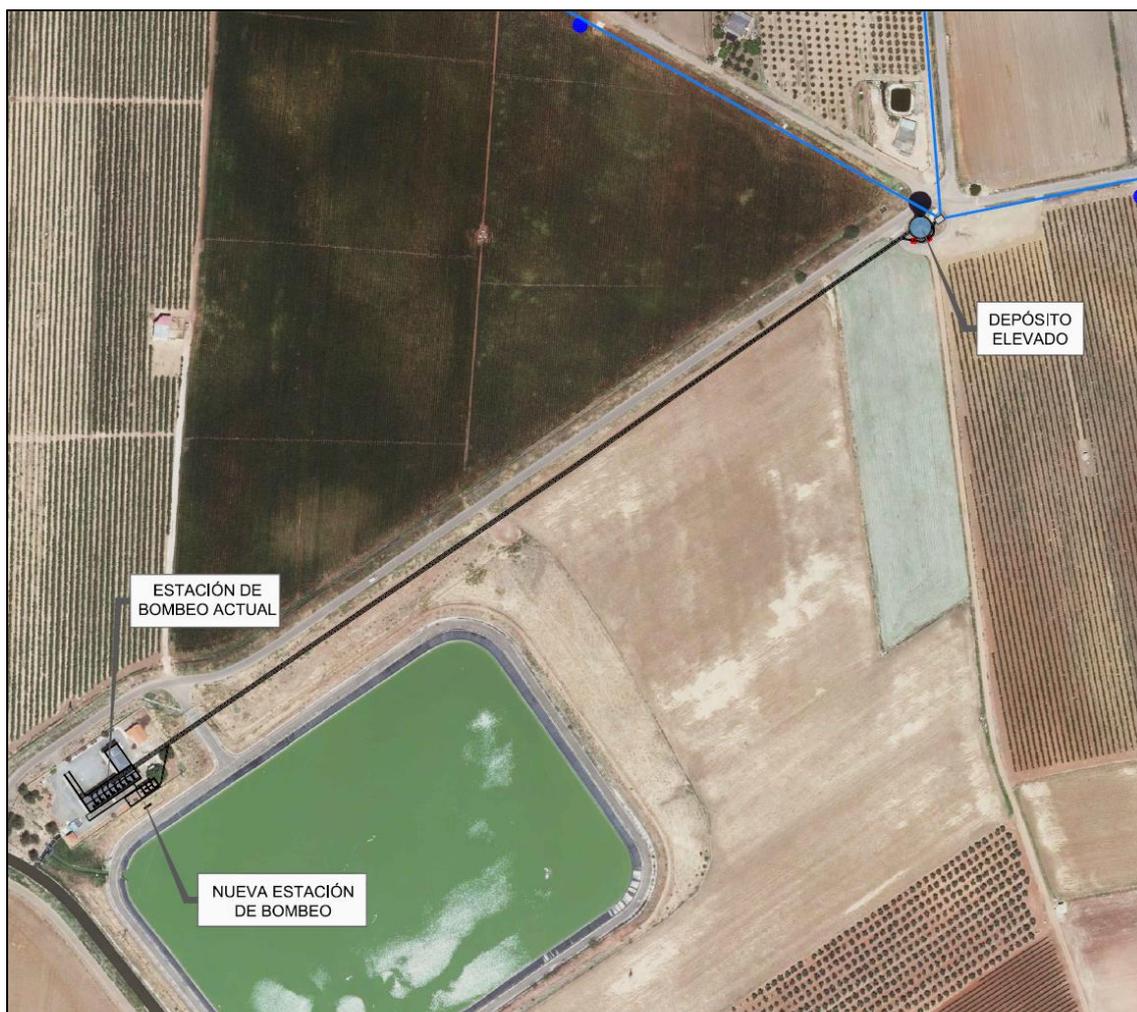


PROYECTO DE EJECUCIÓN

MODERNIZACIÓN INTEGRAL E IMPLANTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ZONA REGABLE DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE GUADIANA (BADAJOZ)



DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEJOS



MEMORIA

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES.....	1
2 OBJETO DEL PROYECTO	1
3 PROMOTOR.....	3
4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA REGABLE Y JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS	3
5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA	9
5.1 DEFINICION DE ALTERNATIVAS	9
5.2 EXAMEN MULTICRITERIO DE LAS ALTERNATIVAS	11
5.3 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	14
5.4 DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	14
5.5 COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA ZONA REGABLE TRAS LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO FRENTE A LA ACTUAL	17
5.6 ESTUDIO DE MATERIALES DE LAS TUBERÍAS	18
6 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	18
6.1 LOCALIZACIÓN.....	18
6.2 CLIMATOLOGÍA.....	19
6.3 EDAFOLOGÍA Y LITOLOGÍA	20
6.4 HIDROLOGÍA	22
6.4.1 Aguas superficiales.....	22
6.4.2 Aguas subterráneas.....	22
6.5 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	24
7 INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	25
7.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO	25
7.1.1 Tensiones admisibles del terreno.....	26
7.1.2 Coeficiente de balasto	26
7.1.3 Excavabilidad y estabilidad	26
7.1.4 Agresividad química	27
7.1.5 Expansividad del material.....	27
7.1.6 Recomendaciones generales	27
7.1.7 Recomendaciones específicas.....	28
7.2 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO	28
7.3 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	30
7.3.1 Levantamientos topográficos de detalle.....	30

7.3.2	<i>Procedimiento de toma de datos</i>	31
7.3.3	<i>Trabajo de gabinete</i>	31
7.3.4	<i>Puntos de apoyo o bases de replanteo</i>	31
7.4	SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO	32
7.5	INGENIERÍA DE DISEÑO. CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO	32
8	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS	33
8.1	NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO	34
8.1.1	<i>Movimiento de tierras y obras de conexión a cántara existente</i>	34
8.1.2	<i>Valvulería y calderería de la estación de bombeo</i>	35
8.1.3	<i>Bombas</i>	37
8.1.4	<i>Obra civil de estación de bombeo</i>	50
8.1.5	<i>Conexión nuevo bombeo con tubería de impulsión existente</i>	56
8.1.6	<i>Instalación eléctrica de baja tensión</i>	56
8.1.7	<i>Urbanización</i>	59
8.2	BY-PASS AL DEPÓSITO DE ELEVACIÓN	59
8.2.1	<i>Obras de conexión</i>	59
8.2.2	<i>Calderería, tuberías y valvulería</i>	59
8.2.3	<i>Arqueta de caudalímetro y válvula de corte</i>	60
8.2.4	<i>Instalación de baja tensión</i>	60
8.2.5	<i>Reposición de servicios afectados</i>	62
8.3	FILTROS HIDROCICLÓNICOS MULTIHÉLICE	62
8.3.1	<i>Obras de conexión y filtros</i>	63
8.3.2	<i>Arquetas y cerramientos</i>	63
8.4	AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL	64
8.4.1	<i>Configuración del sistema</i>	65
8.4.2	<i>Sistema de comunicaciones</i>	67
8.4.3	<i>Centros de control</i>	68
8.4.4	<i>Autómatas para el control de la red de alta</i>	70
8.4.5	<i>Pantalla táctil en la red de alta</i>	71
8.4.6	<i>Unidades remotas en cabezales de filtrado</i>	71
8.4.7	<i>Concentradoras</i>	74
8.4.8	<i>Especificaciones de funcionamiento de las nuevas instalaciones de riego</i>	74
8.4.9	<i>Estudio y modelado comunicaciones vía radio</i>	75
8.4.10	<i>Elementos del automatización y telecontrol</i>	75
8.5	INTEGRACIÓN DEL PROYECTO EN EL PRTR	77
8.6	ESTUDIO ESPECÍFICO DE ACCIONES SÍSMICAS.....	84
9	AHORRO DE ENERGÍA	84
10	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS	87

10.1	MARCO NORMATIVO	87
10.2	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	90
10.3	TRAMITACIÓN AMBIENTAL	90
10.4	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	91
10.5	OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS: EXPROPIACIONES.....	91
10.6	SERVICIOS AFECTADOS, REPOSICIONES, PERMISOS Y LICENCIAS	92
10.7	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	94
10.8	CLASIFICACION DEL CONTRATISTA Y FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS	95
10.9	PLAZO DE EJECUCIÓN, PLAN DE OBRA Y PERIODO DE GARANTÍA,	96
10.10	PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD	96
10.11	MANIFESTACIÓN DE OBRA COMPLETA	96
11	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....	97
12	PRESUPUESTO	98
13	PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cultivos actuales, superficie y dotación bruta	4
Tabla 2. Trabajos topográficos de detalle.....	30
Tabla 3. Puntos de apoyo	32
Tabla 4. Espesores mínimos piezas calderería.....	36
Tabla 5. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba (I).....	40
Tabla 6. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba (II).....	43
Tabla 7. Presiones de consigna del bombeo para cada mes.....	45
Tabla 8. Perdidas de carga totales de la estación de bombeo.....	47
Tabla 9. Pérdidas de carga totales	48
Tabla 10. Número de salidas y recorridos de evacuación estación de bombeo	55
Tabla 11. Tipos de salidas de planta en estación de bombeo y filtrado.....	55
Tabla 12. Listado de potencias instalación Estación Bombeo	57
Tabla 13. Listado de potencias instalación Deposito Elevado	61
Tabla 14. Puntos de control en red de alta.....	66
Tabla 15. Características puntos de control (Red baja)	67
Tabla 16. Tabla de unidades de obra	76
Tabla 17. Tabla de unidades de obra (II).....	76
Tabla 18. Tabla de unidades de obra (III).....	76
Tabla 19. Tabla de unidades de obra (IV)	77
Tabla 20. Tabla de unidades de obra (V)	77
Tabla 21. Número de plantas necesarias en alineación.....	81
Tabla 22. Número de plantas necesarias reales	82
Tabla 23. Altura de bombeo para cada mes.....	85
Tabla 24. Cálculo de ahorro de energía	85
Tabla 25. estimación de la reducción de las emisiones de CO ₂ equivalente	86
Tabla 26. Parcelas catastrales.....	92
Tabla 27. Resumen presupuesto.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características expediente concesional.....	5
Figura 2. Filtro rotativo de limpieza	6
Figura 3. Vista exterior de estación de bombeo y foso de aspiración de bombas paralelo.....	6
Figura 4. Cabezal de filtrado sobre red de riego de la comunidad	7
Figura 5. Estado de prefiltros colmatados.....	7
Figura 6. Interior de estación de bombeo existente	8
Figura 7. Vista general deposito elevado	8
Figura 8. Opción 1: Nueva estación de bombeo fuera del recinto del actual bombeo (dentro de parcela de la balsa).....	15
Figura 9. Opción 2: Nueva estación de bombeo dentro del recinto del bombeo	15
Figura 10. Opción 3: Nueva estación de bombeo dentro del recinto del bombeo	16
Figura 11. Ubicación del proyecto	19
Figura 12. Características edafológicas zona de estudio.	21
Figura 13. Masas de agua subterránea cercanas a la zona de estudio	22
Figura 14. Mapa geológico de Guadiana	25
Figura 15. Tensiones admisibles del terreno	26
Figura 16. Resolución Cultura	29
Figura 17. Curvas características de bomba de 250 l/s a 70 mca	38
Figura 18. Curvas características de bomba de 250 l/s a 70 mca con distintas revoluciones ..	39
Figura 19. Curvas características de bomba de 142 l/s a 70 mca	41
Figura 20. Curvas características de bomba de 142 l/s a 70 mca con distintas revoluciones ..	42
Figura 21. Curvas del sistema de bombeo.....	45
Figura 22. Multihelice fija a entrada del filtro	62
Figura 23. Pérdidas de carga de filtro hidrociclónico multihelice	63
Figura 24 . <i>Vegetación existente</i>	80
Figura 25. Vegetación junto al depósito elevado	82
Figura 26. Caja nido para vencejos.....	83
Figura 27. Caja nido para murciélagos	83

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 1. Esquema hidráulico de la alternativa seleccionada	17
Esquema 2. Configuración red de baja	68

1 ANTECEDENTES

La Comunidad de Regantes de Gadiana solicitó un proyecto de modernización de regadíos para ser incluida en el «Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos» enmarcado dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía Española».

El día 15 de julio de 2021 se publica en el BOE num. 168, la resolución de 2 de julio de 2021, de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria, por la que se publica el Convenio con la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, SA, en relación con las obras de modernización de regadíos del «Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos» incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, estando esta comunidad de regantes entre los beneficiarios.

Se redacta el presente proyecto de “Modernización integral e implantación de nuevas tecnologías en la zona regable de la Comunidad de Regantes de Gadiana (Badajoz)” para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad de las instalaciones de riego de la Comunidad de Regantes de Gadiana, por encargo de la Junta de Gobierno de la citada Comunidad de Regantes (realizado en septiembre de 2021).

El presente proyecto se encuentra declarado como de interés general mediante la Ley 24/2001, de 27 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social. Artículo nº116: “Declaración de interés general de determinadas obras de infraestructuras hidráulicas con destino a riego”.

2 OBJETO DEL PROYECTO

Con el objeto del proyecto de “Modernización integral e implantación de nuevas tecnologías en la zona regable de la Comunidad de Regantes de Gadiana (Badajoz)” se busca la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad de las instalaciones de riego de la Comunidad de Regantes de Gadiana, planteándose actuaciones para conseguir una mayor eficiencia energética.

El sistema de riego en la comunidad es a la demanda por lo que se tienen contratados los 6 periodos tarifarios (desde P1 a P6) consumiendo energía en todos ellos y recibiendo penalizaciones por exceso de potencia en los meses de verano, ya que tiene ajustado el contrato de potencia. En cualquier caso, el consumo de energía es muy elevado, lo que se traduce en uno altos costes económicos.

Por tanto, se plantea un proyecto orientado a la eficiencia energética buscando el máximo ahorro energético que al mismo tiempo redunda directamente en la sostenibilidad del regadío tanto

desde el punto de vista ambiental (reducción de consumo de energía y de emisión de CO₂ como del económico (por bajar los costes de explotación).

3 PROMOTOR

El promotor del presente proyecto es la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, SEIASA, que pertenece al grupo Patrimonio del Estado (Ministerio de Hacienda y Función Pública) y es empresa instrumental del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, dependiente de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Política Forestal.

El beneficiario de las actuaciones es la Comunidad de Regantes de Gadiana (Badajoz).

4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA REGABLE Y JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

La comunidad de regantes de Gadiana, abarca los términos municipales de Gadiana, Pueblonuevo, Montijo, Mérida y Badajoz, gestionando actualmente 3.045 hectáreas presurizadas con un total de 300 comuneros.

La Comunidad de Regantes de Gadiana es el Sector e-1 de la Comunidad General del Canal de Montijo. Desde dicho canal existe una derivación que abastece al mencionado Sector e-1, que está completamente presurizado.

Tras la derivación del Canal de Montijo existe una reja de desbaste autolimpiante y un filtro rotativo que impide en paso de elementos que transporte el agua y algas de gran tamaño, pasando a continuación a un foso paralelo al edificio de la estación de bombeo, al cual están conectadas las bombas.

La comunidad de regantes de Gadiana (Sector E-1 de la zona regable del Canal de Montijo) cuenta con una red de riego completamente presurizada. De los sistemas de riego existentes en la comunidad, aproximadamente el 80 % es riego por goteo y el 20% aspersión.

Desde la estación de bombeo se eleva el agua desde el Canal de Montijo hasta una torre de elevación, que es un pequeño depósito elevado, se pone en carga la red de riego.

La estación elevadora e-1 del Canal de Montijo cuenta con siete bombas iguales de 1.350 m³/h (375 l/s) a 80 m.c.a. con motor de 400 kW a 500 V y alimentadas tanto de energía eléctrica convencional (de las instalaciones eléctricas existentes desde la transformación en regadío en el año 1970) como desde un campo fotovoltaico de 2,4 MW de reciente construcción.

Estas bombas están actuadas por arrancadores progresivos, no disponiendo de variadores de frecuencia.

La comunidad de regantes, mediante convenios con SEIASA (Plan Nacional de Regadíos) y decretos y órdenes de modernización de la Junta de Extremadura, ha ido implementando mejoras para la modernización de las infraestructuras de regadío. Recientemente se han acometido la modernización parcial al cambio de tuberías de fibrocemento por tuberías de PVC, y la instalación de hidrantes en parcelas, filtros en cabeceras de las tuberías secundarias dándole al regante un agua de 130 micras en los hidrantes, un sistema de telecontrol vía radio para un mayor control y sostenibilidad del recurso.

La distribución de cultivos actual es la siguiente:

Tabla 1. Cultivos actuales, superficie y dotación bruta

Cultivo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Dotación bruta (m³/ha.año)
Frutal	255	8,37	6.000
Cereales grano	400	13,14	4.500
Cereales forrajeros	400	13,14	7.500
Maíz	1.000	32,84	6.000
Patatas-hortalizas	190	6,24	6.000
Olivar	700	22,99	3.500
Viñedo	100	3,28	2.500
TOTAL	3.045	100,00	

Conforme figura en la Concesión de Aguas a la comunidad de regantes le corresponde al año un volumen de 22.533.000 m³. La comunidad de regantes de Guadiana posee una concesión para el uso privativo de aguas con las siguientes características:

1. CARACTERÍSTICAS DEL DERECHO

TITULAR: Comunidad de Regantes de Guadiana del Caudillo, con C.I.F.: G06028054.

TIPO DE USO: Riego por aspersión.

USO CONSUNTIVO: Sí.

VOLUMEN MÁXIMO ANUAL: 22.533.000 m³.

CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO: 3.045 l/s.

PROCEDENCIA DE LAS AGUAS: río Guadiana, a través del canal de Montijo.

PLAZO POR EL QUE SE OTORGA: hasta el 1 de enero de 2061.

DERECHO: La presente Resolución de concesión.

2.-CARACTERÍSTICAS DE LAS CAPTACIONES Y USOS

NÚMERO TOTAL DE CAPTACIONES: 1

NÚMERO TOTAL DE USOS: 1

CARACTERÍSTICAS DE LA CAPTACIÓN

NOMBRE DE LA CAPTACIÓN: Canal de Montijo.

NÚMERO TOTAL DE USOS POR CAPTACIÓN: 1

PROCEDENCIA DEL AGUA: Río Guadiana (Presa de Montijo).

TIPO DE CAPTACIÓN: Toma directa del canal.

COORDENADAS U.T.M. X =70149839

Y= 431237845

HUSO: 29

EQUIPAMIENTO DE LA CAPTACIÓN: Estación de bombeo con 7 Bombas de 540 CV.

LOCALIZACIÓN DE LA CAPTACIÓN:

TÉRMINO MUNICIPAL: Mérida.

PROVINCIA: Badajoz.

POLIGONO /PARGELA

VOLUMEN MÁXIMO ANUAL DE LA CAPTACIÓN (m³): 22.533.000

CAUDAL MÁXIMO INSTANTÁNEO DE LA CAPTACIÓN (l/s): 3.045

MODULACIÓN/PERIODO DE RIEGO: 1 de abril al 1 de octubre.

CARACTERÍSTICAS DEL USO

USO DEL AGUA: Riego por aspersión.

SUPERFICIE: 3.045 ha.

CAPTACIONES CON LAS QUE SE REALIZA EL APROVECHAMIENTO: 1

DOTACIÓN: 6000m³/ha.

VOLUMEN MÁXIMO DE AGUA A DERIVAR POR ha y año (m³/s): 7400

LOCALIZACIÓN DEL USO:

ZONA REGABLE: Sector "e-1º" de la zona regable del Canal de Montijo (según observaciones).

TÉRMINO MUNICIPAL: Badajoz y Montijo.

PROVINCIA: Badajoz.

POLIGONO /PARCELA

OBSERVACIONES: La superficie objeto de la concesión, Sector "e-1º" deberá cartografiarse en el Registro de Aguas, según lo reflejado en el plano del Anexo I de esta resolución.

Figura 1. Características expediente concesional

Toda la gestión del agua y mantenimiento de las instalaciones es realizada por la propia Comunidad de Regantes.

A continuación, se muestran algunas fotos de las infraestructuras de la Comunidad de Regantes



Figura 2. Filtro rotativo de limpieza



Figura 3. Vista exterior de estación de bombeo y foso de aspiración de bombas paralelo



Figura 4. Cabezal de filtrado sobre red de riego de la comunidad



Figura 5. Estado de prefiltros colmatados



Figura 6. Interior de estación de bombeo existente



Figura 7. Vista general deposito elevado

El funcionamiento actual de la instalación consiste en bombear toda el agua hasta la copa de la torre de elevación independientemente del caudal demandado por los regantes por lo que se tiene una presión de bombeo fija a 80 mca (que equivalen a 62 mca al inicio de la red de riego al salir el agua al pie de la torre de elevación). Además, como la capacidad de almacenamiento de

la torre de elevación es muy reducida y las bombas existentes no tienen regulación alguna, se produce el arranque y parada de bombas de forma constante, lo cual afecta de forma negativa al funcionamiento y vida útil del conjunto bomba-motor.

Al principio y a final de campaña, las demandas de riego son bajas por lo que las presiones requeridas también lo son y, sin embargo, se tiene que seguir bombeando toda el agua a la copa de depósito elevado. Por tanto, la gestión del binomio agua-energía no resulta óptima en las instalaciones actuales, ya que se está consumiendo una energía en bombear el agua a una cota fija que no es necesaria. Por tanto, se tendrán que acometer actuaciones que permitan conseguir reducir la presión de bombeo y, por tanto, reducir la energía consumida.

5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA

5.1 DEFINICIÓN DE ALTERNATIVAS

Básicamente se han planteado tres alternativas:

1. **Alternativa 0.-** Consistente en no acometer ninguna mejora sobre las infraestructuras, manteniendo las infraestructuras en su estado actual en cuanto a eficiencia energética e implantación de nuevas tecnologías, manteniendo la situación actual del sistema.

La estación de bombeo existente envía toda el agua a un depósito elevado por lo que todo el agua consumida en la Comunidad de Regantes es bombeada a 80 mca, sin posibilidad de disminuir dicha altura de bombeo aunque las necesidades de presión de los regantes sea menor. Al mismo tiempo se están produciendo constantes atranques en los filtros de cabecera de los ramales que la comunidad tiene instalados, por lo que se generan muchas pérdidas de carga con la consiguiente caída de presión (pérdida de energía).

