las mediciones de las unidades de las obras por capítulos.

### Cuadros de precios

Se incluirán todos los precios de las unidades de obra que se vayan a emplear en la formación de los Presupuestos Parciales y Generales, así como otros que se consideren necesarios en concepto de precios auxiliares de los anteriores.

En el cuadro de Precios nº 1 figurarán en letra y número, los precios totales que servirán para la valoración de unidades terminadas, numerados correlativamente. Estos precios se expresarán en EUROS y se redondearán a dos decimales.

En el cuadro de Precios nº 2 figurarán los mismos precios del cuadro nº 1, descompuestos en los distintos conceptos que forman la unidad de obra.

### Presupuestos parciales

Se formarán los presupuestos parciales (deducido a base de los precios unitarios) y su total determinará los Costes Directos totales.

Este último se dividirá en las etapas o capítulos que desarrolle el Proyecto. Incluirá en capítulos independientes el presupuesto de:

- Seguridad y Salud
- Gestión de Residuos

### Resumen general del presupuesto

Contemplará los apartados anteriores a nivel de capítulos, cuya suma representa los Costes Directos totales.

El presupuesto de Ejecución Material se formará a partir del Coste Directo total agregando el 7,5% de Costes Indirectos y, a la cantidad obtenida, agregando el 6,25% de Gastos Generales

Añadiendo el 21% de IVA sobre la cantidad obtenida, se obtiene el Presupuesto de Ejecución por Administración.

#### 15.1. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

En el [Anejo 13. Justificación de precios](#) se expone la justificación de la elaboración de los precios de las distintas unidades de obra utilizadas en el presupuesto del presente proyecto.

Se detallan de forma diferenciada los elementos simples (Materiales, Mano de obra, Maquinaria y Otros), así como el Cuadro de Precios Auxiliares y Descompuestos de las unidades.

Para la estimación de los costes se ha creado un Cuadro de Precios para esta obra, haciendo uso, como referencia inicial, de las Tarifas TRAGSA de 2021, conforme a las aprobadas en el “Acuerdo de la comisión para la determinación de las Tarifas TRAGSA” por el que se actualizan las tarifas con arreglo a lo establecido en el Real Decreto 69/2019.

En el caso de los precios que no existen en la Base de Precios indicada, como es el caso de equipos muy específicos (compuertas automáticas, elementos de telemetría, etc),o con características distintas, estos han sido creados siguiendo el mismo criterio de las Tarifas: haciendo uso de los precios básicos disponibles, Mano de Obra y Maquinaria fundamentalmente, y creando el material necesario con arreglo a los costes de mercado, mediante solicitudes de ofertas a proveedores de reconocido prestigio y comparando con otras obras similares, para así crear un precio acorde con la realidad y con la debida descomposición.

## 15.2. RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO

El resumen general del presupuesto, por capítulos en los que se han dividido las obras es el siguiente:

01	DEMOLICIONES .....	987.820,88 €
02	CONDUCCIONES ABIERTAS (ACEQUIAS) .....	3.318.855,56 €
03	CONDUCCIONES CERRADAS (TUBERIAS).....	8.593.168,82 €
04	TELEMETRÍA Y REGULACIÓN DE CAUDALES .....	1.565.192,53 €
05	GESTION DE RESIDUOS .....	443.250,79 €
06	MEDIDAS AMBIENTALES.....	472.367,37 €
07	SEÑALIZACIÓN PRTR .....	4.684,02 €
08	CONTROL DE CALIDAD .....	156.205,39 €
09	SEGURIDAD Y SALUD.....	235.198,83 €
	<b>Costes Directos Totales</b>	<b>15.776.744,19 €</b>
	7,50 % Costes Indirectos s/ 15.776.744,19.....	1.183.255,81 €
	6,25 % Gastos Generales s/ 16.960.000,00.....	1.060.000,00 €
	<b>Total Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>18.020.000,00 €</b>
	I.V.A.21,00% s/ 18.020.000,00 .....	3.784.200,00 €
	<b>Total Presupuesto de Ejecución por Administración</b>	<b>21.804.200,00 €</b>

El presupuesto de las obras contenidas en el presente proyecto está estructurado en los capítulos referidos, y asciende a la cantidad de **DIECIOCHO MILLONES VEINTE MIL EUROS (18.020.000,00 €)**.

Asciende el presupuesto de Ejecución por Administración a la expresada cantidad de **VEINTIÚN MILLONES OCHOCIENTOS CUATRO MIL DOSCIENTOS EUROS (21.804.200,00 €)**.

### 15.3. PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Asciende el presupuesto para conocimiento de la administración a las siguientes cantidades:

Presupuesto de Ejecución por Administración	21.804.200,00 €
Expropiaciones	143.693,75 €
<b>Total Presupuesto para conocimiento de la administración</b>	<b>21.947.893,75 €</b>

*Tabla 27. Presupuesto para conocimiento de la Administración*

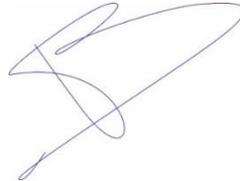
Asciende el presente Presupuesto para el Conocimiento de la Administración a la cantidad de **VEINTIÚN MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTES NOVENTA Y TRES EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS (21.947.893,75 €)**.

Don Benito, noviembre de 2022.

Los Autores del Proyecto:



Fdo.: D. Mario Fernández Bermejo  
Ingeniero agrónomo.



Fdo.: D. Jesús Tejeda Bueno  
Ingeniero de Montes.



Fdo.: D. Juan Diego Fuentes Benito  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.