Esta situación de altos consumos de energía se puede optimizar, ya que no son sostenibles ni ambiental ni económicamente. Por tanto, no se considera viable no hacer nada y mantener las instalaciones conforme están en la actualidad. Es necesario acometer actuaciones que optimicen el consumo de energía.

2. **Alternativa 1.-** Con el objeto de buscar la reducción del consumo energético y para ello se acometerán dos tipos de actuaciones distintas para conseguir el fin perseguido:
 1. Actuaciones de disminución de la presión de bombeo a la salida de bombas.
 2. Actuaciones de disminución de las pérdidas de carga en los filtrados existentes en la red.

Para ello se plantea la sustitución de algunas bombas de las existentes en la estación de bombeo actual para ajustar el punto de funcionamiento a distintas presiones y caudales

demandados, junto con la instalación de variadores en las bombas en la actual estación de bombeo, con el fin de eliminar las constantes paradas-arranques y poder regular el caudal de funcionamiento en la medida de lo posible.

Se proyecta instalar unos filtros para eliminar la almeja asiática en cabecera de las redes principales, para eliminar los constantes colapsos de la red. Además, de esta forma, se podrá reducir la presión de bombeo en la red y por consiguiente disminuir el consumo energético.

Para la poder bajar la presión en la red de riego es necesarias la ejecución de un by-pass en la base de la torre de elevación, para evitar que toda el agua bombeada tenga que pasar obligatoriamente por la copa de la torre de elevación.

Se proyectará un sistema de automatización y telecontrol que permita conocer el estado de las instalaciones de bombeo existentes con actuación directa sobre las bombas, pudiendo actuar en el arranque o parada de las mismas, así como en la variación de la relación de las consignas de caudal-presión para ajustarlas a las demandas de la red con el menor consumo energético posible. También se realizará la lectura de presiones en la red de riego mediante la instalación de transductores de presión para optimizar la consigan de presiones de la red bajándolas al mínimo necesario en cada momento.

Esta alternativa se ha descartado por dos motivos:

- Usar alguna de las bombas existentes con variador de velocidad.- Estas bombas son las existentes desde la puesta en riego de la zona regable (hace más de 50 años), si bien han sido reparados los elementos hidráulicos y sustituidos los motores. Debido a la curva de funcionamiento de las bombas existentes, seleccionadas en su día para funcionar en un punto fijo de 375 l/s a 80 mca, no se adaptan bien a los variadores de velocidad, ya que sólo se podrá actuar en la presión de salida (reduciendo el rendimiento) pero no en la regulación de caudal, que es fundamental. De esta forma se podría ahorrar algo de energía, pero se quedaría lejos del ahorro potencial que se podría obtener con otras soluciones. Hace unos años la Comunidad de Regantes General del Canal de Montijo y la Confederación Hidrográfica del Guadiana, instalaron sobre estas bombas arrancadores electrónicos progresivos y descartaron la instalación de variadores de frecuencia. Habría que añadir que al ser las bombas bastante antiguas, podrían no tener buen rendimiento a pesar de haber sido reparadas (nunca se llega a obtener el rendimiento original).
- Sustituir alguna de las bombas existentes por otras que tenga una curva de funcionamiento que se adapte a las necesidades proyectadas.- Esta opción se descarta, ya que habría que colocar bombas de menor caudal y altura manométrica,

con lo que se perdería capacidad de bombeo y en los periodos punta podría no poder abastecerse en las condiciones adecuadas la demanda de los regantes. Es la propia Comunidad de Regantes la que afirma que no pueden prescindir de ninguna de las bombas actuales.

- 3. Alternativa 2.-** Se plantea la construcción de una nueva estación de bombeo para instalar las nuevas bombas, sin tener que cambiar ninguna de la ya existentes, con objeto de no perder potencia de bombeo, pero a su vez, tener la posibilidad de tener más opciones de variar caudal-presión en la red.

Al igual que en la alternativa anterior, se instalan variadores en bombas nuevas, con el fin de eliminar las constantes paradas-arranques y poder regular el caudal de funcionamiento en la medida de lo posible.

Se proyecta instalar unos filtros para eliminar la almeja asiática en cabecera de las redes principales, para eliminar los constantes colapsos de la red. Además, de esta forma, se podrá reducir la presión de bombeo en la red y por consiguiente disminuir el consumo energético.

Para la poder bajar la presión en la red de riego es necesarias la ejecución de un by-pass en la base de la torre de elevación, para evitar que toda el agua bombeada tenga que pasar obligatoriamente por la copa de la torre de elevación.

Se proyectará un sistema de automatización y telecontrol que permita conocer el estado de las instalaciones de bombeo existentes con actuación directa sobre las bombas, pudiendo actuar en el arranque o parada de las mismas, así como en la variación de la relación de las consignas de caudal-presión para ajustarlas a las demandas de la red con el menor consumo energético posible. También se realizará la lectura de presiones en la red de riego mediante la instalación de transductores de presión para optimizar la consigan de presiones de la red bajándolas al mínimo necesario en cada momento.

5.2 EXAMEN MULTICRITERIO DE LAS ALTERNATIVAS

Se exponen a continuación las ventajas y desventajas de cada alternativa.

Alternativa 0

Ventajas:

- La no actuación tiene un coste cero desde el punto de vista del gasto
- No requiere el uso de materiales, consumo de recursos naturales, ni mano de obra, puesto que no se realiza ninguna actuación.

- No genera ningún impacto ambiental ni social.

Desventajas:

- El consumo de energía es muy elevado (4.006.295 kWh/año), lo que se traduce en altas emisiones de CO₂.
- Los costes energéticos son altos
- Las bombas existentes experimentan arranques continuos y bruscos, con los consecuentes golpes de ariete y desgastes mecánicos que esto conlleva.
- Dificultad de regular el caudal bombeado para adaptarlo a la demanda.
- No existe la posibilidad de trabajar con presiones más bajas cuando la demanda es menor.
- Toda el agua bombeada tiene que pasar obligatoriamente por la copa de la torre de elevación y, por tanto, bombearse a 80 mca.
- Se dispone de cabezales de filtrado a la entrada de los ramales principales, los cuales están reteniendo mucha suciedad dada la cantidad de arrastres que contiene el agua de riego (principalmente almeja asiática). Esto hace que los prefiltros de protección de dichos sistemas de filtrado queden colmatados produciendo unas grandes pérdidas de carga puntuales y que obligan a mantener una presión en la red de riego superior a la necesaria, lo cual implica directamente un mayor gasto energético.
- Dificultad para conocer el estado de las instalaciones de bombeo existentes, no pudiendo actuar sobre las variables caudal-presión para ajustarlas a las demandas de la red.
- No se monitoriza la lectura de presiones en la red de riego para poder actuar en consecuencia.

Alternativa 1

Ventajas:

- Se disminuye el consumo de energía eléctrica por la implantación de los variadores de frecuencia en el bombeo
- Se consigue ajustar en parte el caudal bombeado a la demanda, pero no en su totalidad ya que las bombas existentes sólo pueden bajar hasta una presión de 70 mca y sólo con altos caudales (por su curva de funcionamiento ya que fueron diseñadas para funcionamiento en condiciones fijas).
- Existe la posibilidad de trabajar con presiones más bajas cuando la demanda es menor.
- Considerando una presión de funcionamiento de 70 mca en los meses de marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre más parte de junio y julio, se conseguiría un ahorro de unos 233.246 kWh/año frente al consumo actual (justificado en el Anejo nº 4).
- Se alarga la vida de las bombas por la implantación de los variadores de frecuencia.
- Se disminuyen las pérdidas de carga por colmatación de filtros.

- Monitorización del estado de las instalaciones de bombeo existentes, pudiendo actuar sobre las variables caudal-presión para ajustarlas a las demandas de la red, pero con una regulación limitada
- Disminución del consumo de recursos naturales por el ahorro de energía.

Desventajas:

- Se disminuye el caudal máximo en la época de máxima demanda (se sustituyen algunas de las bombas existentes por otras de menor caudal-potencia), lo cual podría afectar al sistema de riego a la demanda implantado.
- El coste de la implantación no supone una desventaja ya que se amortiza con el ahorro de energía, teniendo la posibilidad de aprovecharse de las ayudas del “Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos” incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR).

Alternativa 2

Ventajas:

- Se consigue ajustar completamente el caudal bombeado a la demanda con las bombas nuevas accionadas todas por variadores de frecuencia. Se podrá trabajar con presiones de 60, 70 y 80 mca. Se conseguiría un ahorro de unos 353.170 kWh/año frente al consumo actual (justificado en el Anejo nº 4). El ahorro energético se estimará de forma proporcional a la disminución de la altura de bombeo que se produce con las nuevas bombas frente a los 80 mca de altura de bombeo fijo actual, lo cual equivale a suponer que las bombas actuales y las futuras tienen el mismo rendimiento
- Se alarga la vida de las bombas por la implantación de los variadores de frecuencia evitando las constantes paradas y arranques.
- Existe la posibilidad de trabajar con presiones más bajas cuando la demanda es menor.
- Se aumenta la garantía de suministro al tener más bombas y totalmente nuevas
- Se disminuyen las pérdidas de carga por colmatación de filtros.
- Monitorización del estado de las instalaciones de bombeo existentes, pudiendo actuar sobre las variables caudal-presión para ajustarlas a las demandas de la red.
- La lectura de caudalímetros se realiza de forma automática.
- Disminución del consumo de recursos naturales por el ahorro de energía.

Desventajas:

- El coste económico es más elevado que en la Alternativa 1.
- El coste de la implantación no supone una desventaja, ya que se amortiza con el ahorro, el aumento de la garantía de suministro y la flexibilidad de funcionamiento del

sistema conseguido.

5.3 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Atendiendo a las diferentes alternativas estudiadas, la Alternativa 2 es la más viable ya que es la que mayor ahorro energético produce que es el principal objetivo de este proyecto, consiguiendo la mayor disminución posible de emisiones de CO₂.

Además, esta solución es la mejor desde el punto de vista técnico para la explotación de las instalaciones, ya que mejora la garantía de funcionamiento del sistema.

5.4 DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

Una vez que se ha elegido una alternativa, se procede a estudiar en detalle cada una de las opciones que se pueden contemplar para el diseño de los elementos principales del proyecto que serán:

1. Ubicación de la nueva estación de bombeo
2. By-pass a la torre elevadora.
3. Filtrados hidrociclonicos anti-almejas en cabecera de los tres ramales principales.
4. Automatización de la nueva estación de bombeo.
5. Telelectura de presiones en la red de riego (entrada y salida de cabezales de filtrado existentes).

La única actuación que puede dar lugar a un análisis específico es la ubicación de la nueva estación de bombeo, ya que el resto de actuaciones están sobre instalaciones existentes.

La nueva estación de bombeo se tiene que ejecutar dentro de los terrenos de la Confederación Hidrográfica del Guadiana donde ya existe la estación de bombeo actual y la balsa de regulación. Se han estudiado distintas ubicaciones dentro de las servidumbres y distancias de seguridad que hay que mantener a las tuberías de impulsión y a las líneas eléctricas que existen en dichas parcelas. Se muestran a continuación.



Figura 8. Opción 1: Nueva estación de bombeo fuera del recinto del actual bombeo (dentro de parcela de la balsa)



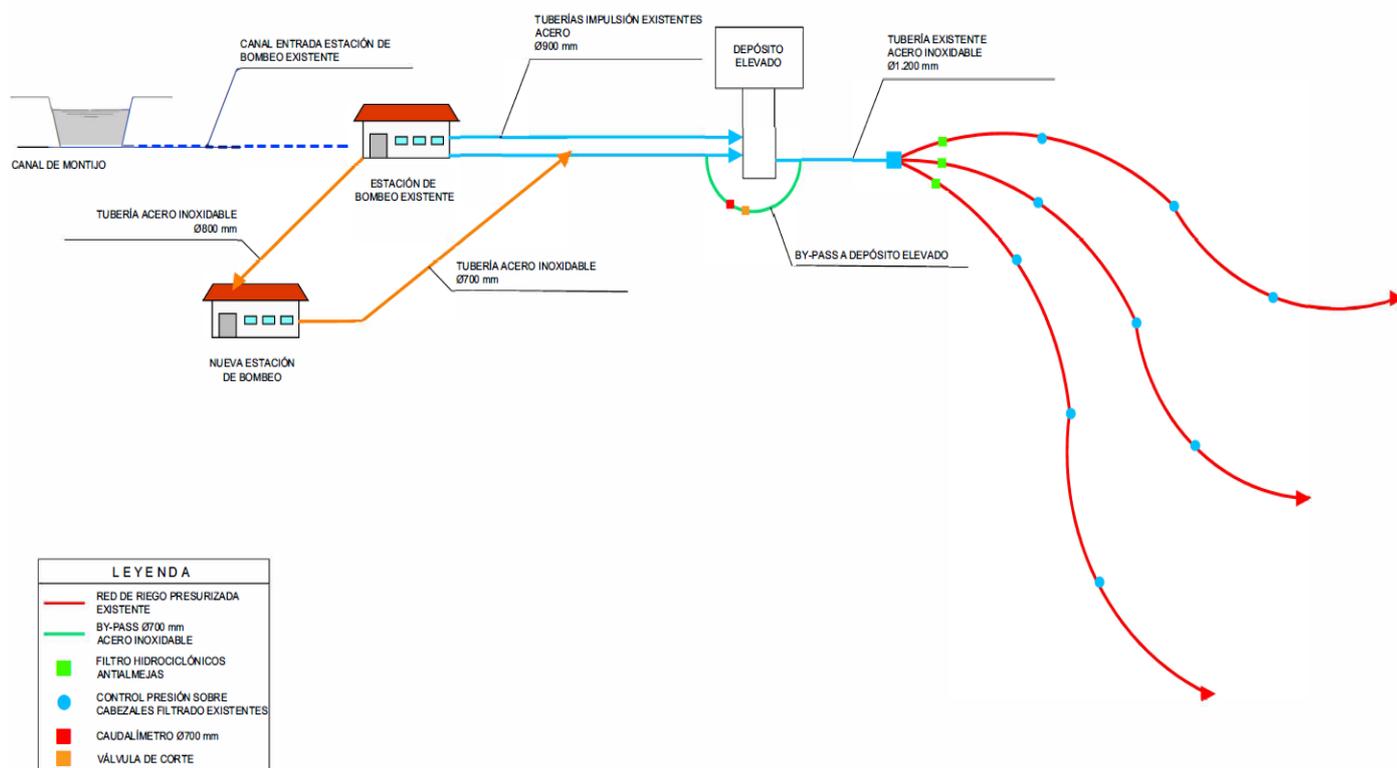
Figura 9. Opción 2: Nueva estación de bombeo dentro del recinto del bombeo



Figura 10. Opción 3: Nueva estación de bombeo dentro del recinto del bombeo

Técnicamente las tres opciones son viables, **habiendo sido elegida la Opción 3** por la Comunidad de Regantes de Gadiana junto con la Comunidad General del Canal de Montijo por ser la que menos servidumbres nuevas genera.

El esquema hidráulico de la solución adoptada corresponde a la siguiente figura.



Esquema 1. Esquema hidráulico de la alternativa seleccionada

Desde el punto de vista medioambiental, cualquiera de las opciones planteadas son viables ya que se ejecutan en terrenos ya urbanizados o sobre instalaciones existentes, luego no generan afecciones y, sobre todo, conllevan un ahorro energético por lo que se reducen emisiones de CO₂.

Desde el punto de vista económico, tendrían un coste muy similar cualquiera de las opciones que son viables, luego se escoge la que por ubicación menos servidumbres genera.

5.5 COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA ZONA REGABLE TRAS LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO FRENTE A LA ACTUAL

Con esta alternativa de diseño se conseguirá un ahorro energético frente a la situación actual en estos aspectos:

- Se reducirá la presión de bombeo, lo cual es directamente proporcional a la energía consumida por la estación de bombeo.
- Se reducirán las pérdidas de carga en los cabezales de filtrado existentes en la red de riego al eliminar las obstrucciones que genera la almeja asiática.

5.6 ESTUDIO DE MATERIALES DE LAS TUBERÍAS

El estudio de materiales tiene como objetivo determinar el uso de uno u otro tipo de material para las tuberías de conexión a emplear: conexión de nueva estación de bombeo con tubería de impulsión y tuberías para el by-pass. Los diámetros son de 700 y 800 mm. Para este tipo de obras se podrá utilizar:

- Acero soldado helicoidalmente (ASH)
- Hormigón armado con camisa de chapa (HACC)
- Hormigón postesado con camisa de chapa (HPCC)
- Fundición dúctil (FD).

Las tuberías de HPCC, HACC y FD se descartan por la existencia de uniones y porque las conducciones a diseñar son muy cortas y prácticamente se tienen que hacer a medida e in situ.

La tubería de impulsión es de acero. La Comunidad de Regantes cuando realiza cualquier reparación en este tipo de tuberías-colectores en zonas donde existe urbanización (como son los bombeos) o son muy importantes para la garantía del riego, está instalando acero inoxidable. Dada la escasa longitud de tuberías a instalar, donde quedarán enterradas (rodeadas de edificaciones e instalaciones) y a la importancia de su larga durabilidad y buen funcionamiento, se decide ejecutar las conducciones en acero inoxidable AISI 304 (EN 1.4301 según norma UNE-EN 10088-2015 Aceros inoxidables).

6 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

6.1 LOCALIZACIÓN

La comunidad de regantes de Guadiana, abarca los términos municipales de Guadiana, Pueblonuevo, Montijo, Mérida y Badajoz, gestionando actualmente 3.045 hectáreas presurizadas con un total de 300 comuneros.

Las actuaciones que se contemplan se llevarán a cabo en las instalaciones de bombeo que la comunidad de regantes gestiona en el término municipal de Guadiana (Badajoz).

La ubicación de las distintas actuaciones a realizar es la siguiente:



Figura 11. Ubicación del proyecto

Fuente: Mapa topográfico nacional 1:25.000

6.2 CLIMATOLOGÍA

A continuación, se muestran, para la zona de estudio, los datos de temperatura y precipitación extraídos de las estaciones meteorológicas más cercanas, en este caso, la estación agrometeorológica cercana a la zona de estudio, ubicada en el término municipal de Mérida, estación 101 de la provincia de Badajoz, tomando datos del periodo comprendido entre enero de 2012 y diciembre de 2021.

A continuación, se muestran, para la zona de estudio, los datos de temperatura, precipitación y clasificación climática.

- **Temperatura**

La temperatura media anual es de 17,02°C, siendo las mínimas invernales inferiores a -1,48 °C y las máximas del verano superiores a 40,04 °C.

- **Precipitación**

La pluviometría es escasa y se produce normalmente entre los periodos de otoño y primavera, aunque con un reparto muy desigual. La media anual se sitúa en 427,11 mm.

- **Clasificación climática**

La Clasificación climática según Papadakis es la siguiente:

- Tipo de invierno **CÍTRICOS (Ci)**
- Tipo de verano **ORYZA (O)**
- Régimen térmico **MARÍTIMO CÁLIDO (MA)**
- Régimen de humedad **MEDITERRÁNEO SECO (Me)**
- Tipo climático **MEDITERRÁNEO MARÍTIMO CÁLIDO**

6.3 EDAFOLOGÍA Y LITOLOGÍA

La información sobre las características edafológicas y litológicas de la zona de actuación se ha recabado del visor IDE de Extremadura

Edafológicamente el suelo se caracteriza por la predominancia de Luvisoles y Calcisoles, los cuales se describen a continuación.

- Luvisoles

Los Luvisoles son suelos que tienen mayor contenido de arcilla en el subsuelo que en el suelo superficial, como resultado de procesos pedogenéticos (especialmente migración de arcilla) que lleva a un horizonte subsuperficial árgico. Los Luvisoles tienen arcillas de alta actividad en todo el horizonte árgico y elevada saturación con bases a ciertas profundidades.

Suelos con una diferenciación pedogenética de arcilla (especialmente migración de arcilla) entre un suelo superficial con menor y un subsuelo con mayor contenido de arcilla, arcillas de alta actividad y una alta saturación con bases a alguna profundidad.

- Calcisoles

Los Calcisoles comprenden suelos en los cuales hay una acumulación secundaria sustancial de calcáreo. Estos están muy extendidos en ambientes áridos y semiáridos, con frecuencia asociados con materiales parentales altamente calcáreos.

Los Calcisoles típicos tienen un horizonte superficial pardo pálido; la acumulación sustancial de calcáreo secundario ocurre dentro de 100 cm de la superficie del perfil.

- Fluvisoles

Son suelos formados a partir de sedimentos aluviales recientes (fluviales, lacustres, marinos). Diagnóstico es el material flúvico, que empieza dentro de 25 cm. Como cada inundación puede aportar un material diferente en granulometría, mineralogía, contenido en humus y otras características, el material flúvico se reconoce por su obvia estratificación. Después de la

sedimentación no hubo mucha pedogénesis y no se desarrolló ningún horizonte de diagnóstico en el suelo mineral. Sin embargo, Fluvisoles pueden tener capas orgánicas superficiales. También pueden mostrar influencia de agua freática o agua estancada en la parte subsuperficial.

Las características y la fertilidad de los Fluvisoles dependen mucho del material depositado. La mayoría de estos suelos es fértil, y si no hay riesgo de inundaciones imprevisibles se encuentran bajo uso agrícola.

En la siguiente imagen se recoge la ubicación de la zona de actuación sobre las diferentes zonas edáficas.

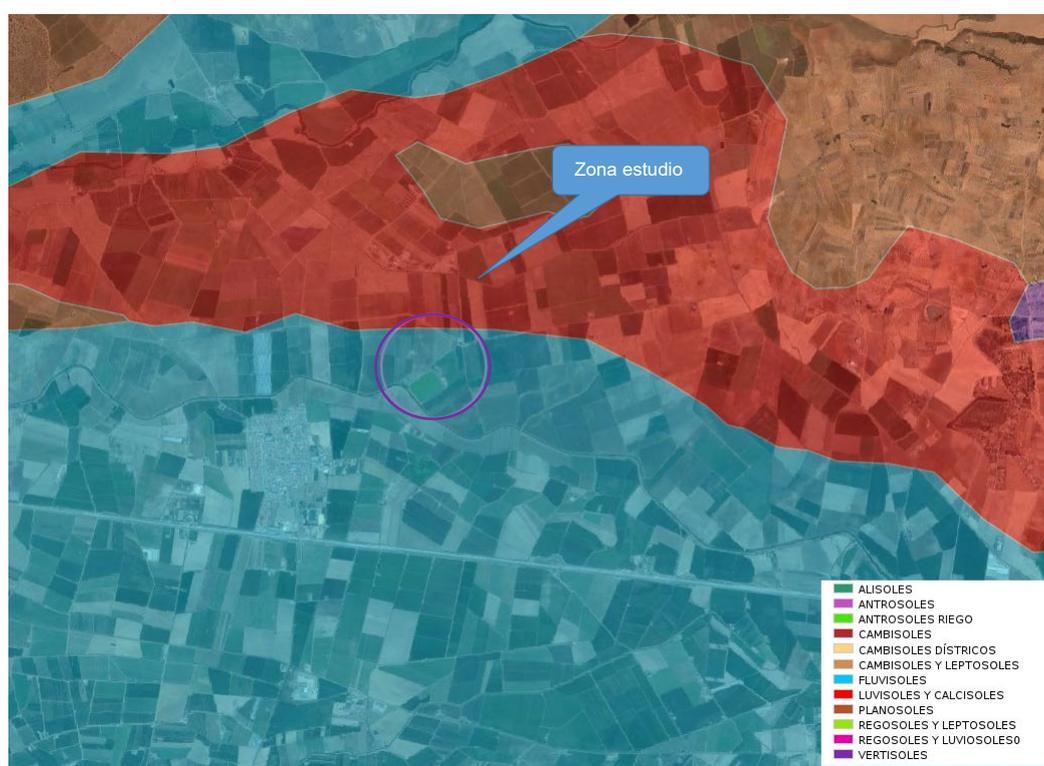


Figura 12. Características edafológicas zona de estudio.

Fuente: Soil Atlas of Europe, Eurpean Soil Bureau Network, 199.

Con respecto a la litología, la zona de actuación se sitúa sobre las siguientes unidades litológicas:

- Arenas, arcillas y gravas

6.4 HIDROLOGÍA

6.4.1 Aguas superficiales

Sin lugar a dudas, el curso de agua más influyente y que marca la evolución y el desarrollo de la hidrología de Gadiana es el río Guadiana, que pese a no discurrir por el interior del término municipal configura a mayor escala la cuenca en la que el municipio descansa. Este curso se caracteriza por un comportamiento singular al no tener montañas en su cabecera e infiltración de los aportes hídricos en las llanuras de La Mancha. Recorre la provincia de Badajoz de este a oeste y únicamente cuando llega a la frontera con Portugal se desvía su trayectoria y se dirige al suroeste.

Tributario del Guadiana es el único curso de agua, de entidad menor, que transcurre por el término: el río Alcazaba, cuyo trazado configura el límite norte.

6.4.2 Aguas subterráneas

La zona afectada por el proyecto no se localiza sobre ninguna masa de agua subterránea. En la siguiente imagen se puede apreciar la ubicación de la masa de agua subterránea más cercanas a la zona de estudio, en este caso la Masa 30599 "Vegas Bajas".



Figura 13. Masas de agua subterránea cercanas a la zona de estudio

Fuente: Confederación Hidrográfica del Guadiana

Esta masa de agua no se encuentra en riesgo de no alcanzar el buen estado cuantitativo por lo que su estado es bueno. mientras que su estado químico es malo debido a elevada concentración de nitratos como consecuencia de la contaminación difusa de origen agrario.

La enumeración detallada de los objetivos ambientales para las masas de agua, tanto superficial como subterránea, es un contenido obligatorio del Plan Hidrológico, como queda establecido en el artículo 42.1.e) del TRLA,

El objetivo general de las masas de agua superficiales que han alcanzado el buen estado en 2021 responde al principio de no deterioro y de conservación del buen estado de las masas. Por otra parte, para las masas de agua que se encuentran en mal estado en 2021 se establece el objetivo general de consecución del buen estado/potencial ecológico y químico de cada masa de agua, en función de su naturaleza.

El objetivo medioambiental establecido para todas las masas de agua subterránea es alcanzar el buen estado de las mismas. De conformidad con el art. 5.2.2. de la IPH “El estado de las masas de agua subterránea quedará determinado por el peor valor de su estado cuantitativo y de su estado químico”.

El plan hidrológico debe incluir un resumen de los programas de medidas adoptados por las autoridades competentes para alcanzar los objetivos de la planificación. Para la descripción de las principales líneas de actuación del Programa de Medidas del presente ciclo de planificación se ha seguido la clasificación de las medidas por objetivos generales de la planificación hidrológica y por tipo de medida clave. Estas se encuadran en:

- Minimización de la contaminación localizada.
- Minimización de la contaminación difusa.
- Control y reducción de extracciones.
- Mejora de las condiciones morfológicas.
- Mejora de las condiciones hidrológicas.
- Medidas de conservación y mejora de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos.
- Medidas ligadas a impactos.
- Medidas ligadas a drivers.
- Medidas específicas de protección de agua potable.

Por último, hay que destacar la presencia del Canal de Montijo, el cual se encarga de satisfacer las necesidades hídricas de la zona de estudio. Este pertenece a la red de infraestructuras de riego del Plan Badajoz. Siendo abastecido por la Presa de Montijo, cuyas características se describen a continuación:

- Superficie de la cuenca hidrográfica (km²): 42.519 km²
- Aportación media anual (hm³): 3.412 hm³

▪ Precipitación media anual (mm):	450 mm
▪ Caudal punta avenida de proyecto (m ³ /s):	5.600 m ³ /s
▪ Cota coronación (m):	208 m
▪ Altura desde cimientos (m):	22 m
▪ Longitud de coronación (m):	927 m
▪ Cota cimentación (m):	186 m
▪ Cota del cauce en la presa (m):	193 m
▪ Volumen del cuerpo presa (1000 m ³):	24,00 1000 m ³
▪ Superficie del embalse a NMN (ha):	290 ha
▪ Capacidad a NMN (hm ³):	11 hm ³
▪ Cota del NMN (m):	201 m
▪ Número total de aliviaderos en la presa:	1
▪ Regulación aliviaderos:	Compuertas.
▪ Capacidad aliviaderos (m ³ /s):	7.100 m ³ /s
▪ Número total de desagües en la presa:	1
▪ Capacidad desagües (m ³ /s):	35 m ³ /s

6.5 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

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

El término municipal de Gadiana del Caudillo, emplazado en la vega del río Gadiana, presenta una topografía suave, siendo la altitud del núcleo urbano de 190 m.s.n.m.

Las altitudes oscilan entre los 185 y los 195 m.s.n.m.

El subsuelo está constituido por materiales correspondientes a la era Cenozoica y concretamente a los períodos Mioceno y Cuaternario.

Las formaciones del Mioceno se sitúan hacia el norte y el sur del término municipal y están integradas principalmente por arcillas y arcosas. Del mismo modo, el material del periodo Cuaternario es indiferenciado. Estos materiales son típicos de áreas por las que circulan importantes cursos de agua. En cuanto a la hidrogeología del municipio, se encuentran dos tipos de materiales:

- Arenas, conglomerados, costras calizas semipermeables, que ocupan la mayor parte del territorio.
- Arcillas, limos y arenas permeables identificadas en las zonas norte y sur del término.

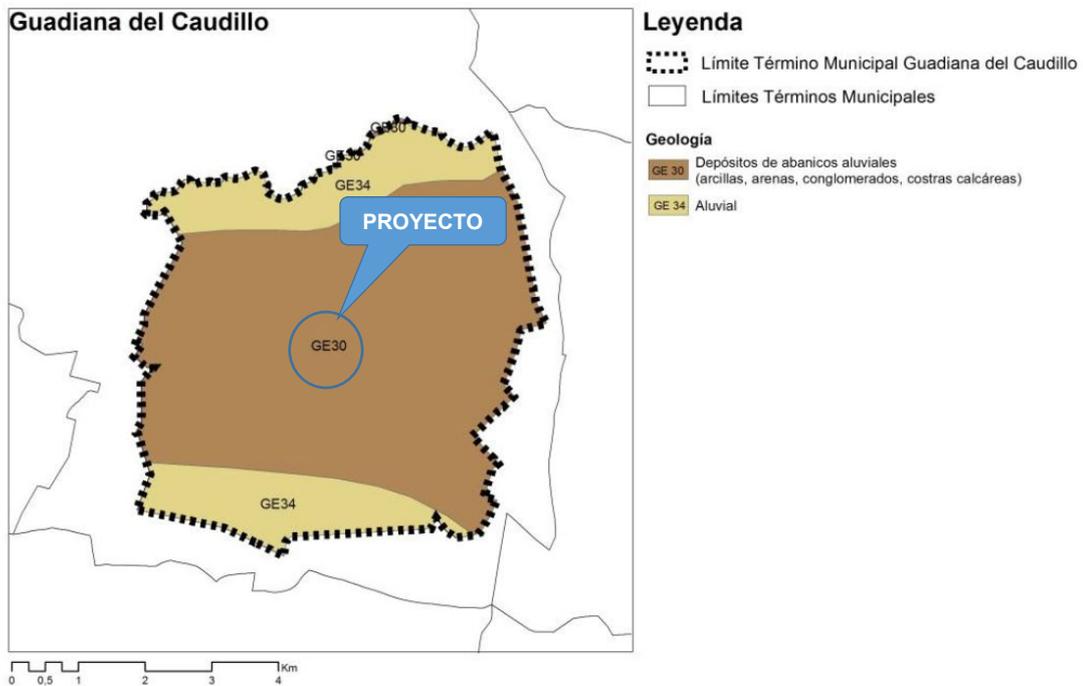


Figura 14. Mapa geológico de Guadiana

7 INGENIERÍA DEL PROYECTO.

7.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO

En este punto se presentan los resultados del estudio geológico-geotécnico realizado para el proyecto de MODERNIZACIÓN INTEGRAL E IMPLANTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ZONA REGABLE DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE GUADIANA (BADAJOZ), que servirá para la caracterización geotécnica de los materiales afectados por los movimientos de tierras y obras lineales.

El estudio geotécnico ha sido realizado por LABSON control de calidad y geotecnia. Se adjunta en el "Anejo nº 5: Estudio geotécnico". Para la realización del presente estudio, se ha realizado los siguientes trabajos de campo:

- Ensayos de penetración dinámica (2).
- Calicatas (1)

Además, se procedió a la toma y análisis de muestras en laboratorio, que incluyen los siguientes

ensayos:

- Ensayos de clasificación: Límites de Atterberg y análisis granulométrico
- Ensayos de agresividad
- Ensayos de acidez de Bauman Gully

7.1.1 Tensiones admisibles del terreno

A continuación, se exponen las tensiones admisibles del terreno según el estudio geotécnico:

Nivel geotécnico	Tipo de terreno	Cota de cimentación	Tensión admisible
Nivel 1	MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZOS	0,00 a 1,80 m	0,70 kg/cm ² .
Nivel 1	MIOCENO: LIMOS ARCILLOSOS CON INDICIOS DE ARENAS Y GRAVAS ROJIZOS	A partir de 1.80 m	1,50 kg/cm ²

Figura 15. Tensiones admisibles del terreno

Fuente: Estudio Geotécnico LABSON

Para la estación de bombeo, la cual posee dos niveles de cimentación, se ha adoptado el valor de 0,7 kg/cm², estando siempre del lado de la seguridad.

7.1.2 Coeficiente de balasto

Para el cálculo del coeficiente de balasto, teniendo en cuenta que los limos arcillosos con indicios de arenas y gravas de color rojizo contienen un 91,1% de finos, se considerará tal y como sigue:

$$K \text{ balasto losa} = 0,10 \times k \text{ arenas} + 0,90 \times k \text{ arcillas}$$

Para la estación de bombeo, se obtiene el siguiente coeficiente de balasto:

$$K \text{ balasto losa} = 0,10 \times 513 + 0,90 \times 93,06 = 135,05 \text{ t/m}^3$$

7.1.3 Excavabilidad y estabilidad

Al realizar una excavación los grados de dificultad que pueden presentarse son los siguientes:

- **FÁCILES:** En aquellos materiales que se pueden excavar con los métodos tradicionales existentes: pala retroexcavadora o similar.
- **MEDIOS:** En aquellos materiales que para su excavación necesitan ripado y en casos

puntuales el empleo parcial de martillo picador.

- **DIFÍCILES:** En aquellos materiales en los que se necesita el empleo continuado de martillo y/o voladuras.

Según el estudio de LABSON el material existente es limos arcillosos rojizos con indicios de gravillas, por lo que la excavabilidad se considera fácil y con buena estabilidad.

Además, se ha podido comprobar la estabilidad y excavabilidad de los alrededores de la estación de bombeo y del depósito elevado, pues se han realizado zanjas de una importante profundidad para sustituir tuberías y válvulas. Se podrían ejecutar los taludes verticales, si bien se adoptará un talud H:1 / V:7 para las excavaciones para aumentar la seguridad.

7.1.4 Agresividad química

Se exponen los valores obtenidos en el ensayo de agresividad química según el estudio geotécnico, comprobando que no existe agresividad química del terreno. En función de estos resultados, y según el artículo 37 de la EHE-88, el tipo de hormigón a emplear será:

- * Clase general de exposición: Ambiente IIa
- * Clase específica de exposición: -
- * Tipo de hormigón: IIa

7.1.5 Expansividad del material

Para el estrato de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas rojizas, se considera una expansividad alta de acuerdo a los valores de límite líquido entre 40% y 60%, media según el índice de plasticidad inferior entre 15 y 35, y muy alta de acuerdo a su contenido en finos, superior al 90%. Por todo ello, se considera que la expansividad del material del nivel geotécnico 1 es alta.

7.1.6 Recomendaciones generales

- No se ha detectado nivel freático en ninguna de las investigaciones realizadas
- La expansividad de los materiales es alta, por lo que deberán guardar las precauciones para este tipo de terrenos.
- El tipo de hormigón a emplear debería ser de la de la clase específica de exposición IIa.
- Las arquetas de valvulería y filtros a ejecutar en los alrededores de la torre de elevación

son muy similares a las ya existentes en dicha zona, no teniendo ninguna precaución específica que guardar.

Atendiendo a la lista de zonas del documento HS DBHS 6, Guadiana estaría dentro de la zona 1 de peligrosidad.

7.1.7 Recomendaciones específicas

Para el diseño apoyo de la losa en el nivel 1 de limos arcillosos con indicios de arenas y gravas rojizos, se ha de tener en cuenta que el terreno tiene expansividad alta, debiendo guardar por tanto las precauciones para este tipo de terrenos, que pueden resumirse a continuación:

- Lámina impermeabilizante directamente sobre el terreno, para evitar cambios de humedad.
- Capa de bolos sobre el terreno, a fin de evitar que el mismo actúe como un sólido rígido.
- Capa de material anticontaminante tipo geotextil, entre los bolos y la zahorra, para asegurar la durabilidad del mismo.
- Estrato de zahorra compactada, de espesor según criterio de la dirección técnica, según ensayo de compactación Próctor.

7.2 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

Al objeto de poder obtener por parte del órgano competente la posible existencia de algún yacimiento arqueológico que pudiera afectar a las obras proyectadas, con fecha 17 de febrero de 2022 se realizó consulta ante la Consejería de Cultura, Turismo y Deportes de la Junta de Extremadura sobre la necesidad de realizar alguna cautela arqueológica para el proyecto de MODERNIZACIÓN INTEGRAL E IMPLANTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ZONA REGABLE DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE GUADIANA (BADAJOZ).

En respuesta a dicha consulta se recibe con fecha 25 de febrero de 2002 informe sectorial en el que se informa que dicho proyecto no presenta incidencias sobre el patrimonio arqueológico conocido.

Consejería de Cultura, Turismo y Deporte
D.G. de Bibliotecas, Archivos y Patrimonio Cultural

Avda de Valhondo, s/n – Edificio III Milenio
Módulo 4 - 2ª planta
06800 MÉRIDA

JUNTA DE EXTREMADURA

N/Ref.:(HCG/JCAG)
Expte: NFR/2022/091

INFORME: MODERNIZACIÓN INTEGRAL E IMPLANTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ZONA REGABLE DE LA COMUNIDAD DE REGANTES DE GUADIANA, EN EL T.M. DE GUADIANA (BADAJOZ)

Revisada la documentación remitida por la Comunidad de Regantes de Guadiana en la que solicita de informe sectorial en relación con el proyecto de modernización integral e implantación de nuevas tecnologías en la zona regable de la Comunidad de Regantes de Guadiana, en el T.M. de Guadiana (Badajoz) proyecto que afecta a las parcelas 9125 y 9143 del polígono 771 de Guadiana y promovido por la Comunidad de Regantes de Guadiana (R.E: 202270100022601), se informa que dicho proyecto no presenta incidencias sobre el patrimonio arqueológico conocido.

No obstante, y como medida preventiva de cara a la protección del patrimonio arqueológico no detectado, se impone la siguiente medida correctora, contemplada en el art. 54 de la Ley 2/1999 de Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura:

“Si durante la ejecución de las obras se hallasen restos u objetos con valor arqueológico, el promotor y/o la dirección facultativa de la misma paralizarán inmediatamente los trabajos, tomarán las medidas adecuadas para la protección de los restos y comunicarán su descubrimiento en el plazo de cuarenta y ocho horas a la Consejería de Cultura”.

Figura 16. Resolución Cultura

No obstante, y como medida preventiva de cara a la protección del patrimonio arqueológico no detectado, se impone la siguiente medida correctora, contemplada en el art. 54 de la Ley 2/1999 de Patrimonio Histórico y Cultural de Extremadura:

“Si durante la ejecución de las obras se hallasen restos u objetos con valor arqueológico, el promotor y/o la dirección facultativa de la misma paralizarán los trabajos, tomarán las medidas adecuadas para la protección de los restos y comunicarán su descubrimiento en el plazo de cuarenta y ocho horas a la Consejería de Cultura”

En el “Anejo nº 3: Estudio arqueológico” se adjunta la resolución de la Consejería de Cultura, Turismo y Deportes de la Junta de Extremadura.

7.3 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.

Se ha utilizado como Sistema de referencia geodésica el Sistema ETRS89 referido al elipsoide GRS80 y está materializado por el marco que define la Red Geodésica Nacional por Técnicas Espaciales, REGENTE, y sus densificaciones.

El sistema de referencia altimétrico serán las altitudes registradas del nivel medio del mar de Alicante y como proyección la Proyección Universal Transversa de Mercator (U.T.M.), utilizada en la confección de la cartografía oficial del Estado según Decreto 2303/1970 de 16 de Julio.

El sistema de coordenadas utilizado, U.T.M. ETRS89 H29N, cuya transformación desde el elipsoide GRS80 (Geodesic Reference System) se ha realizado en base a la transformación de 7 parámetros.

La cartografía base utilizada ha sido la siguiente:

- Mapa Topográfico Nacional 1:200.000 (MTN200).
- Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 (MTN50). Hoja 776
- Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25).
- Mapa Topográfico de Extremadura a escala 1:10.000
- Ortofotos en formato digital del vuelo PNOA de 2019.
- Modelo Digital del Terreno, del IGN en formatos ASCII y DXF.

7.3.1 Levantamientos topográficos de detalle

Se han llevado a cabo los siguientes levantamientos topográficos en diferentes zonas donde se requiriere mayor precisión de las que puede aportar el Modelo Digital del Terreno. Así, se han realizado levantamientos topográficos de los terrenos donde se ubicará la estación de bombeo, además de puntos singulares a lo largo del trazado de la tubería de transporte.

Tabla 2. Trabajos topográficos de detalle

EMPRESA	FECHA	TOMA DE DATOS	ELEMENTO
AGRIMENSUR	10 febrero 2022	GPS Trimble 5700	Estación de bombeo, caseta de cuadro, tubería de conexión y by-pass

En febrero de 2022, AGRIMENSUR realizó el levantamiento topográfico de detalle de la zona de la estación de bombeo y la tubería. Todos estos trabajos están hechos mediante dos receptores GPS bifrecuencia (L1/L2) Trimble 5700 y 5800. Para la toma de puntos se ha usado el método GPS en Tiempo Real Cinemático con observaciones de cinco segundos con un mínimo de 5

satélites y épocas completas, alcanzándose una precisión centimétrica (1,5 cm)

7.3.2 Procedimiento de toma de datos

El procedimiento empleado para los levantamientos topográficos ha sido:

- Estudio previo de la zona a levantar.
- Obtención de coordenadas de bases de referencia.
- Toma de datos de campo.

El primer paso ha consistido en el estudio de la zona de trabajo mediante ortofotografía digital, poniendo de manifiesto los límites hasta los que llegar con la toma de datos en campo, y conocimiento a priori de la orografía del terreno.

El segundo paso ha sido la obtención de coordenadas de bases de referencia.

En tercer lugar, AGRIMENSUR hizo el levantamiento de las zonas donde se implantarán la estación de bombeo, la caseta de cuadros, la tubería de conexión y el by-pass.

7.3.3 Trabajo de gabinete

Se procedió a procesar toda la información disponible operando de la siguiente manera en cada caso:

1. Obra de toma, estación de bombeo, caseta de cuadros y tubería de conexión.- Se toma el levantamiento topográfico realizado por AGRIMENSUR. Se recogen los puntos en el Apéndice 1 del Anejo nº 2.
2. By-pass.- Se toma el levantamiento topográfico realizado por AGRIMENSUR. Se recogen los puntos en Apéndice 2 del Anejo nº 2.

Por otro lado, en el Apéndice 3 del Anejo nº 2., se recogen los planos generados con la topografía realizada.

7.3.4 Puntos de apoyo o bases de replanteo

Se ha tomado como vértice geodésico de referencia el número 77646 (ver Apéndice 4 del Anejo nº 2.). Las bases se han materializado en campo mediante estacas o clavos de acero tipo GEOPUNT. Las reseñas de los puntos de apoyo quedan reflejadas en la siguiente tabla (ver Apéndice 5 del Anejo nº 2.).

Tabla 3. Puntos de apoyo

Nº BASE	X (m)	Y (m)	ELEVACIÓN (m)	Descripción
BR1	701496,377	4312212,262	255,327	Estaca

7.4 SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO

La superficie considerada en el presente proyecto son las 3.045 ha que integran la Comunidad de Regantes de Guadiana, pues las actuaciones proyectadas afectan a toda la superficie.

7.5 INGENIERÍA DE DISEÑO. CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO

Como se ha comentado en epígrafes anteriores, el funcionamiento actual de la instalación consiste en bombear toda el agua hasta la copa de la torre de elevación independientemente del caudal demandado por los regantes por lo que se tiene una presión de bombeo fija a 80 mca (que equivalen a 62 mca al inicio de la red de riego al salir el agua al pie de la torre de elevación).

Dada la evolución de los cultivos implantados en la zona regable y el escenario de cambio climático, la campaña de riego tiende a alargarse mucho comenzando algunos años en marzo y llegando hasta principios de noviembre. La Comunidad de Regantes de Guadiana tiene constancia que en los meses que no coinciden con periodos punta de consumo de agua en la campaña de riego, soportan una presión excesiva en la red de distribución primaria y secundaria que llega a las parcelas. Hay que decir también, que las instalaciones fueron diseñadas en su día para riego por aspersión, cuando en la actualidad casi todo el riego se realiza por goteo.

Esta situación se debe a que los bajos caudales que transportan las redes de riego fuera de periodo punta de campaña, producen unas reducidas pérdidas de carga en las conducciones, lo que se une a que la presión en cabecera se mantiene fija por elevar toda el agua al depósito elevado.

Para poder actuar en su mejora habría que disminuir la presión en cabecera la red de riego y esto se consigue con otras actuaciones que están enlazadas, como son:

- Disminuir la altura de impulsión de las bombas en la estación de bombeo. Para conseguirlo se analizan varias posibilidades:
 - Usar alguna de las bombas existentes con variador de velocidad. Debido a la curva de funcionamiento de las bombas existentes, seleccionadas en su día para funcionar en un punto fijo de 375 l/s a 80 mca, no se adaptan bien a los variadores de velocidad,

ya que sólo se podrá actuar en la presión de salida (reduciendo el rendimiento) pero no en la regulación de caudal, que es fundamental.

- Sustituir alguna de las bombas existentes por otras que tenga una curva de funcionamiento que se adapte a las necesidades proyectadas. Esta opción se descarta, ya que habría que colocar bombas de menor caudal y altura manométrica, con lo que se perdería capacidad de bombeo y en los periodos punta podría no poder abastecerse en las condiciones adecuadas la demanda de los regantes. Es la propia Comunidad de Regantes la que afirma que no pueden prescindir de ninguna de las bombas actuales.
 - Ejecutar una nueva instalación de bombeo anexa a la existente para poder instalar unas nuevas bombas que se adapten lo mejor posible a los requerimientos de presión-caudal con los que se propone la Comunidad de Regantes funcionar. Se diseñará un sistema de bombeo que pueda proporcionar distintos caudales desde presiones de salida de 60 mca a 80 mca.
- Evitar que toda el agua tenga que pasar por el depósito elevado. La solución será la construcción de un by-pass que conecte directamente las tuberías de impulsión con las tuberías de riego, sin que el agua suba al depósito. Resulta fundamental para poder reducir la presión de bombeo de salida de las nuevas bombas.
 - Disminuir las pérdidas de carga en los cabezales de filtrado que la Comunidad de Regantes tiene instalados en los inicios de los ramales que se derivan de la red principal. Para ello se tendrá que eliminar previamente los arrastres que llegan a los prefiltros de los filtros de mallas (principalmente almeja asiática). Para ello se proyectan filtros hidrociclónicos multihelice.

8 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

La solución diseñada para las obras del proyecto de “Modernización integral e implantación de nuevas tecnologías en la zona regable de la Comunidad de Regantes de Gadiana (Badajoz)” se compone de las siguientes actuaciones:

- Nueva estación de bombeo que incluye:
 - Movimiento de tierras
 - Obras de conexión a cántara de bombeo existente.
 - Bombas, valvulería y calderería
 - Obra civil de foso de bombeo y nave.
 - Conexión nuevo bombeo con tubería de impulsión existente.
 - Instalación de baja tensión

- Urbanización
- By-pass al depósito elevado que incluye:
 - Obras de conexión
 - Calderería, tuberías y valvulería
 - Arquetas de caudalímetro y válvula de corte
 - Instalación de baja tensión
 - Reposición de servicios afectados
- Filtros hidrociclónicos que incluye:
 - Obras de conexión
 - Calderería y filtros hidrociclónicos
 - Arquetas
- Automatización y telecontrol que incluye:
 - Automatización de la nueva estación de bombeo
 - Ampliación de remotas para lectura de presión en filtros existentes
- Medidas preventivas y compensatorias medioambientales

8.1 NUEVA ESTACIÓN DE BOMBEO

La nueva estación de bombeo proyectada se ejecutará en el mismo recinto donde ya se encuentra la actual. Se ubicará sobre una explanada urbanizada y asfaltada.

8.1.1 Movimiento de tierras y obras de conexión a cántara existente

Se realizará una excavación de 5,2 metros de profundidad con talud 1/7 para la ejecución del foso de bombas y la conexión a la cántara de bombeo ya existente, más la excavación necesaria para la parte de la nave donde está el acceso y la zona de cuadros. De esta cántara se demolerá parte y se repondrá con muros de HA-25 de 0,4 m de espesor.

Parte de la tierra excavada servirá para el posterior relleno compactado del espacio no ocupado por el foso de bombas. El resto de material se cargará, transportará y extenderá en las zonas de servidumbre de las tuberías y en la parcela de la balsa.

8.1.2 Valvulería y calderería de la estación de bombeo

8.1.2.1 Valvulería

En el interior del foso de bombas se diseñan las válvulas de corte necesarias para el funcionamiento y mantenimiento. Serán todas de mariposa con desmultiplicador en la aspiración de las bombas y con accionamiento eléctrico en la impulsión (integradas en la automatización para programar apertura-cierre en coordinación con las bombas).

Se diseñan las ventosas de 100 mm de diámetro. Para evitar el golpe de ariete se instalará una válvula hidráulica anticipadora de onda de 250 mm de diámetro que, en caso de activarse, verterá el agua a la cántara de aspiración existente.

Se dimensionan ventosas de 42, cuyo cálculo se justifica en el "Anejo nº 6: Cálculos hidráulicos y de bombeo".

Para evacuar el agua que pueda aparecer en el foso de bombas se proyecta un pequeño cubeto de 0,75 x 0,75 x 0.2 m con un grupo motobomba para aguas residuales para 3 l/s a 10 mca, salida a impulsión de 65 mm, motor eléctrico de 1,2 kW a 230 V.

En el plano 3.2 «Equipos y calderería. Planta y sección» quedan reflejados los elementos descritos a instalar.

8.1.2.2 Piezas especiales de calderería y colectores.

Toda la calderería de las piezas especiales y colectores será conforme a lo recogido en el epígrafe 3.3.50 del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. En el plano 3.2 «Equipos y calderería. Planta y sección» quedan reflejados las piezas y colectores a instalar.

Los materiales a emplear para los colectores que queden completamente dentro de la estación de bombeo serán: Tubos y chapas de acero al carbono S 275 JR; Bridas normalizadas de acero al carbono S 235 JR; Tornillería calidad 8.8 bicromatada y juntas de estanqueidad de goma natural EPDM.

Las tuberías-colectores en zonas donde existe urbanización (como son los bombeos) o son muy importantes para la garantía del riego (como el by-pass), serán de acero inoxidable AISI 304 (EN 1.4301 según norma UNE-EN 10088-2015 Aceros inoxidables) por su larga durabilidad y buen funcionamiento.

Los espesores mínimos a emplear en las piezas serán los siguientes según la norma UNE-EN 10224:2003/A1:2006, Tubos y accesorios de acero no aleado para la conducción de agua y otros líquidos acuosos. Condiciones técnicas de suministro (si bien también se usan habitualmente la DIN 2458 o la AP 5L).

Tabla 4. Espesores mínimos piezas calderería

$\varnothing \leq 250$ mm	e = 4 mm
300-400 mm	e = 5 mm
500-600 mm	e = 6,3 mm
700-800 mm	e = 8 mm
900-1000 mm	e = 8 mm
1.100-1.200 mm	e = 10 mm

El sistema de pintura a aplicar en las tuberías no inoxidable deberá ser adecuado para la protección contra la corrosión, conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-1:2018, Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general. (ISO 12944-1:2017). Se requerirá que el sistema de protección empleado sea, como mínimo, de la categoría C3 y durabilidad VH (muy alta). El espesor de epoxi será mínimo de 200 micras.

En caso de instalación en el interior de arquetas con o sin tapa o drenaje, estos se considerarán incluidos en la categoría Im1 (agua dulce), en cuyo caso la preparación de superficies debe ser Sa 3 (cuando se trate de sistemas C4 o Im1 a Im4 de durabilidad alta o muy alta). Se aplicarán dos capas de epoxi hasta alcanzar 350 micras.

El cálculo de los pesos de las piezas especiales y colectores se recoge en las mediciones auxiliares.

El cálculo de los anclajes de dichas piezas especiales se diseña en el Anejo Nº 6 «Cálculos hidráulicos y de bombeo».

En las mediciones del presupuesto, los cálculos de los pesos de las piezas especiales y colectores de acero al carbono se han incrementado en un 5% para tener en cuenta el peso de las soldaduras, pinturas, tornillería, etc. Los de acero inoxidable se han incrementado un 1 % (pues no tienen pintura y la tornillería es muy reducida en unas bridas concretas).

8.1.3 Bombas.

El nuevo sistema de bombeo servirá para:

1. Dar servicio al inicio y final de campaña evitando mediante by-pass elevar el agua hasta el puro, reduciendo la presión de las bombas respecto a las actuales y, por tanto, reduciendo la presión en la zona regable.
2. Durante el resto de campaña servirán para evitar el arranque-parada constante de las bombas existentes de 375 l/s para el llenado del puro, de forma que con la regulación del variador sobre las bombas nuevas se aportara un caudal reducido y constante.

Para el diseño del conjunto de bombas se han analizado distintos modelos de bombas de distintos fabricantes, hasta encontrar la mejor relación altura de bombeo-caudales-rendimiento.

Para la elección y diseño de las bombas se ha partido de las siguientes premisas:

- Al igual que las bombas existentes en la actualidad, las nuevas serán de cámara partida instaladas en un foso de manera que su aspiración quedará permanentemente en carga.
- Ya que las bombas actuales proporcionan cada una 375 l/s, se diseñará una instalación que permita proporcionar un caudal que se aproxime, en la medida de lo posible, al proporcionado por dos bombas de las actuales funcionando simultáneamente (750 l/s). Cuando se alcance este caudal de 750 l/s (con altura de bombeo de 60 mca), se pararán las nuevas bombas y se arrancarán las bombas existentes pasando a funcionar el sistema de bombeo desde la estación de bombeo actual (cerrándose el by-pass y elevando toda el agua al depósito elevado con una presión de impulsión de 80 mca).
- Las bombas deberán funcionar a distintos puntos de presión de salida para poder ajustarla a lo largo de la campaña a las necesidades de presión que demande la red de riego. Tendrán que proporcionar como presión máxima la presión de bombeo actual (80 mca) y como presión mínima a los 60 mca.

En base a esto, se diseña un sistema de bombeo con una presión de funcionamiento de 70 mca, con una curva altura-caudal que permita que pueda operar a 60 mca y a 80 mca y que con la regulación de variadores de velocidad se obtenga un rango de caudales importante. Se decide diseñar con 3 bombas, dos que proporcionen unos 250 l/s y una que proporcione unos 150 l/s, a 70 mca para fijar la hidráulica de la bomba.

Las bombas de 250 l/s a 70 mca tendrán unas curvas similares a las siguientes:

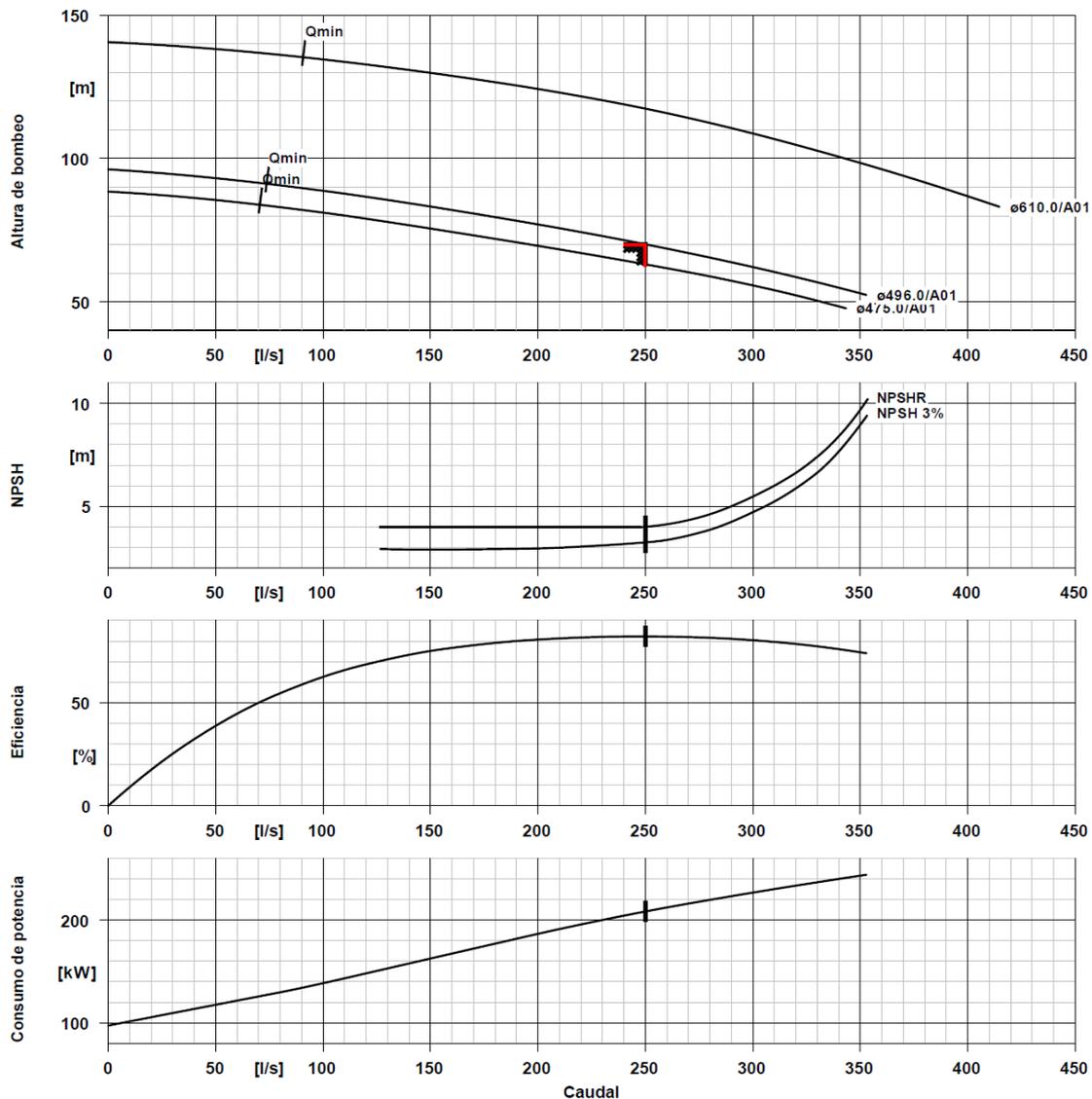


Figura 17. Curvas características de bomba de 250 l/s a 70 mca

La bomba elegida para elevar presentará un rendimiento hidráulico $\eta_1=82,3\%$, por lo que la potencia absorbida en ese punto de funcionamiento será:

$$P_{\text{absorbida}} = \frac{Q \times H}{75 \times \eta_1} = \frac{250 \times 70}{75 \times 0,823} = 283,52 \text{ CV} = 208,67 \text{ kW}$$

Siendo η_2 el rendimiento mecánico del motor (95 %), en el punto de funcionamiento, la potencia total será:

$$P_T = \frac{P_{\text{absorbida}}}{\eta_2} = \frac{208,67}{0,95} = 219,65 \text{ kW}$$

De la curva de funcionamiento de la bomba se deduce que el motor que se deberá instalar será de 250 kW (340 CV).

Con la regulación de las revoluciones del motor con un variador de frecuencia se obtienen los siguientes puntos de funcionamiento:

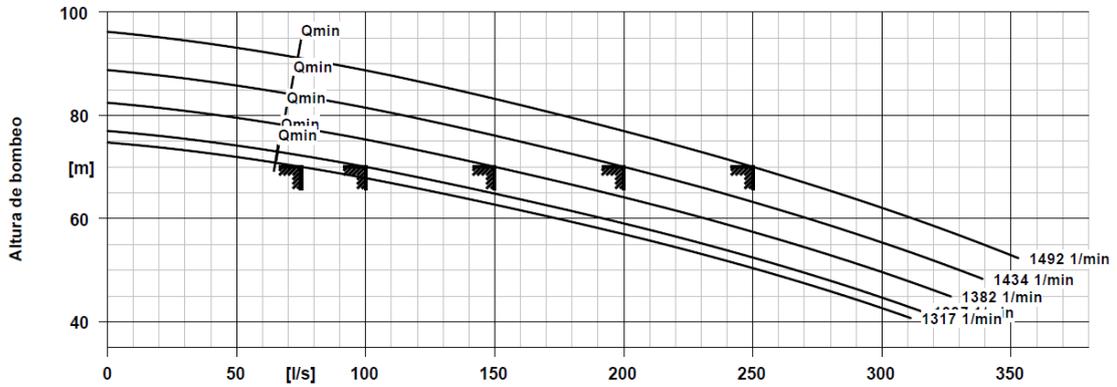


Figura 18. Curvas características de bomba de 250 l/s a 70 mca con distintas revoluciones

En las siguientes tablas se muestran para una altura de bombeo fija y distintos valores de caudal obtenidos para distintas revoluciones con la potencia consumida, su rendimiento y el valor de NPSH:

Tabla 5. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba (l)

Altura bombeo a 70 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50/1492	250	208,3	82,3	4,0
48,05/1434	200	172,1	80,5	3,8
46,3/1382	150	138,3	77,8	3,1
44,8/1337	100	103,1	67,9	3,0
44,13/1317	75	92,0	57,1	3,0

Altura bombeo a 80 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50/1492	170	174,5	78,1	4,0
49,15/1467	150	158,8	77,4	3,9
47,68/1423	100	121,7	63,6	3,8
47,05/1404	75	109,4	54,8	3,8

Altura bombeo a 60 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50/1492	312	232,9	80,2	6
47,08/1405	250	180,3	82,0	3,8
45,04/1344	200	144,3	81,8	3,2
43,26/1291	150	115,3	78,5	3,0
41,65/1243	100	88,4	68,9	2,9
40,98/1223	75	77,2	60,3	2,9

Para la bomba de aproximadamente 150 l/s a 70 mca se ha seleccionado una que proporciona un caudal de 142 l/s y tendrá una curva similar a la siguiente:

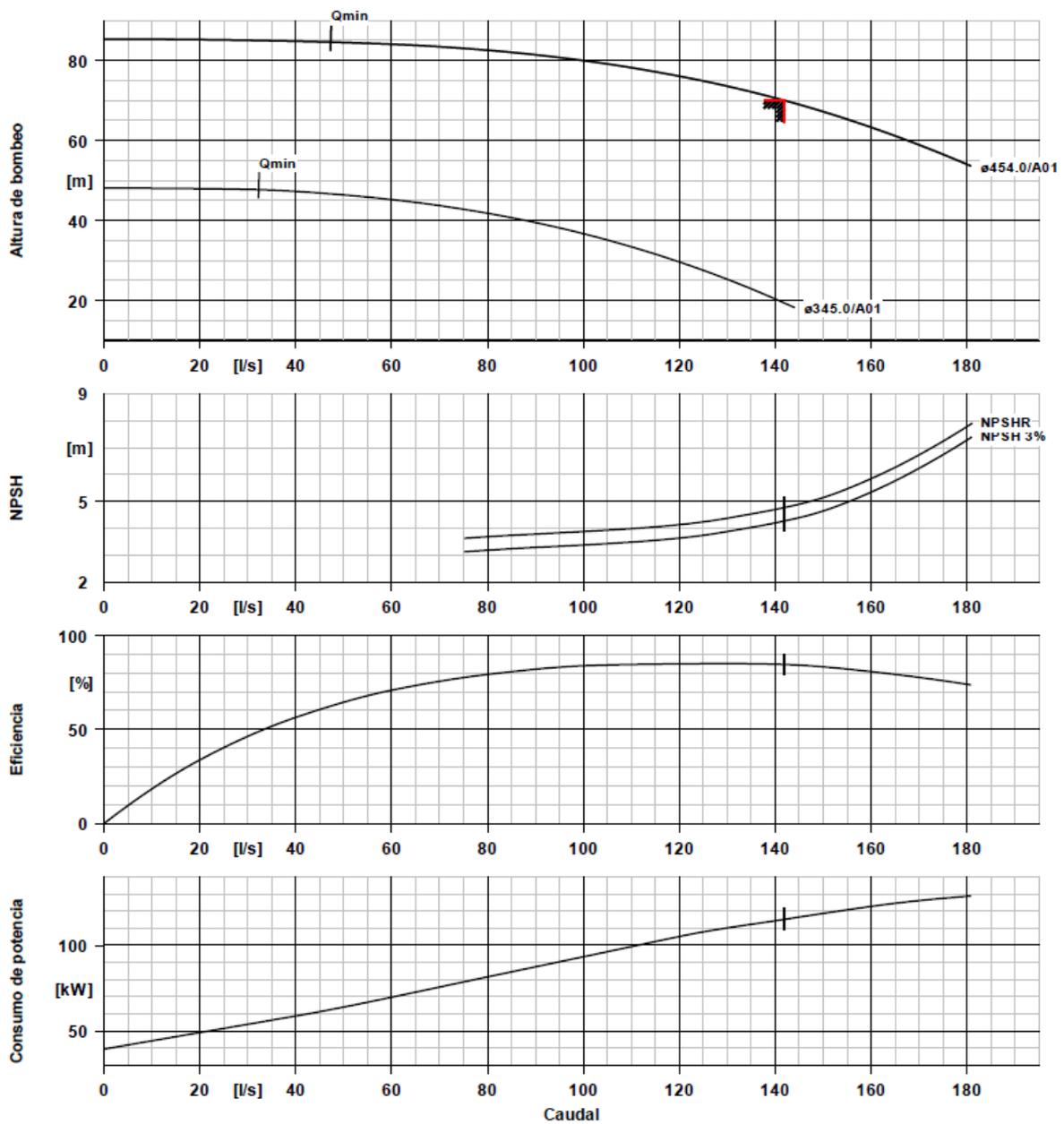


Figura 19. Curvas características de bomba de 142 l/s a 70 mca

Tras estudiar varias posibilidades de hidráulicas para conseguir curvas de funcionamiento adecuadas se decide que el caudal a bombear será de 142 l/s a 70 mca. La bomba elegida presentará un rendimiento hidráulico $\eta_1=84,5 \%$, por lo que la potencia absorbida en ese punto de funcionamiento será:

$$P_{\text{absorbida}} = \frac{Q \times H}{75 \times \eta_1} = \frac{142 \times 70}{75 \times 0,845} = 156,84 \text{ CV} = 115,44 \text{ kW}$$

Siendo η_2 el rendimiento mecánico del motor (95 %), en el punto de funcionamiento, la potencia total será:

$$P_T = \frac{P_{\text{absorbida}}}{\eta_2} = \frac{115,44}{0,95} = 121,52 \text{ kW}$$

De la curva de funcionamiento de la bomba se deduce que el motor que se deberá instalar será de 160 kW (220 CV).

Con la regulación de las revoluciones del motor con un variador de frecuencia se obtienen los siguientes puntos de funcionamiento:

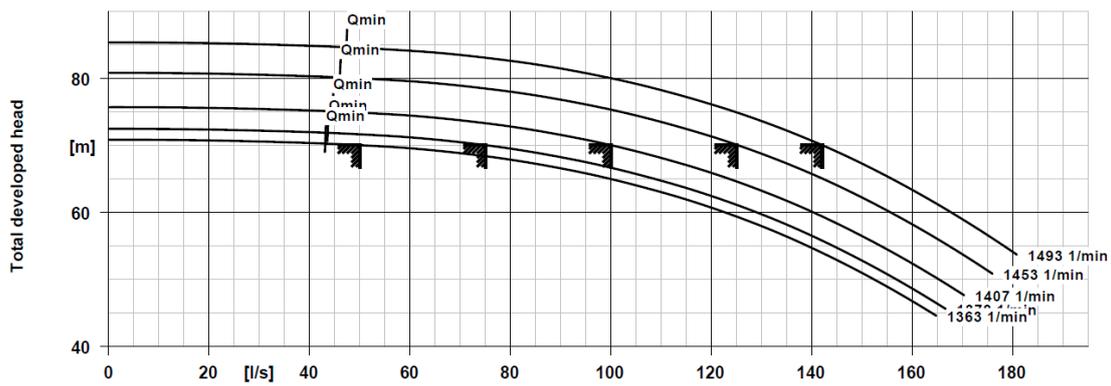


Figura 20. Curvas características de bomba de 142 l/s a 70 mca con distintas revoluciones

En las siguientes tablas se muestran para una altura de bombeo fija y distintos valores de caudal obtenidos para distintas revoluciones con la potencia consumida, su rendimiento y el valor de NPSH:

Tabla 6. Rendimientos y valores de NPSH de la bomba (II)

Altura bombeo a 70 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50 / 1493	142	115,4	84,5	4,8
48,66 / 1453	125	101,4	85,3	4,2
47,12 / 1407	100	82,1	82,5	3,8
46,15 / 1378	75	66,7	79,1	3,4
45,64 / 1363	50	50,4	67,1	3,4

Altura bombeo a 80 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50 / 1493	99	93,5	82,6	3,8
49,16 / 1468	75	77,9	79,3	3,5
48,76 / 1456	50	60,2	64,7	3,5

Altura bombeo a 60 mca				
Hz/rpm	Q (l/s)	P (kW)	Rendimiento hidráulico (%)	NPSH (mca)
50/1493	167	126,7	79,2	6,7
47,25 / 1411	142	100,2	82,4	4,8
45,78 / 1367	125	87,9	84,9	4,2
44,03 / 1315	100	69,8	82,4	3,6
42,9 / 1281	75	55,4	79,8	3,2
42,3 / 1263	50	42,7	68,9	3,2

Con el sistema de bombeo diseñado se podrá operar de las siguientes maneras:

- **Presión de salida de estación de bombeo de 80 mca y de entrada en la zona regable de 62 mca (funcionamiento idéntico a estación de bombeo existente elevando el agua al depósito elevado).**- Se usará en dos modos:
 1. Para funcionar a bajo caudal con alguna de las bombas para el llenado del depósito elevado y evitar el arranque-parada constante de las bombas que se da en la actualidad, dado su elevado caudal. En base a las tablas anteriores, se comprueba que las bombas de 250 kW pueden funcionar entre un máximo de 170 l/s y un mínimo de 75 l/s y la de 160 kW entre 99 y 50 l/s
 2. Servir como bombas de reserva a las bombas actuales. Las dos bombas de 250 kW funcionando en simultaneo proporcionarían un máximo cauda de 340 l/s más lo 99 l/s de la bomba pequeña harían un total de 439 l/s, superior a los 375 l/s que

proporcionan las bombas actuales, por lo que podrían servir de reserva en un momento dado.

➤ **Presión de salida de estación de bombeo de 70 mca y de entrada en la zona regable de 52,73 mca (calculado en epígrafe 7 del presente anejo):**

1. En base a las tablas anteriores, se comprueba que las bombas de 250 kW pueden funcionar entre un máximo de 250 l/s y un mínimo de 75 l/s y la de 160 kW entre 142 y 50 l/s.
2. La nueva estación de bombeo con las tres bombas funcionando en simultaneo proporcionarían un máximo caudal de 642 l/s.

➤ **Presión de salida de estación de bombeo de 60 mca y de entrada en la zona regable de 42,73 mca (calculado en epígrafe 7 del presente anejo):**

1. En base a las tablas anteriores, se comprueba que las bombas de 250 kW pueden funcionar entre un máximo de 312 l/s y un mínimo de 75 l/s y la de 160 kW entre 167 y 50 l/s. La potencia absorbida por la bomba de 250 kW con un caudal de 312 l/s está muy cerca de la potencia nominal del motor, luego se descarta ese punto de funcionamiento y se limitará a 290 l/s.
2. La nueva estación de bombeo con las tres bombas funcionando en simultaneo proporcionarían un máximo caudal de 747 l/s (con este caudal ya se alcanzaría el caudal bombeado por dos de las bombas existentes en la estación de bombeo).

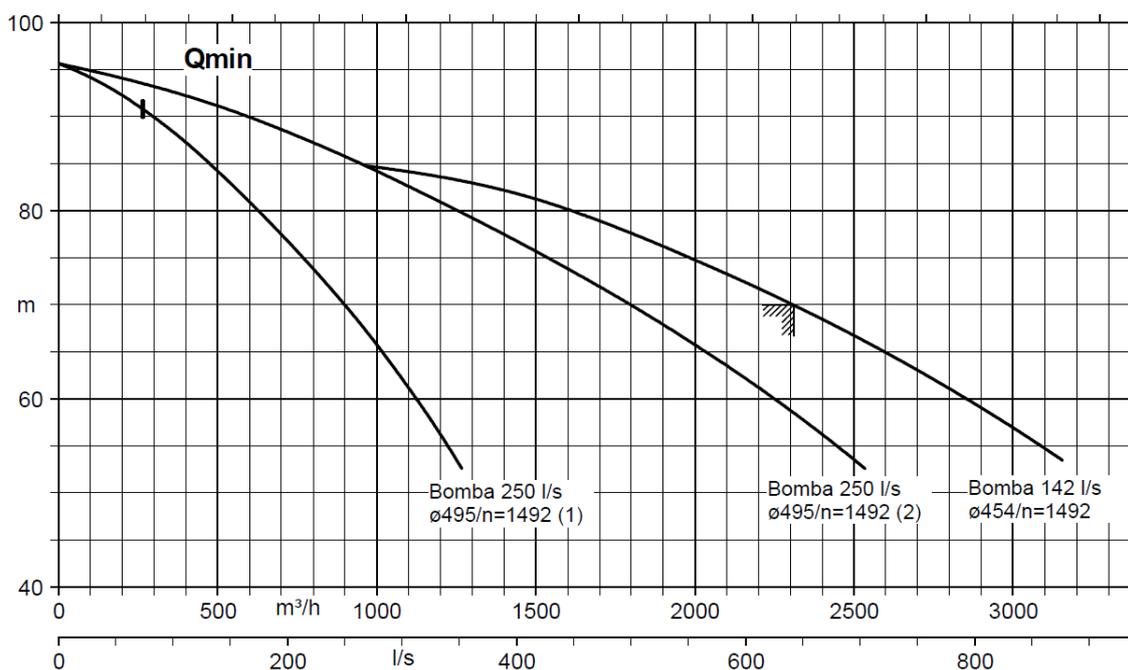
La campaña de riego tiende a alargarse mucho comenzando algunos años en marzo y llegando hasta principios de noviembre. Al comienzo de la campaña se empezará bombeando con una presión de 60 mca para ir subiéndola progresivamente, hasta que el caudal suministrado por las nuevas bombas no sea suficiente para abastecer la demanda y entren en funcionamiento las bombas existentes. En base a esta adaptación de la presión de bombeo a la demanda real que exista en cada fase de la campaña de riego, se obtendrá un importante ahorro energético que se calcula en el epígrafe 12 del presente anejo.

Será la Comunidad de Regantes la que fije la presión de salida del nuevo bombeo por periodos de riego en base a su experiencia en el manejo de la red. Es decir, en el autómata de control de la estación de bombeo se fijará por el personal de la comunidad, la presión de consigna que será de 60 o 70 mca durante el periodo fuera de máxima demanda. Se programará de forma que en primer lugar arranque la bomba más pequeña (de 142 l/s) y progresivamente se vayan arrancando las bombas más grandes conforme se demande más caudal, para mantener la presión indicada.

Tabla 7. Presiones de consigna del bombeo para cada mes

MES	ALTURA DE BOMBEO FUTURA (mca)
ENERO	Sin riego
FEBRERO	Sin riego
MARZO	60 mca
ABRIL	60 mca
MAYO	63 mca (se toma 60 mca los primeros 10 días del mes y el resto del mes 70 mca)
JUNIO	80 mca menos 8 horas al día que se bombeo a 70 mca
JULIO	80 mca todo el mes
AGOSTO	80 mca menos 8 horas al día que se bombeo a 70 mca
SEPTIEMBRE	63 mca (se toma 60 mca los últimos 10 días del mes y el resto del mes 70 mca)
OCTUBRE	60
NOVIEMBRE	60
DICIEMBRE	Sin riego

Las curvas del sistema para las tres bombas sería la siguiente.


Figura 21. Curvas del sistema de bombeo

Cuando la presión de bombeo necesaria sea de 80 mca, el by-pass proyectado estará cerrado y el sistema de bombeo usado será el actualmente existente. Se usará la nueva estación de bombeo para mantener lleno el depósito elevado o de reserva del bombeo actual.

8.1.3.1 Diseño de los colectores de la estación de bombeo

En este apartado se realiza el cálculo hidráulico de la estación de bombeo completa, desde la toma en la cántara, su paso por el bombeo y su impulsión, para calcular las pérdidas de carga que se producirán tanto en la aspiración como en la impulsión. Dado que el tramo de tubería a instalar desde la salida del nuevo bombeo hasta la conexión a la tubería de impulsión existente es muy corto, se incluye aquí su cálculo.

Para los cálculos se tomarán los caudales más elevados que se puedan dar en la instalación, correspondientes a la posición de bombeo a 60 mca (747 l/s en total, 290 l/s para la de 250 kW y 167 l/s para las bombas de 160 Kw).

Los cálculos hidráulicos se dividirán en dos partes: pérdidas en las tuberías y colectores, y pérdidas localizadas (codos, derivaciones, válvulas). Al mismo tiempo se separan en pérdidas en la aspiración y la impulsión.

– **Pérdidas en tuberías.**

La fórmula de pérdidas de carga en tuberías de Hazen-Williams, empleada en el dimensionamiento, es la siguiente:

$$J(\text{m/m})=10,62 \cdot C^{-1.85} \cdot D^{-4.87}(\text{m}) \cdot Q^{1.85}(\text{m}^3/\text{s})$$

donde C depende del material de la conducción y del diámetro de la misma. Para acero y diámetros que se manejan, se adopta un valor de C = 150.

– **Pérdidas localizadas.**

Salvo casos excepcionales, las pérdidas de carga localizadas sólo se pueden determinar de forma experimental, y puesto que son debidas a una disipación de energía motivada por las turbulencias, pueden expresarse en función de la altura cinética corregida mediante un coeficiente empírico K.

$$H= K \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (\text{m})$$

El coeficiente K es adimensional y depende del tipo de singularidad y de la velocidad media en el interior de la tubería. Se estudia para codos, derivaciones y válvulas. En el Anejo Nº 6 «Cálculos hidráulicos y de bombeo» se recogen los cálculos en detalle.

Se distingue entre las que se producen en la aspiración (usadas para cálculo de NPSH) y las que se producen en la impulsión (usadas para determinar la presión en el punto de entrega). Se

puede comprobar en el mencionado Anejo nº 6, que tanto las velocidades en la aspiración como en la impulsión son adecuadas (máximo de 1,5 m/s en aspiración y 2 m/s en impulsión).

En resumen, las pérdidas de carga totales en la estación de bombeo se distinguen en función de la bomba y de aspiración o impulsión. Son las siguientes:

Tabla 8. Pérdidas de carga totales de la estación de bombeo

ASPIRACION	Pérdidas (mca)	
Elemento	Bomba 250 kW	Bomba 160 kW
Tuberías	0,071	0,074
Derivaciones	0,231	0,165
Válvulas	0,044	0,036
TOTAL	0,347	0,274
IMPULSION	Pérdidas (mca)	
Elemento	Bomba 250 kW	Bomba 160 kW
Tuberías	0,070	0,101
Codos	0,056	0,045
Válvulas	0,068	0,061
Tubería conex	0,093	0,093
Codo conex.	0,126	0,126
Valvula 700	0,077	0,077
TOTAL	0,491	0,504

Se tomarán las más desfavorables en cada caso para el dimensionamiento:

1. Para el cálculo del NPSH se tomará 0,347 mca correspondiente a las pérdidas de carga en la aspiración de las bombas de 250 kW.
2. Para el cálculo de las pérdidas de carga de la impulsión se tomará 0,504 mca correspondiente a la bomba de 160 kW.

8.1.3.2 Cálculo de pérdidas de carga en la impulsión

Se considera para el cálculo de las pérdidas de carga la tubería de impulsión existente (desde el punto de conexión con la nueva estación de bombeo hasta el inicio del by-pass) y el nuevo by-pass proyectado. En resumen, las pérdidas de carga totales en la tubería de impulsión existente y el by-pass son las siguientes:

Tabla 9. Pérdidas de carga totales

Elemento	Pérdidas (mca)
Tuberías	0,648
Codos	0,253
Válvulas	0,077
TOTAL	0,977

En el Anejo Nº 6 «Cálculos hidráulicos y de bombeo» se recogen los cálculos en detalle.

8.1.3.3 Determinación de altura presión del nuevo bombeo

Una vez calculadas las pérdidas de carga que se producen en la nueva estación de bombeo, en la tubería de impulsión existente y en el by-pass, y considerando las cotas geométricas de los distintos elementos, se podrán obtener las presiones disponibles al comienzo de la red de riego (final del by-pass proyectado).

- Pérdidas de carga impulsión = $0,504 + 0,977 = 1,481$ mca
- Cota punto conexión by-pass con red de riego = $268,38$ (cota terreno) – $1,6$ (profundidad tubería conexión) = $266,78$ m.s.n.m.
- Cota eje nuevas bombas = $253,54$ (cota explanada estación de bombeo) – $3,8$ (profundidad a eje bombas) = $249,74$ m.s.n.m.
- Diferencia cotas = $266,78 - 249,74 = 17,04$ m
- Cota de agua en aspiración sobre eje de nuevas bombas = $1,6$ m
- Pérdidas de carga aspiración = $0,347$ mca

Con estos datos se podrá calcular la presión disponible al comienzo de la red de riego para el caudal más desfavorable del nuevo bombeo. Para las presiones de las nuevas bombas funcionando a 60 y 70 mca se consigue la siguiente presión en cabecera:

- **Presión disponible a salida de by-pass con salida de bombas a 60 mca** = $60 - 1,481 - 17,04 + 1,6 - 0,347 = 42,73$
- **Presión disponible a salida de by-pass con salida de bombas a 70 mca** = $70 - 1,481 - 17,04 + 1,6 - 0,347 = 52,73$ mca

8.1.3.4 Cálculo de NPSH

En el Anejo Nº 6 «Cálculos hidráulicos y de bombeo» se recogen los cálculos del NPSH disponible es de $11,20$ m. El NPSH en el punto de funcionamiento más desfavorable para las bombas elegidas es de $6,7$ m para la bomba de 160 kW y de 6 m para la bomba de 250 kW, por lo que no existe ningún problema de posible cavitación con el diseño realizado.

8.1.3.5 Cálculo del golpe de ariete

En el Anejo N° 6 «Cálculos hidráulicos y de bombeo» se recogen los cálculos del golpe de ariete. La máxima sobrepresión que se alcanzará en el origen de la impulsión es de 55,03 m.c.a. y, por consiguiente, la máxima presión a soportar por la tubería en dicho punto será de: 72,03 m.c.a. Esta presión es similar a la altura manométrica de la impulsión, por lo que no habría que proyectar ninguna medida adicional. No obstante, para dotar de una mayor protección a todos los elementos que conforman el bombeo, se estima disponer algún dispositivo antiarriete que será una válvula hidráulica anticipadora de onda de DN=250 mm, justo después de las bombas y en derivación con la tubería de impulsión o colector principal.

La válvula se abre en reacción a la caída de presión generada por la súbita parada de la bomba. Mediante la preapertura de la válvula se disipa la onda de alta presión de retorno y así se elimina el golpe de ariete. La válvula se cierra con suavidad y herméticamente en cuanto lo permite la función de alivio, evitando la onda de cierre.

Esta válvula sirve también para el alivio de la presión excesiva en el sistema. La válvula estará equipada con un piloto de baja presión que percibe la caída de presión inicial y se abre. Esta respuesta inmediata permite que la presión que queda en la línea abra rápidamente la válvula principal. La válvula, ya abierta, libera la columna de agua que retorna, minimizando así la subida de presión en la línea. Si el grado de alivio fuera insuficiente, y la presión superara el ajuste del piloto de alta presión, el piloto actuaría inmediatamente para abrir aún más la válvula principal. Cuando la presión en el sistema se estabiliza en el nivel de presión estática, los dos pilotos se cierran y la válvula empieza a cerrarse. Si la presión en la línea sube durante el cierre de la válvula principal, el piloto de alta presión detiene brevemente el proceso para evitar que la presión siga elevándose. La presión de calibración del piloto de alta será 95 mca y la presión de calibración del piloto de baja de 50 mca.

Complementariamente, se colocarán ventosas trifuncionales de DN=100 mm en la tubería de impulsión, en dos puntos diferentes, a la salida del bombeo y en el by-pass, para facilitar la entrada de aire en la misma cuando se produce la depresión de la onda, y la expulsión del aire durante la expansión de la onda. El resto de la impulsión, correspondiente a la tubería existente de DN=900 mm, ya dispone de varias ventosas que harán la misma función (ya la están haciendo para mayores caudales de bombeo, lo que implica mayores valores del golpe de ariete, luego se está del lado de la seguridad).

8.1.4 Obra civil de estación de bombeo

La estación de bombeo está situada en el interior de la estación de bombeo de la Comunidad de regantes de Guadiana, al noreste del término municipal de Guadiana, en concreto en la parcela 9125 del polígono 771 del término municipal de Guadiana.

Esta estación de bombeo se alojará en un edificio de forma rectangular, de una planta y cubierta inclinada con las siguientes características:

- Tipología: Nave de 6,40 m de luz y de 20,00 m de longitud, interejes.
- Cubierta: 1 agua
- Material cubrición: Panel sándwich alma de espuma de poliuretano (PUR) 30 mm.
- Cerramiento: Placa prefabricada de hormigón armado de 12 cm de espesor.
- Pendiente cubierta: 9,00 % (5°)
- Correas: Perfiles conformados en frío tipo ZF 150.2.0
- Acero S 235 JR: Límite elástico 235 N/mm²
- Separación correas: 1,28 m.
- Nº correas / vertiente: 6
- Separación pórticos: 5,50 m.
- Altura de pilares: 4,85 m.
- Altura de coronación: 4,35 m
- Pilares: Perfiles de acero laminado tipo HEA-160
- Dinteles: Perfiles de acero laminado tipo IPE-240 en pórticos intermedios e IPE-220 en pórticos hastiales.
- Acero S 275 JR: Límite elástico 275 N/mm²

8.1.4.1 Sistema estructural

Cimentaciones

La cimentación se realizará sobre muros de hormigón armado HA-25/B/20/IIa de resistencia característica a compresión 25 N/mm² y ferralla de acero corrugado B 500 S, apoyados en losa de cimentación de hormigón HA-25/B/20/IIa de 50 cm de canto. Esta losa se apoyará, respetando las indicaciones del estudio geotécnico, sobre una mejora del firme de cimentación compuesta

por lamina impermeabilizante de polietileno, capa de bolos de 30 cm cubierta superiormente con estrato de zahorra artificial compactada ZA 0/32, de 30 cm de espesor, separadas convenientemente por lamina geotextil y capa de hormigón de limpieza HM-20/B/20/IIa de 10 cm. de espesor. Parte de la estructura de la estación de bombeo descansará parcialmente sobre losa de cimentación HA-25/B/20/IIa de 35 cm de canto, a la altura de la cota de coronación de los muros del foso, cosiendo de esta manera de forma monolítica la cimentación de la estructura metálica.

El foso posee unas dimensiones interiores de 13 x 6 m, con una altura de muros de 4 m, salvo el lateral que conecta con la losa superior que posee una altura de 3,85 m. Los muros de hormigón armado HA-25/B/20/IIa poseen un espesor de 40 cm. El armado de los mismos se puede observar en el plano 3.3.2 «Estación de bombeo. Obra civil. Cimentación y puesta a tierra (Hoja 2 de 2)».

Las cargas para las que han sido calculadas las estructuras se desprenden del Documento Básico DB SE-AE: Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación, del Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, no siendo de aplicación el Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación NCSR-02, en cumplimiento del artículo 1.2.3. al tratarse de construcciones de importancia moderada.

Estructura metálica

La estructura metálica de la estación de bombeo estará formada por pórticos planos de acero S275 JR con nudos rígidos y apoyos sobre losa de cimentación y muros. El dimensionamiento de los pilares y los dinteles se ha realizado con un programa de ordenador de cálculo matricial en 3D de estructuras.

La estructura metálica consiste en una nave de planta rectangular, con cubierta a un agua. Las dimensiones del conjunto son de 20,00 m de anchura y de 6,40 m de longitud, todo entre ejes de pilares. La superficie total construida de la construcción asciende a 147,28 m². La altura máxima de pilares (hasta cabeza) es de 4,85 m. La altura superior de la cubierta queda a 4,35 m.

Los pórticos intermedios de la estructura a un agua tienen una luz entre ejes de 6,40 m, un ángulo de vertiente de 5,0° (8,75%) y una separación de 5,50 m. Los pilares son de perfil HEA-160. Los dinteles son IPE-240, como se refleja en el plano 3.3.6 «Estación de bombeo. Obra civil. Pórticos».

Los pórticos hastiales de la nave, tienen las mismas dimensiones que los anteriores, con perfiles en pilares tipo HEA-160 y con dinteles IPE-220.

Además, en las fachadas se proyectan perfiles UPN-160 para sujeción de las placas macizas de hormigón de cerramiento.

La unión de los pilares con la cimentación, se hará a través de placas de asiento de distintas dimensiones. Las características y distribución pueden verse en los planos 3.3.1 «Estación de bombeo. Obra civil. Planta general» y 3.3.6 «Estación de bombeo. Obra civil. Pórticos».

El tratamiento anticorrosivo a utilizar será mediante limpieza mecánica (cepillado con cepillo de púas de acero) y aplicación de 2 manos (40 μ m) de pintura al minio electrolítico de plomo o pintura antioxidante similar.

Para poder acceder al foso se ha proyectado una pasarela con escalera en el lateral derecho de la nave con estructura a base de perfiles huecos acero S275 JR y rejilla tipo tramex galvanizada de 30x30/30x2 mm. Tanto la ubicación, como las dimensiones de la misma se pueden observar en los planos 3.3.3 «Estación de bombeo. Obra civil. Estructura pasarelas. Planta» y 3.3.4 «Estación de bombeo. Obra civil. Estructura pasarelas. Secciones»

8.1.4.2 Sistema envolvente

Cerramientos

El cerramiento de la nave será a base de placas macizas de hormigón prefabricadas de 12 cm de espesor, que garantizan un aislamiento acústico de 46,0 dBA (en consonancia con lo dispuesto en el Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética) y al fuego EI 120 (superior al requerido según el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales), con acabado liso, insertadas y acopladas sobre la estructura metálica.

Cubiertas

Se dispondrán paneles tipo sándwich formados por dos chapas lacadas grecadas de acero perfilado en frío de 0,6 mm de espesor y una capa de aislante de espuma de poliuretano de 30 mm de espesor anclados los perfiles a la estructura mediante ganchos o tornillos autorroscantes que garantizan un aislamiento acústico de 14 dBA (en consonancia con lo dispuesto en el Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética) y al fuego EI 15

(superior al requerido según el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales).

Se dispondrán 6 correas por vertiente de perfil ZF-150.2 separadas en planta 1,25 m. En los paños de cubierta señalados en los planos, se dispondrá de un arriostramiento a base de cruces de San Andrés mediante acero redondo de 16 mm de diámetro tipo B 500 S con tensores roscados.

Se proyecta sistema de recogida de las aguas pluviales en la cubierta de la nave a través de canalón rectangular de 500 mm de desarrollo, conformados en chapa de acero prelacado. Desde este canalón y mediante un bajante realizado en chapa de acero prelacado de 110 mm de diámetro las aguas pluviales de cubierta son conducidas hasta la plataforma exterior.

8.1.4.3 Sistema de acabados

Carpintería y cerrajería

La puerta de acceso a la nave para vehículos será metálica abatible de dos hojas, a base de bastidor de tubo rectangular y chapa de acero tipo Pegaso, con cerco y perfil angular provisto de una garra por metro lineal y herrajes de colgar y de seguridad. Dispondrá de puerta para hombre, que servirá de vía de evacuación, con paso libre de 0,82 m. Se procederá posteriormente a su pintado con pintura tipo ferro.

Las nueve ventanas en fachada son de hojas correderas de aluminio lacado, con perfil europeo con RPT (Rotura de puente térmico) para doble acristalamiento 4+6+4 (dos vidrios de 4 mm con una cámara de 6 mm). Las ventanas irán protegidas mediante rejas metálicas realizadas con tubo de acero de 30x15 mm. en vertical y horizontal, separados 15 cm. con garras para recibir de 12 cm., con pintado posterior con pintura tipo ferro.

Tanto las dimensiones como la ubicación de la puerta y ventanas se pueden apreciar en los planos 3.3.1 «Estación de bombeo. Obra civil. Planta general» y 3.4 «Estación de bombeo. Alzados y sección transversal».

8.1.4.4 Sistema de acondicionamiento e instalaciones

Instalación eléctrica

La descripción y justificación correspondiente a este apartado se encuentra descrita en el apartado 8.1.6 «Instalación eléctrica de baja tensión».

Ventilación

En toda la nave se proyectan 9 ventanas que dotaran a la misma de ventilación natural, de

dimensiones 1,50x0,70 m, distribuidas de la siguiente manera:

- Fachada trasera, 1 unidad a 1,40 m sobre la coronación del muro del foso.
- Fachada lateral derecha, 4 unidades a una altura variable.
- Fachada lateral izquierda, 4 unidades a una altura variable

Tanto las dimensiones como la ubicación de las ventanas se pueden apreciar en los planos 3.3.1 «Estación de bombeo. Obra civil. Planta general» y 3.4 «Estación de bombeo. Alzados y sección transversal».

En cubierta de la nave se proyectan 2 aspiradores giratorios con sombrero dinámico, de aluminio (Dureza H-24), con conducto de salida de 350 mm de diámetro al exterior.

Protección contra incendios

Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de protección contra incendios de la estación de bombeo, así como el diseño y el mantenimiento de las instalaciones, cumplen con lo preceptuado en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios

Los sistemas de protección contra incendios proyectados en la nave se pueden observar en el plano 3.5 «Estación de bombeo. Instalación eléctrica de B.T. y automatización». Dicho emplazamiento permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estando situados próximos a los puntos donde se estima la mayor probabilidad de iniciarse el incendio, y su distribución es tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor no supera los 15 m.

Se colocará un extintor de las siguientes características:

- .- 1 Extintor de CO₂ de eficacia 89B de 5 kg

Según el RD 513/2017, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI), los extintores se colocarán de forma visible y accesible de forma que la parte superior del mismo quede situada entre 80 cm. y 120 cm sobre suelo. Junto a estos se colocarán señales relativas a los equipos de lucha contra incendios de forma rectangular o cuadrada con el pictograma blanco sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal).

Señalización de seguridad y vías de evacuación

La evacuación de los establecimientos industriales que están ubicados en edificios de tipo C,

como es el caso de la estación de bombeo y filtrado, debe satisfacer las condiciones expuestas en el apartado 6.4 del anexo II del RD 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales

En cuanto a nº y disposición de las salidas, en nuestro caso, actividad clasificada como de riesgo intrínseco bajo, la evacuación del sector en estudio se realiza por una salida, siendo la ocupación inferior a 25 personas. El recorrido de evacuación es inferior a 50 m, que es la distancia máxima para riesgo bajo. Todo ello se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 10. Número de salidas y recorridos de evacuación estación de bombeo

SALIDA DE SECTORES						
RECINTO	PLANTA	SALIDAS			DIÁFANA	RECORRIDO EVACUACION MAX. (m)
		nº	Tipo	Ancho (m)		
Estación de bombeo	Baja	1	A	3,84	SI	38,00

Los recintos que aparezcan con recorrido de evacuación cero, son aquellos en que, conforme a la Norma, el origen de evacuación es la salida del recinto.

Tabla 11. Tipos de salidas de planta en estación de bombeo y filtrado

SALIDA DE PLANTA			
PLANTA	SALIDA TIPO	ANCHO	SALIDA A
Baja	A	3,84	Exterior

Los tipos de salida asignados anteriormente corresponden a la siguiente descripción:

- A: Salida del edificio en su planta correspondiente.
- B: Arranque de escalera no protegida que conduce a planta salida, contenido en recinto propio.
- C: Arranque de escalera no protegida que conduce a planta de salida, no contenida en recinto propio
- D: Puerta para vehículos, que comunica directamente con espacio exterior.

La señalización de emergencia en la salida de uso habitual se hará de acuerdo al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y la norma UNE 23034:1988 Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.

En cumplimiento de la normativa vigente se han ejecutado las siguientes medidas:

1) Se han señalado las salidas

2) Se han rotulado con el pictograma "SALIDA" todas las luces de emergencia ubicadas a tal efecto

8.1.5 Conexión nuevo bombeo con tubería de impulsión existente

Se proyecta la conexión desde la salida de la nueva estación de bombeo hasta la tubería de impulsión existente en la actualidad. En el plano 3.8 «Conexión a tubería existente» quedan reflejados las piezas y colectores a instalar.

La tubería proyectada será de acero inoxidable AISI 304 (EN 1.4301 según norma UNE-EN 10088-2015 Aceros inoxidables) de 711 mm de diámetro. La pieza de conexión también será del mismo material, pero 900 mm de diámetro.

Se ha previsto el corte de las tuberías existentes para colocar la nueva conexión con los medios auxiliares necesarios y el posterior hormigonado de las piezas de derivación.

8.1.6 Instalación eléctrica de baja tensión

Se llevará a cabo una instalación eléctrica de BT para alumbrado y fuerza en la nueva estación de bombeo.

Según la ITC-BT-04 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002, de 2 de agosto), apartado 3, las instalaciones del grupo b, *bombas de extracción o elevación de agua, sean industriales o no*, con potencia > 10 kW, precisan elaboración de proyecto para su puesta en servicio.

Se trata de la modernización integral e implantación de nuevas tecnologías en la zona regable de la Comunidad de Regantes de Gadiana (Badajoz), concretamente en la Estación Elevadora del sector e-1, donde ya existe una estación de bombeo de agua del canal de Montijo formada por 7 grupos de bombeo horizontales de 400 kW, que toman agua de la cantara lateral.

Con la implantación del presente proyecto, se construirá una nueva estación de bombeo para 3 grupos electrobombas de 250, 250 y 160 kW, respectivamente, comandadas por variador de frecuencia, que tomarán el agua de la misma cantara, con las correspondientes obras de adaptación.

La energización de la nueva estación de bombeo se ejecutará según instrucción técnica ITC BT-15 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, con conductores unipolares de aluminio

RZ1 (AS) 4(3x240/120) mm² en sistema de instalación:

Tramo Cabinas BT-CBT: Sobre bandeja existente bajo forjado

Tramo CBT-CGD: Bajo tubo de PE de $\varnothing 250$ mm enterrado conforme UNE-EN 61386-21:2005/A11:2011 *Sistemas de tubos para la conducción de cables. Parte 21: Requisitos particulares. Sistemas de tubos rígidos*, aislados para una tensión nominal de 0,6/1 kV en sistema trifásico.

La potencia total que demandará la instalación, se resume como sigue:

Tabla 12. Listado de potencias instalación Estación Bombeo

INSTALACION	RECEPTOR	Ud	P unit (kW)	P inst (kW)
ALUMBRADO	Alumbrado interior	9	0,04	0,360
	Alumbrado exterior	1	0,07	0,070
	Alumbrado emergencia	3	0,005	0,015
	Alumbrado cuadro	1	0,018	0,018
	TOTAL ALUMBRADO			0,463
BOMBAS	Bomba horizontal CP nº1 250 l/s	1	250,00	250,00
	Bomba horizontal CP nº2 250 l/s	1	250,00	250,00
	Bomba horizontal CP nº3 150 l/s	1	160,00	160,00
	TOTAL MOTORES			660,00
CLIMATIZACION	Reserva (futura climatización)	1	3,50	3,500
	TOTAL CLIMATIZACION			3,500
OTROS	Resistencia caldeo motobomba nº1	1	0,218	0,218
	Resistencia caldeo motobomba nº2	1	0,218	0,218
	Resistencia caldeo motobomba nº3	1	0,109	0,109
	Válvula motorizada nº1 DN450	1	0,75	0,750
	Válvula motorizada nº2 DN450	1	0,75	0,750
	Válvula motorizada nº3 DN350	1	0,34	0,340
	Válvula motorizada nº 4 DN700	1	0,75	0,750
	Servicios cuadro (ventilac., caldeo)	1	0,135	0,135
	Telecontrol	1	0,04	0,044
	Subcuadro tomas de corriente	2	3,00	6,000
	CCM Polipasto 1,5 t	1	2,80	2,800
	Bomba de achique	1	1,10	1,100
		TOTAL FUERZA		
	TOTAL			677,177

Los cuadros eléctricos contendrán los contactores y arrancadores, elementos de seguridad intrínseca (fusibles, magnetotérmicos, etc.), las conexiones de los distintos elementos en manual

o en automático con sus pilotos de funcionamiento real y los automatismos más simples de seguridad duplicada y alarmas básicas. En particular las protecciones tanto magnetotérmicas como diferenciales serán individuales por cada equipo; no se podrá establecer protección diferencial por zonas. No se emplearán protecciones fusibles a menos que por razones de poder de corte en las instalaciones sea estrictamente necesario y siempre que no se encuentre protección de tipo magnetotérmico equivalente en el mercado.

Cada cuadro llevará el sistema correspondiente de resistencias de caldeo, ventiladores, transformadores necesarios para corrientes de señalización y los aparatos de medida de tensión e intensidad.

La instalación eléctrica de alumbrado en la instalación proyectada arranca del cuadro general de distribución (CGMP) que alimenta directamente la estación de bombeo, hasta los receptores de alumbrado, situados como puede verse en el plano de instalación correspondiente. Debido a sus características geométricas y altura de montaje ($H < 4$ m), se emplean 9 luminarias de adosar en estructura tipo "pantalla", protección IP65 clase I, incluyendo lámpara led de 40W.

Como alumbrado exterior se empleará proyector de led de 70 W (1 unidad). Los equipos eléctricos para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54, según UNE-EN 60529:2018 *Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)* e IK 08 según UNE-EN 50102 CORR:2002 *Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)*, a una altura mínima de 2,5 m.

Para el cálculo de la resistencia del electrodo tenemos un valor aproximado de la resistividad del terreno de $\rho = 150 \Omega\text{m}$, al ejecutarse la estación de bombeo sobre terraplén húmedo, según se observa en la tabla 4 de la instrucción técnica ITC-BT-18 del REBT

El electrodo en la puesta a tierra de la estación de bombeo, se puede constituir mediante:

M lineal conductor de cobre desnudo de 35 mm² **15 m**

Con lo que se obtendrá una resistencia de tierra de 80 ohmios.

Por buena práctica constructiva, se coserá perimetralmente la cimentación de la estación de bombeo, lo que debido a su configuración PB+FOSO, genera una longitud de 63,5 m de conductor desnudo cobre sección 35 mm²

8.1.7 Urbanización

La zona donde se ubica la nueva estación de bombeo es una zona asfaltada. Se tendrá que eliminar el asfalto existente y reponerlo al finalizar la obras. Son dos zonas donde se repondrá el aglomerado asfáltico, como se aprecia en el plano 3.7 «Estación de bombeo. Urbanización».

Por otro lado, la estación de bombeo actual tiene un cerramiento perimetral a base de un murete de hormigón armado sobre el que se ubica una valla de reja metálica. Se tendrá que desmontar la reja metálica y demoler el murete en una longitud de 30 m, en un lateral paralelo a la nueva nave de bombeo. Posteriormente se construirá un nuevo murete de bloque split sobre zuncho de hormigón armado y se volverá a colocar la reja retirada.

8.2 BY-PASS AL DEPÓSITO DE ELEVACIÓN

Con el fin de evitar que toda el agua tenga que pasar por el depósito elevado, la solución será la construcción de un by-pass que conecte directamente las tuberías de impulsión con las tuberías de riego, sin que el agua suba al depósito. Resulta fundamental para poder reducir la presión de bombeo de salida de las nuevas bombas.

8.2.1 Obras de conexión

El by-pass, que se construirá en acero inoxidable AISI 304 (EN 1.4301 según norma UNE-EN 10088-2015 Aceros inoxidables) de DN=711 mm y 8 mm de espesor, se conectará, por un lado, a la tubería de impulsión que llega al depósito. Ésta es una tubería de acero de DN=900 mm. Por otro lado, se conectará a la tubería de salida del depósito, que es de acero de DN=1.200 mm. Ver plano 4.2 «By-pass a torre de elevación. Planta general».

Para realizar estas conexiones se harán sendos cortes en las tuberías de DN=900 mm y DN=1.200 mm, donde se soldarán las piezas en T con salida a DN=711 mm, y serán también de acero inoxidable AISI 304 (EN 1.4301 según norma UNE-EN 10088-2015 Aceros inoxidables). Estas piezas se anclarán mediante dados de hormigón en masa HM-20/B/20/IIa, de dimensiones 3,5 x 3,5 x 1,5 m (plano 4.2 «By-pass a torre de elevación. Planta general»).

8.2.2 Calderería, tuberías y valvulería

Como se ha reseñado en el apartado anterior, el by-pass se construirá en acero inoxidable DN=711 mm y 8 mm de espesor. En él se ubicarán los siguientes elementos:

- Caudalímetro electromagnético de DN=700 mm, que se montará junto a un carrete de desmontaje del mismo diámetro. Se alojará en una arqueta de hormigón armado HA-

25/B/20/IIa de 2,5 x 2,5 x 2,3 m de dimensiones interiores (plano 4.3 «By-pass a torre de elevación. Caudalímetro. Planta y alzado»). El caudal mínimo será de 50 m³/h (16,67 l/s), muy inferior a cualquiera de las situaciones de funcionamiento previstas.

- Válvula de mariposa de DN=700 mm, que se montará junto a un carrete de desmontaje del mismo diámetro. Para el llenado progresivo de esta tubería, se realiza un by-pass de DN=150 mm que une la tubería antes y después de la válvula de corte, controlado mediante una válvula de compuerta de DN=150 mm y su correspondiente carrete de desmontaje. Igualmente, tanto antes como después de dicha válvula, se colocarán una ventosa de DN=100 mm, un manómetro y un traductor de presión. Se alojará en una arqueta de hormigón armado HA-25/B/20/IIa de 2,5 x 2,5 x 2,3 m de dimensiones interiores (plano 4.4 «By-pass a torre de elevación. Válvula de corte. Planta y alzado»).

8.2.3 Arqueta de caudalímetro y válvula de corte

Ambos elementos se alojarán en una arqueta con unas dimensiones interiores de 2,5 x 2,5 x 2,3 m, ejecutada con muros de hormigón armado HA-25/B/20/IIa de 25 cm de espesor empotrados en una losa de canto 30 cm, sobre 10 cm de hormigón de limpieza HM-20/B/20/IIa. Dispondrá de una tapa formada por placas alveolares prefabricadas pretensadas de 15 cm de canto y material HP-40/P/12/IIa, simplemente apoyadas. Desde el punto de vista constructivo, se trata de una arqueta seca con profundidad interior útil de 2,30 m e irá dotada de 4 rejillas de ventilación de 0,8 x 0,2 m de dimensiones cada una. (Ver plano plano 4.4 «By-pass a torre de elevación. Válvula de corte. Planta y alzado»).

El acceso de personas a esta arqueta para operación y mantenimiento se realiza a través de una tapa abisagrada de chapa galvanizada de 3 mm de espesor, ubicada en un hueco de la tapa de placas alveolares descrita anteriormente. La bajada al fondo de la arqueta se realizará por los pates colocados en el muro.

8.2.4 Instalación de baja tensión

Se llevará a cabo una instalación eléctrica de BT para ampliación del cuadro eléctrico existente en el depósito elevado, al objeto de poder suministrar energía a los nuevos receptores instalados en el bypass, como son el caudalímetro y nueva válvula motorizada de corte. Además, se sustituirá el autómatas actual por uno nuevo que englobe las funciones de control de los nuevos elementos así como nuevas sondas (transductores de presión en arqueta válvula corte)

Por lo tanto, en la instalación del depósito elevado, concretamente en su armario eléctrico

existente, se listan a continuación los consumidores existentes y los proyectados:

Existentes:

- *Circuitos de alumbrado interior y emergencia
- *Circuito de tomas de corriente
- *Circuitos de válvulas motorizadas nº 1, nº 2 y nº 3
- *Circuitos de control para sonda nivel deposito, transductor colectores y switch

Proyectados:

- *Circuito nueva válvula de corte motorizada en bypass
- *Circuitos de control para nuevo PLC, caudalímetro de bypass, sistema HMI y transductores de presión en el bypass (2)

La potencia total que demandará la instalación en el depósito elevado, se resume como sigue:

Tabla 13. Listado de potencias instalación Deposito Elevado

INSTALACION	RECEPTOR	Ud	P unit (kW)	P inst (kW)
ALUMBRADO	-	-	-	-
	TOTAL ALUMBRADO			-
OTROS				
	Nueva Válvula motorizada bypass	1	1,500	1,500
	Nuevo PLC control	1	0,040	0,040
	Caudalímetro electromagnético	1	0,010	0,010
	HMI	1	0,002	0,002
	Transductor bypass nº1	1	0,002	0,002
	Transductor bypass nº2	1	0,002	0,002
	TOTAL FUERZA			1,556
	TOTAL			1,556

Desde el cuadro existente, dotado de ventilación y demás elementos de seguridad que la normativa vigente obliga, se distribuirá el conductor de protección que se conectará al bornero de puesta a tierra de la instalación, no viéndose afectada la misma por la implementación de los nuevos equipos.

8.2.5 Reposición de servicios afectados.

La obra de conexión a la tubería de 900 mm afectará a 20 m² de asfalto que se recogen expresamente. También, la excavación de la arqueta del caudalímetro y la arqueta de la válvula de corte, afectará a 5 m² y 7 m² de asfalto respectivamente. Se localiza en la parcela catastral 9143 polígono 771 de CHG.

8.3 FILTROS HIDROCICLÓNICOS MULTIHÉLICE

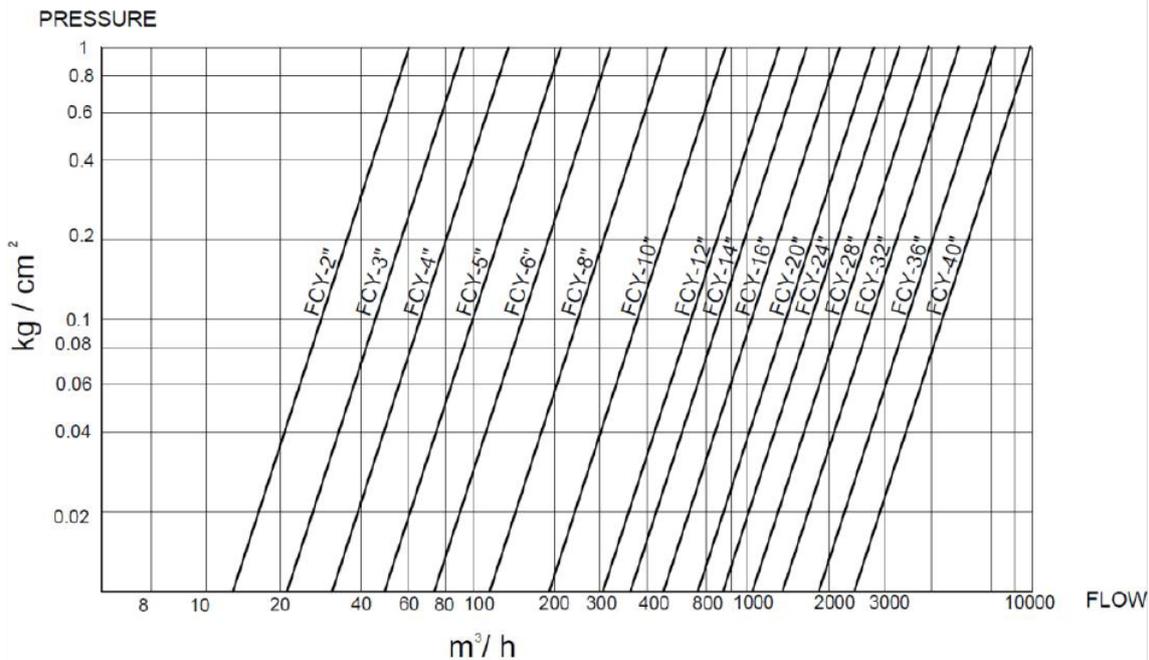
Consisten básicamente en un filtro cazapiedras con un cartucho filtrante de una malla de acero inoxidable perforado con orificio de 4 mm.

A la entrada del filtro se encuentran unas hélices (fijas, sin movimiento) que generan un al paso del agua un vórtice hidrociclónico. Al poder pasar las almejas por la malla del filtro quedan retenidas y debido al efecto hidrociclónico, hace que golpeen contra las paredes del filtro y entre ellas, produciéndose un efecto triturador que muele las almejas dejándolas a un tamaño más fino de 4 mm hasta el grado de no colapsar la malla filtrante (de manera que pasan por el cartucho filtrante las de menor tamaño, quedando retenidas en los equipos de filtrado que cada Comunero disponga en su propiedad).



Figura 22. Multihélice fija a entrada del filtro

Las pérdidas de carga para los equipos de 32" diseñados se pueden observar en la siguiente gráfica:



NOTA: Valores para cartucho de 4 mm.

Figura 23. Pérdidas de carga de filtro hidrociclónico multihélice

La tapa dispone de un manguito hembra a la cual se le coloca una válvula de bola ó similar, para la extracción durante el funcionamiento de alguna de los elementos retenidos. La limpieza del cartucho se realiza manualmente para evitar el taponamiento del filtro causado por las partículas adheridas a la malla filtrante que no abandonen el filtro tras la apertura de la válvula de descarga de partículas.

8.3.1 Obras de conexión y filtros

Para colocar los filtros sobre la tubería existente de hormigón armado pretensado de DN=800 mm, se realizará un corte en la misma y se conectará a dos carretes de acero S 275 JR de DN=864 mm y 8 mm de espesor. A partir de estos carretes se monta el filtro hidrociclónicos multihélice con un carrete de desmontaje de DN=800 mm. Se alojará en una arqueta de hormigón armado HA-25/B/20/IIa de 5,50 x 4,50 x 2,50 m de dimensiones interiores (plano 5.1 «Filtros hidrociclónicos multihélice. Planta y alzado»).

8.3.2 Arquetas y cerramientos.

Estos filtros se alojan en una arqueta con unas dimensiones interiores de 5,50 x 4,50 x 2,50 m, ejecutada con muros de hormigón armado HA-25/B/20/IIa de 30 cm de espesor empotrados en una losa de canto 30 cm, sobre 10 cm de hormigón de limpieza HM-20/B/20/IIa. No dispondrá

de tapa, por lo que se realizará un cerramiento exterior a la arqueta por seguridad. Será un cerramiento de postes de tubo de acero galvanizado en caliente de 5 cm de diámetro y 2,35 m de altura, a 3 m de separación, empotrados y anclados mediante dados de hormigón HM-20/B/20/IIa de 35x35x35 cm, y guarnecidos con malla galvanizada doble torsión de 50 mm de paso de malla y diámetro 1,8 mm, de 2,0 m de altura, enterrada 10 cm en el terreno. (Ver plano 5.1 «Filtros hidrociclónicos multihélice. Planta y alzado»).

La misión de la malla será proteger de los daños que pudieran producir la entrada de personas o animales y evitar cualquier tipo de accidente. Para el acceso a la arqueta se colocará una puerta de 5 m con doble hoja, cuyas características son las mismas que las del cerramiento antes descrito.

La bajada al fondo de la arqueta para operación y mantenimiento se realizará por los pates de acero galvanizado colocados en el muro. Se habilitan dos zonas de acceso para poder operar en cada una de las dos partes libres de la arqueta, ya que no es posible pasar de una zona a otra una vez que se está en el fondo de la arqueta.

Como la arqueta no tiene tapa, se dispone en el fondo una tubería de desagüe para evacuar el agua de lluvia que caiga sobre ella. Se trata de una tubería de PEAD de DN=90 mm y 10 atm de presión nominal, que evacuará el agua de la arqueta hasta una vaguada cercana.

8.4 AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL

las nuevas instalaciones estarán dotadas de las infraestructuras de comunicaciones y control necesarias para que pueda realizarse un óptimo funcionamiento de los elementos diseñados.

Las instalaciones existentes cuentan en la actualidad con dos sistemas de automatización y telecontrol diferenciados que son:

- Control de red de alta.- La Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo gestiona la estación de bombeo del Sector e-1 que se corresponde con la estación de bombeo de la Comunidad de Regantes de Guadiana. Dicha estación de bombeo está integrada en un sistema que controla el Canal de Montijo y las restantes estaciones elevadoras que en el existen. Se ubica en un centro de control en Montijo donde hay una aplicación Scada que controla todas las instalaciones de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo. El scada está desarrollado sobre el software Wonderware en un servidor propio, contando con los códigos fuente ya que la Comunidad General ha realizado modificaciones sobre dicho scada después de haber

sido entregado por la CHG. Además, tiene capacidad para soportar ampliaciones como las proyectadas.

- Control de red de baja. La Comunidad de Regantes de Guadiana tiene implantado un sistema de telecontrol vía radio con las que gestiona toda su red de hidrantes (mediante tecnología SKYreg de Regaber con protocolos de comunicación propiedad intelectual de Regaber). El centro de control se ubica en la sede de la comunidad en Guadiana. Dicho centro de control tiene el hardware y software necesario para todo el sistema y puede soportar las ampliaciones proyectadas.

Como todos los sistemas instalados son recientes y están totalmente operativos, los nuevos elementos y/o software que se instalen con el presente proyecto **debe ser compatible tanto con el telecontrol existente en la Comunidad de Regantes de Guadiana como con el sistema de control de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo**. Para ello las unidades remotas a instalar en este proyecto deben ser operables con el software de gestión y control ya implantado en la **Comunidad de Regantes de Guadiana** y, al mismo tiempo, el nuevo software de gestión y Scada a implementar en la nueva estación de bombeo se tiene que integrar en el Scada en la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo.

El Sistema de Telecontrol estará formado por los siguientes elementos principales:

1. Centro de control de las instalaciones del Canal de Montijo en Montijo (ya existente).
2. Centro de Control ubicado en oficinas de la Comunidad de Regantes de Guadiana en Guadiana (ya existente).
3. Nueva estación de bombeo: Estación remota de control con autómatas ubicada en la nueva estación de bombeo
4. Depósito elevado: Estación remota de control con autómatas ubicada en depósito elevado.
5. Remotas en filtrados.- En cada filtrado donde se quiera controlar las presiones se instalará una remota.

El conjunto del telecontrol y, por tanto, la aplicación de control SCADA y la aplicación de gestión estarán implementadas para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad».

8.4.1 Configuración del sistema

Dadas las características de la red hidráulica y la gestión que se realiza por dos entidades distintas (Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo y Comunidad de Regantes de Guadiana) la arquitectura del telecontrol está formada por varios subconjuntos, que formaran una

red de alta y una red de baja.

8.4.1.1 Red de alta

Los puntos de control de RED DE ALTA cuentan con autómatas, con altas prestaciones de procesamiento de señal y consumo bajo. Se dispone de suministro eléctrico convencional 230/400V.

A través del Canal de Montijo llegará el agua hasta la nueva estación de bombeo y desde ella se distribuye el agua hacia el depósito elevado y toda la red de riego. La red de alta se corresponde con las instalaciones gestionadas por Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo.

Los puntos de control serán los siguientes:

Tabla 14. Puntos de control en red de alta

PUNTOS DE CONTROL EN RED DE ALTA		
ID	INSTALACIÓN	CONTROL PRINCIPAL
BOMBEO	NUEVO BOMBEO	<ul style="list-style-type: none"> - Lectura Nivel cantara de aspiración - Boyas máximo-mínimo - Control de 3 Bombas (3 variadores de velocidad). - Sondas PT-100 - Resistencias de caldeo - Actuación Válvulas de Corte Motorizadas (4): pertura/Cierre. - Lectura Presión en salida impulsión - Lectura detector de flujo (3)
PURO	DEPOSITO ELEVADO	<ul style="list-style-type: none"> - Actuación Válvulas de Corte Motorizadas (4): pertura/Cierre - Lectura presión aguas arriba y aguas abajo de válvula de corte del by-pass(2). - Lectura Caudalímetro (2) - Lectura Nivel deposito (2)

En el depósito elevado las nuevas instalaciones a controlar son solo una válvula motorizada, un caudalímetro y los dos transductores de presión. El resto de elementos son los ya existentes que incluirán en el nuevo PLC que sustituye al que hay en la actualidad.

8.4.1.2 Red de baja

Para la RED DE BAJA se utilizan concentradoras y remotas para control de hidrantes o

elementos en la red de riego de bajo consumo, cuyo diseño específico minimiza la necesidad de consumo de energía eléctrica, y que por tanto son las más adecuadas para su utilización en campo abierto. Estas requieren una alimentación mínima al estar optimizado su diseño en ese sentido, realizada con pilas convencionales. Esto permite un sondeo frecuente de las remotas.

La instalación prevista se trata de una ampliación de la existente con remotas totalmente compatibles con las existentes e integradas en las concentradoras también existentes.

Tienen los siguientes elementos a controlar:

Tabla 15. Características puntos de control (Red baja)

PUNTOS DE CONTROL EN RED DE BAJA		
ID	INSTALACIÓN	CONTROL PRINCIPAL
REM01 a REM36	Remota nº 1 a nº 36	<ul style="list-style-type: none"> - Actuación Válvulas Hidráulicas (1): Apertura/Cierre. - Lectura contador (1). - Lectura de presión (2)
CON01 a CON03 (*)	Concentradora nº 1 a nº 3	<ul style="list-style-type: none"> - Concentran la comunicación de varias remotas y comunican con el Centro de Control

(*) Las tres concentradoras ya están instaladas y operativas junto a la red de control de los hidrantes de la C.R. de Guadiana.

8.4.2 Sistema de comunicaciones.

Todo el sistema de comunicaciones existe en la actualidad, luego los nuevos elementos proyectados se integrarán en él. Distinguimos dos niveles claramente diferenciados:

- COMUNICACIÓN Centro de Control Montijo – RED DE ALTA.

Se corresponde con el sistema de comunicaciones que controla todos los puntos del Canal de Montijo y que lleva la información hasta la sede de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo. Todos los puntos están unidos por una red de fibra óptica.

Esta red llega hasta la estación de bombeo que abastece a la Comunidad de Regantes de Guadiana y hasta el depósito elevado hasta donde se bombea el agua. Por tanto, lo único que se tendrá que ejecutar con este nuevo proyecto es la conexión mediante fibra óptica de la nueva estación de bombeo con la existente (que son escasos metros pues están contiguas en el mismo

recinto).

- COMUNICACIONES Centro de control Guadiana - RED DE BAJA.

Las remotas de control de la Red de Baja comunican mediante radio con licencia a frecuencia 433-451 MHz, a 500 mW de potencia de transmisión, con las estaciones concentradoras (ECC), que realizan la función de enrutar las comunicaciones recibidas desde el Scada del Centro de Control a la remota de campo correspondiente y viceversa.

La comunicación entre la Unidad Concentradora y las unidades remotas que controla es constante, por lo que ésta conoce el estado de sus unidades remotas en tiempo real, tanto de sus salidas como de sus entradas digitales (volumen de contadores y caudal) y variables analógicas (presión, temperatura, humedad, etc.). La calidad de la radio y el eficiente protocolo de comunicaciones deben garantizar un consumo energético muy bajo. La comunicación entre las concentradoras y el centro de control se realiza mediante GPRS.

El esquema de configuración final de la instalación queda estructurado de la siguiente forma:



Esquema 2. Configuración red de baja

8.4.3 Centros de control

Como ya se ha indicado anteriormente existen dos centros de control:

1. Centro de control de las instalaciones del Canal de Montijo en Montijo (ya existente).

2. Centro de Control ubicado en oficinas de la Comunidad de Regantes de Guadiana en Guadiana (ya existente).

Se analiza a continuación las modificaciones a realizar en ellos para integrar las nuevas instalaciones proyectadas.

8.4.3.1 Hardware del centro de control

Los dos centros de control cuentan con todo el hardware necesario. Luego no se incluye ninguna actuación en el presente proyecto.

8.4.3.2 Software control scada

En cada centro de control existe una aplicación que controla las instalaciones existentes y ambos tienen capacidad para soportar ampliaciones para gestionar nuevas instalaciones.

Se proyectan las siguientes modificaciones:

- Centro de control en Montijo de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo. Se modificará el scada existente creando pantallas que integren las nuevas instalaciones:

1. Nueva estación de bombeo. Se añadirá una pantalla para la nueva estación de bombeo que integre:

- Regulación de la estación de bombeo, con arranque y parada y cambio de consignas de los variadores desde el Centro de control
- Control de caudales
- Representación de curvas de tendencia
- Visualización y reconocimiento de alarmas de estado
- Maniobra directa e inmediata (apertura y cierre) sobre las válvulas motorizadas
- Visualización de los valores de los sensores de presión, nivel, etc.
- Estado de sistemas de comunicaciones

2. By-pass. El by-pass se integrará junto a la pantalla existente del depósito elevado, ya que físicamente están en el mismo sitio y su funcionamiento tiene que ser coordinado.

- Control de caudales
- Visualización y reconocimiento de alarmas de estado
- Maniobra directa e inmediata (apertura y cierre) sobre las válvulas motorizadas
- Visualización de los valores de los sensores de presión, nivel, etc.

- Estado de sistemas de comunicaciones
- Centro de control de la Comunidad de Regantes de Guadiana. Se modificará el scada existente incluyendo una nueva pantalla para la lectura de presión de las 36 remotas a instalar. Se incluirán en módulo GIS y se crearán alarmas asociadas a niveles de presión que pueda definir la Comunidad.

8.4.4 Autómatas para el control de la red de alta

Para el control de la Red de Alta en se utilizarán autómatas programables industriales, dando a estos puntos la robustez, capacidad de procesamiento y configuración modular necesarias. El consumo de este tipo de autómatas es más elevado que las remotas de control de la Red de Baja (Tomas), por lo que necesitan alimentación eléctrica.

A continuación, se describen las principales características de estos autómatas:

- PLC estándar de mercado, con carácter modular para permitir posibles ampliaciones futuras.
- Máximo 1024 E/S discretas+256 Analógicas
- Tarjeta SD de Almacenamiento
- Comunicaciones
 - Puerto Ethernet (Modbus TCP), Puerto Modbus (485/422) Enlace serie sin aislar RJ45 modo de caracteres, modo transmisión: asíncrono en banda base, RS232C, modo transmisión: 2 pares trenzados blind. en 0,3...19,2 kbit/s duplex total
 - Enlace serie sin aislar RJ45, maestro/esclavo Modbus, RTU/ASCII, modo transmisión: asíncrono en banda base, RS232C, modo transmisión: 1 par trenzado blindad en 0,3...19,2 kbit/s dúplex med.
 - Porta USB en 12 Mbit/s
 - Ethernet TCP/IP RJ45, modo transmisión: 1 par trenzad en 10/100 Mbit/s
- Memoria
 - RAM interna 4096 kB
 - RAM interna 256 kB datos
 - RAM interna 3584 kB constantes simbolos programa
- Programación según estándar internacional IEC 1131-3.
- Reloj de tiempo real.

- Modo de comunicación pooling y gestión interna de alarmas.
- Puerto auxiliar para conexión directa desde PC.
- Monitorización en tiempo real de entradas/salidas desde PC.
- Tensión de alimentación 24 VDC.
- Sincronización de los relojes internas de los autómatas con la hora del Puesto Central (Servidor).

8.4.5 Pantalla táctil en la red de alta

Con el objeto de operar en el filtrado-bombeo y desde la balsa, a cada autómata programable se le dotará de una pantalla Táctil HMI de 12" para el control local sin necesidad de acceder al SCADA. La pantalla táctil será del tipo:

- TERMINAL 12.1" COLOR SVGA ETHERNET.
- Tamaño de pantalla 12.1 Pulgada
- LCD TFT a color retroiluminada
- 800x600 pixels SVGA
- Tensión de alimentación 24 VDC

8.4.6 Unidades remotas en cabezales de filtrado

El sistema de telecontrol existente será ampliado con 36 remotas inteligente de Radiofrecuencia (RF). El sistema de Telecontrol diseñado, permite consultas inmediatas a una remota de control, envío de mensajes en difusión ancha (broadcast), sincronización de todas las remotas, además permite la posibilidad de establecer múltiples sesiones de comunicación en un solo canal radio que permitan la telecarga de modificaciones en el software de las estaciones remotas, de los parámetros de funcionamiento, incluso supervisar el estado de la estación consultando sus estadísticas de comunicación, estado de E/S, detector de intrusismo, valores de memoria etc. para evitar desplazamientos al sitio de personal.

La Unidad Terminal Remota o nodo de riego será un equipo terminal inteligente con capacidad para el control de hidrantes de riego. Permitirá comunicaciones vía radio en banda UHF 433-451 MHz considerada de uso ICM (Industrial, Científico y Médico) y, por tanto, con licencia cuando nos atenemos a la normativa UN-39 del CNAF (Cuadro Nacional de Asignación de Frecuencias). La Comunidad de Regantes tiene legalizada la licencia en esa frecuencia, pues todo el sistema existente trabaja en 433-451 MHz.

La terminal remota base del sistema será un módulo de control de nodo de riego que permite el control vía radio de 2 solenoides (ampliable a 10), 3 entradas digitales (ampliable a 12), dos

lecturas de presión (analógica) y estará diseñada para conseguir un consumo eléctrico mínimo. La remota tendrá capacidad para actuar con completa autonomía, independientemente que la comunicación esté o no establecida, almacenando datos con fecha y hora y ejecutando programas de riego que tenga programados. Serán totalmente compatibles con las ya existentes para el control de hidrantes.

Las características y capacidades básicas de la terminal remota son:

- Control sobre 2 válvulas pilotadas por solenoide biestable, a dos o tres hilos, común positivo o negativo (ampliable hasta 10).
- Repetición interna de orden: configurable de 0 a 15 veces separada por un tiempo también configurable.
- Detección de fallo de apertura/cierre mediante comprobación de pulsos del contador.
- Cálculo local de caudales a partir de la medida del intervalo de tiempo entre pulsos de contadores.
- Tele-lectura de hasta 3 contadores volumétricos que incorporen emisor de pulsos. Entradas de impulsos de contador por contacto seco, libre de tensión (ampliable hasta 12).
- Frecuencia máxima de cuenta de pulsos con filtrado de rebotes de señal: 2,5 Hz.
- Acumulador de hasta 99999999 de pulsos por contador con aviso de desbordamiento.
- Los valores se conservan en memoria no volátil (no se pierde la cuenta por el cambio de pilas).
- Programas de riego por tiempo y/o volumen para cada toma, con apertura/cierre automática programada.
- Incorpora reloj-calendario de tiempo real RTC y gran capacidad de memoria para almacenamiento local del programa de turnos y/o sectorización.
- Hasta 8 turnos diarios, por cada día de la semana, por válvula; (total de 32 turnos por remota).
- Habilitación y deshabilitación de turnos.
- Incorpora 2 Entradas Analógicas de 16 bits de resolución.
- Precisión de medida de Entrada Analógica del 0,2 %.
- La señal analógica puede ser de tipo 0-20 mA, 4-20mA
- Alimentación para sensores generada internamente en la propia remota, conmutable y programable desde 9 hasta 24V.
- Cada vez que la unidad RemRF-4 realiza la lectura de una medida analógica se activa el elevador de tensión, se conecta la alimentación, se realiza la medida y se vuelve a desconectar para minimizar el consumo.
- Lectura de EA periódica configurable. Se configura la duración de la medida (según el tiempo de estabilización del sensor) y el intervalo entre muestras.

- Las 12 entradas digitales volumétricas pueden funcionar indistintamente como entradas digitales adicionales de uso general. Entradas por contacto libre de potencial (para p.e. detectores de flujo, presostato ó detector de intrusismo).
- Módulo radio-módem diseñado para alta fiabilidad, gran alcance y consumo ultra bajo.
- Memoria no volátil para acumuladores de contadores, registro de eventos, almacenamiento de datos y configuración de la remota.
- Registrador tipo Data Logger con registro en memoria circular no volátil de hasta 554 posiciones.
- Distintos tipos de alimentación soportados por la remota:
 - ✓ Pack de 2 Pilas de 3,6 v de 3 Ah. Duración con una actividad normal de 4-5 años (en el presente proyecto se elige este sistema).
 - ✓ Solar fotovoltaica para puntos concretos: Panel solar 5W regulador y batería recargable (2-18 Ah)
- Datos de Consumo:
 - ✓ Consumo de corriente sin actividad: 1,6 mAH por día
 - ✓ Consumo en modo escucha: 40 μ A
- Rango de Temperatura de Operación: - 20° / +70°C
- Aviso de cambio de pilas con varios meses de antelación, configurable en aplicación SCADA en el Centro de Control.
- Telecarga del firmware desde el centro de control
- Estanqueidad de la envolvente IP65

Los elementos incorporados a la remota encargados de realizar el enlace de comunicación vía radio son los siguientes:

- Radio-modem modulo Base: Este módulo radio está integrado dentro de la caja estanca de la propia remota, y conectado a ésta a través de conexión RS232 ó I2C con la placa CPU de dicha remota
- Antena de RF que será omnidireccional, ya que repite la señal de la remota a la concentradoras, es una antena de radiofrecuencia directiva diseñada para la banda de 440-455 mHz.

Todas las remotas comunican con las concentradora. Esta concentradora, a través del switch industrial, se enlaza con el router 3G-4G VPN, y envía/recibe los datos del Scada del Centro de Control a través del túnel VPN.

8.4.7 Concentradoras

En la instalación actual ya existen 3 concentradoras ubicadas en el interior de la zona regable de la Comunidad de Regantes de Guadiana. Estas 3 unidades concentradoras se encuentran ubicadas en el piso superior del depósito elevado, también denominado puro

Hecho el estudio de coberturas (se recogen en el Epígrafe 10 de este anejo), se concluye que las nuevas 36 remotas se podrán integrar sin problema en la 3 concentradoras ya existentes, por lo que no es necesario proyectar ninguna adicional.

8.4.8 Especificaciones de funcionamiento de las nuevas instalaciones de riego

Desde los centros de control se podrá supervisar y actuar sobre todas las instalaciones de riego.

8.4.8.1 Nueva estación de bombeo y by-pass

Las nuevas bombas tomarán el agua de la misma cántara que alimenta las ya existentes. Se controlará su nivel mediante una sonda de nivel. También hay instaladas en dicha cántara 2 boyas, una de máximo y otra de mínimo que enviarán una alarma en caso de activarse.

Se controlarán los 3 grupos moto-bombas con medidas de temperatura y resistencia de caldeo accionadas con variadores eléctricos mediante señales digitales y comunicación modbus RTU. Se tomará la lectura del transductor de presión de la impulsión y de los detectores de flujo tras cada bomba. Se actuará sobre las cuatro válvulas de corte motorizadas a la salida de bombas.

En el by-pass se actuará en la apertura-cierre de la válvula motorizada que lo habilita y se tomará la lectura del cuadalímetro y de los transductores de presión a instalar. En el nuevo PLC a disponer se integrarán los elementos ya existentes en dicho depósito que son: tres válvulas motorizadas (cabezal tipo Auma), dos sondas de nivel continuo y un caludalímetro de ultrasonidos.

El PLC de la nueva estación de bombeo se instalará en el cuadro de control que se proyecta en dicha estación y se comunicará con el PLC de la estación de bombeo existente.

Es fundamental para el funcionamiento del sistema de bombeo proyectado la comprobación constante del caudal bombeado por las nuevas bombas y las lecturas de los transductores de presión para poder fijar en cada momento el punto de funcionamiento de las bombas y poder mandar las consignas correspondientes a los variadores de frecuencia que comandan las bombas.

En ambos cuadros se instalarán y programarán terminales HMI de 12" para el mando local. A estas pantallas se podrá acceder mediante modem GPRS tanto para visualizar como para operar sobre las consignas.

8.4.8.2 Lectura de presión en los cabezales de filtrado

Mediante un sondeo frecuente de las remotas, programado de manera que mantenga una larga vida útil de las pilas, se tomará lectura de presión aguas arriba y abajo de los cabezales de filtrado para monitorizar la presión en la red de riego. Con esta lectura se podrá saber si se están produciendo unas pérdidas de carga elevadas en algún filtrado por suciedad excesiva, produciéndose alarmas para que la comunidad de regantes pueda actuar.

8.4.9 Estudio y modelado comunicaciones vía radio

El relieve de la Comunidad es muy suave, ideal para la comunicación radio. De hecho, ya tiene un sistema de telecontrol con comunicaciones vía radio funcionando satisfactoriamente. Todas las remotas ya instaladas están comunicadas con tres concentradoras. Cada concentradora admite 128 remotas y en la actualidad ninguna de ellas cubre más de 100 remotas.

Como las nuevas remotas quedan dentro de la zona regable, entre el resto de las ya existentes, no habrá ningún problema en que las tres concentradoras existentes den cobertura a las 36 nuevas remotas (ni por capacidad ni por comunicaciones).

En el caso que nos ocupa, las 36 unidades remotas a controlar se encuentran distribuidas por una superficie que no supera los 14 kilómetros de extremo a extremo. Entre el depósito elevado, donde se encuentran las unidades concentradoras y la unidad remota más alejada, situada en el extremo oeste existen 5,9 km. Se trata de una distancia grande, pero las características de los radios de los equipos garantizan la comunicación siempre que la orografía sea llana y sin obstáculos

En el "Anejo nº 8: Automatización y telecontrol" se han analizado las comunicaciones vía radio en detalle con estudio de coberturas y de radioenlaces entre la unidad concentradora y todas las unidades remotas ubicadas. Se comprueba que los niveles de señal son excelentes.

8.4.10 Elementos del automatización y telecontrol

A continuación, se enumeran las unidades de obra a ejecutar para llevar a cabo el sistema de telecontrol y automatización proyectado.

1. Actuaciones a realizar en el centro de control en la sede de la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo.

En este centro de control se adecuará el software existente para dar cabida en el scada a las nuevas instalaciones. Las unidades contempladas son:

Tabla 16. Tabla de unidades de obra

Unidad de Obra	Unidades
Adecuación scada centro control Canal Montijo	1

2. Elementos para automatización de la nueva estación de bombeo.

En la nueva estación de bombeo existirán una serie de elementos que hay que automatizar y telecontrolar. El principal elemento es el armario que alojará el PLC y el panel táctil de control. Este PLC contendrá el software de control del bombeo. Se incluye un transductor de presión, fluostatos, boyas de nivel, sondas de nivel, switch de fibra óptica y pantalla HMI programada.

Tabla 17. Tabla de unidades de obra (II)

Unidad de Obra	Unidades
PLC para nueva estación de bombeo. Instalado y programado	1
HMI 12" TFT estación bombeo. Instalada y programada	1
Puesta en marcha de la nueva estación de bombeo	1
Switch ethernet - fibra optica instalado	1
Sonda Piezorresistiva 0-20 mA 1 a 10 mca	1
Boya de nivel de máximo-mínimo para llenado de balsa	2
Transmisor de presión instalado	1
Flujostato en impulsión instalado	3

3. Elementos para automatización del depósito elevado y del by-pass.

En el by-pass existirán una serie de elementos que hay que automatizar y telecontrolar. El principal elemento es el armario que alojará el PLC y el panel táctil de control. Este PLC contendrá el software de control del by-pass y comunicación con el nuevo bombeo. Se incluye dos transductores de presión y un caudalímetro.

Tabla 18. Tabla de unidades de obra (III)

Unidad de Obra	Unidades
PLC para depósito elevado-bypass. Instalado y programado	1
HMI 12" TFT bypass. Instalada y programada	1
Puesta en marcha de depósito elevado-bypass	1
Transmisor de presión instalado	2

4. Actuaciones a realizar en el centro de control en la sede de la Comunidad de Regantes del Guadiana.

En este centro de control se adecuará el software existente para dar cabida en el scada a las nuevas instalaciones. Las unidades contempladas son:

Tabla 19. Tabla de unidades de obra (IV)

Unidad de Obra	Unidades
Adecuación scada de control de C.R Guadiana	1

5. Elementos para el control de presiones en cabezales de filtrado.

Se añaden 36 nuevas remotas a la instalación ya existente y dos transductores de presión a cada remota.

Tabla 20. Tabla de unidades de obra (V)

Unidad de Obra	Unidades
Terminal remota vía radio para lectura de presión	36
Transmisor de presión instalado	72

8.5 INTEGRACIÓN DEL PROYECTO EN EL PRTR

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

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

En los anejos 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.

El proyecto de “*Modernización integral e implantación de nuevas tecnologías en la zona regable de la Comunidad de Regantes del Guadiana (Badajoz)*” cumple el principio DNSH, tal como se justifica en el Cuestionario de autoevaluación que se recoge en el Anejo 18 “Información y documentación relacionada con el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia”. Para ello, incluye una selección de 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.

Teniendo en cuenta las características técnicas del proyecto “Modernización integral e implantación de nuevas tecnologías en la zona regable de la Comunidad de Regantes del Guadiana (Badajoz)” se ha contemplado la aplicación de las siguientes mejoras ambientales de las enumeradas anteriormente, que se recogen de forma detallada en el Anejo 17 “Documento Ambiental”:

Acciones de divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas. El proyecto incorpora, dentro del documento ambiental, acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrícolas, dirigidas a los miembros de la comunidad de usuarios del agua beneficiarios de las obras. Estas acciones se desarrollarán antes de hacerles entrega de la obra. Se trata de una medida preventiva a desarrollar durante la fase de ejecución del proyecto. **Los contenidos de los cursos se incluyen en el documento ambiental del proyecto en el apartado correspondiente al Plan de Vigilancia Ambiental en la fase de ejecución.** Para la definición de los contenidos a impartir se han seguido los criterios incluidos la Directriz científico-técnica *Programa de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias (BPA)*, Directriz nº5, elaborada por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

El curso general se inicia con una introducción sobre el Plan, la aplicación del principio DNSH en el marco del Plan y una visión general de las medidas descritas en las directrices 1-4, elaborada a partir de los cursos específicos, 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
- vi) Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas

El curso específico corresponde a la directriz 3-4: *Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios de regadíos* con los siguientes contenidos principales:

- i) Introducción: Recapitulación del módulo 7 del curso general de contenidos comunes, metodología y técnicas para la diversificación del paisaje rural
- ii) Normativa vigente.
- iii) Infraestructura verde. Soluciones basadas en la naturaleza. Renaturalización.
- iv) Implementación de barreras vegetales: localización, diseño, ejecución y mantenimiento.
- v) Implementación de acciones para la conservación de fauna en los paisajes de regadío.
- vi) Casos prácticos a realizar

Ejecución de estructuras vegetales de conservación y medidas para mitigar daños a la

fauna.: Para determinar el tipo de medidas a aplicar en la zona a modernizar se han tenido en cuenta los criterios técnicos establecidos en las Directrices científico-técnicas para la ejecución y mantenimiento de estructuras vegetales de conservación y en las Directrices científico-técnicas de diseño, gestión y mantenimiento de medidas para mitigar daños a la fauna en las balsas de riego e infraestructuras asociadas, así como otras medidas complementarias para mejorar la habitabilidad para la fauna (Directrices nº 3 y nº 4), elaboradas por el CSIC. En el Plan de Vigilancia Ambiental que se incluye en el documento ambiental del proyecto, se recogen las acciones de seguimiento establecidas para el mantenimiento de estas medidas.

Concretamente, dadas las características de la zona de actuación, y teniendo en cuenta la tipología del proyecto se han aplicado las medidas que se detallan a continuación.

- Plantación de estructuras vegetales en alineación.

En primer lugar, se ha examinado la pantalla vegetal existente en el perímetro de la

estación elevadora y la planta fotovoltaica, habiendo detectado que no se encuentra en las mejores condiciones posibles, por lo que será necesario completarla con especies que atraigan polinizadores y enemigos naturales.



Figura 24 . *Vegetación existente*

Con la intención de conectar las dos zonas de actuación (estación de bombeo y torre elevadora), se creará una estructura vegetal lineal entre la carretera y las parcelas de cultivo que se encuentran atravesadas por las instalaciones, buscando mejorar el control de la escorrentía y la conectividad hidrológica, a la vez que se aumenta la biodiversidad y se conecta ecológicamente las zonas revegetadas.

Las estructuras vegetales en alineación serán las siguientes:

Arbustos perennes en alineación (con 2 líneas de plantación): Arbustos perennes en alineación: consistirá en la plantación de arbustos en doble línea al tresbolillo, de tal forma que su presencia futura de estas estructuras de vegetación no dificulte la gestión de la actividad agrícola. Las especies a implantar serán lentisco (*Pistacia lentiscus*) y romero (*Salvia rosmarinus*).

Plantación

Los arbustos se dispondrán en marco a tresbolillo con una distancia de 1,5 x 2 m para el lentisco y de 1,5 x 1 m para el romero. La superficie a plantar será una franja de 300 metros de longitud por 3 metros de anchura (900 m²). Por tanto, el número de plantas necesarias para su implantación son las siguientes:

Tabla 21. Número de plantas necesarias en alineación

Especie	Superficie	Densidad	Nº de plantas
Lentisco	900	2,60 m ² /planta	346
Romero	900	1,30 m ² /planta	692

- Estructuras vegetales areales.

Junto al depósito elevado se creará una estructura vegetal formando una especie de bosque en superficie, ya que la vegetación natural de la zona ha quedado muy reducida. Con ello, se favorecerá la presencia de polinizadores y enemigos naturales, aumentando la diversidad de invertebrados y constituyendo un refugio de fauna auxiliar para los cultivos. Además, representará una fuente de cobijo y alimento para multitud de especies animales que habitan la zona, especialmente la avifauna representativa de la IBA que engloba la ubicación del proyecto.

Plantación

Para esta actuación se escogerán especies arbustivas de diferente porte que atraigan polinizadores y enemigos naturales. Las especies a implantar serán lentisco (*Pistacia lentiscus*) y Romero (*Salvia rosmarinus*)



Figura 25. Vegetación junto al depósito elevado

Al ser una superficie ovalada, los arbustos se dispondrán en hileras concéntricas con marco a tresbolillo con una distancia de 1,5 x 2 m para el lentisco y 1,5 x 1 m para el romero. Se dejarán vacíos los espacios correspondientes a los accesos a la puerta del depósito elevado y las demás instalaciones preexistentes y proyectadas para asegurar su correcto mantenimiento. La superficie a plantar será unos 250 m². Por tanto, el número de plantas necesarias para su implantación son las siguientes:

Tabla 22. Número de plantas necesarias reales

Especie	Superficie	Densidad	Nº de plantas
Lentisco	250	2,60 m ² /planta	96
Romero	250	1,30 m ² /planta	192

- Incremento de la disponibilidad de espacios para nidificación de las aves.

Se instalarán cajas nido para aves y refugios para murciélagos, tanto en la estación elevadora como en la torre de elevación. Con esta actuación se quieren 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.

Los nidos se instalarán en las paredes de los edificios existentes para las instalaciones de riego, siendo específicos para las siguientes especies de la zona:

- Vencejo común (*Apus apus*)
- Golondrina común (*Hirundo rustica*)
- Avión Común (*Delinchon urbicum*)
- Murciélago (varias especies)



Figura 26. Caja nido para vencejos



Figura 27. Caja nido para murciélagos

Medidas adoptadas para la mejora de la eficiencia energética. actualmente la energía necesaria para bombear un metro cúbico de agua es $0,3736 \text{ kWh/m}^3$ y tras la actuación pasará a ser $0,3406 \text{ kWh/m}^3$, por lo que el ahorro medio será de $0,0329 \text{ kWh/m}^3$.

8.6 ESTUDIO ESPECÍFICO DE ACCIONES SÍSMICAS

Las acciones sísmicas tienen afección al cálculo de la nave de bombeo.

Las cargas para las que han sido calculadas las estructuras se desprenden del Documento Básico SE-AE: Seguridad Estructural. Acciones en la edificación del Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006, de 17 de marzo), no siendo de aplicación la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación NCSR-02 (RD 997/2002, de 27 de septiembre), en cumplimiento del artículo 1.2.3. al tratarse de una construcción de importancia moderada, ya que la probabilidad de que su destrucción por el terremoto pueda ocasionar víctimas es despreciable y/o interrumpir un servicio primario. Además, hay que tener en cuenta que la única edificación proyectada, estación de bombeo, responde a una tipología estructural simple, sin entreplantas y con pequeña altura.

9 AHORRO DE ENERGÍA

En base a esta adaptación de la presión de bombeo a la demanda real que exista en cada fase de la campaña de riego, se obtendrá un importante ahorro energético.

La campaña de riego tiende a alargarse mucho comenzando algunos años en marzo y llegando hasta principios de noviembre.

Al comienzo de la campaña se empezará bombeando con una presión de 60 mca para ir subiéndola progresivamente, hasta que el caudal suministrado por las nuevas bombas no sea suficiente para abastecer la demanda y entren en funcionamiento las bombas existentes. En el periodo punta de la campaña de riego se podrá bajar la potencia durante la noche pues el consumo desciende también. Para el mes de Julio no se considera bajar la presión de 80 mca, aunque tal vez se pudiera en horas y días concretos.

El ahorro energético se estimará de forma proporcional a la disminución de la altura de bombeo que se produce con las nuevas bombas frente a los 80 mca de altura de bombeo fijo actual, lo cual equivale a suponer que las bombas actuales y las futuras tienen el mismo rendimiento. Se podría haber considerado el ahorro energético que se produce por usar las bombas nuevas frente a las antiguas, por los mejores rendimientos que aportan las nuevas bombas, pero se ha preferido no hacerlo pues no se conocen los rendimientos reales de las bombas existentes y, de este modo, la estimación realizada queda del lado de la seguridad.

Para cada mes se fijará una altura de bombeo en función de las necesidades de agua (proporcional al consumo de energía) y se recoge en la siguiente tabla:

Tabla 23. Altura de bombeo para cada mes

MES	CONSUMO ACTUAL (kWh)	ALTURA DE BOMBEO FUTURA (mca)
ENERO	11.150	Sin riego
FEBRERO	9.603	Sin riego
MARZO	25.574	60 mca
ABRIL	133.699	60 mca
MAYO	366.531	63 mca (se toma 60 mca los primeros 10 días del mes y el resto del mes 70 mca)
JUNIO	735.356	80 mca menos 8 horas al día que se bombeo a 70 mca
JULIO	1.015.015	80 mca todo el mes
AGOSTO	951.703	80 mca menos 8 horas al día que se bombeo a 70 mca
SEPTIEMBRE	498.607	63 mca (se toma 60 mca los últimos 10 días del mes y el resto del mes 70 mca)
OCTUBRE	207.453	60
NOVIEMBRE	36.235	60
DICIEMBRE	15.367	Sin riego
TOTAL	4.006.295	3.653.125

Detrayendo del consumo actual (media de los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020), el ahorro de energía conseguido por la disminución de la altura de bombeo sería:

Tabla 24. Cálculo de ahorro de energía

MES	CONSUMO ACTUAL (kWh)	AHORRO ENERGIA (kWh)	CONSUMO FUTURO (kWh)
ENERO	11.150	0	11.150
FEBRERO	9.603	0	9.603
MARZO	25.574	6.394	19.181
ABRIL	133.699	33.425	100.274
MAYO	366.531	77.888	288.643
JUNIO	735.356	29.319	706.037
JULIO	1.015.015	0	1.015.015
AGOSTO	951.703	39.268	912.436
SEPTIEMBRE	498.607	105.954	392.653
OCTUBRE	207.453	51.863	155.590
NOVIEMBRE	36.235	9.059	27.177
DICIEMBRE	15.367	0	15.367
TOTAL	4.006.295	353.170	3.653.125

El ahorro de 353.170 kWh/año frente a los 4.006.295 kWh/año de consumo actual suponen un 8,82 % de ahorro de energía.

Tomando como base los datos del documento *Factores de emisión. Registro de huella de*

carbón, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono publicado en julio de 2022 por el MITERD y la Oficina Española de Cambio Climático, los factores de emisión a aplicar y los cálculos correspondientes son los siguientes:

Tabla 25. estimación de la reducción de las emisiones de CO₂ equivalente

COMPAÑÍA	AHORRO ENERGÍA (kWh/año)	FACTOR MIX (kgCO ₂ e/kWh/año)	AHORRO EMISIONES (kgCO ₂ e/año)
ENDESA	353.170	0,258	91.117,86

Por tanto, con la actuación proyectada se conseguirá una reducción de las emisiones de **91.117,86 kg CO₂e/año**.

El consumo de agua medio de la Comunidad de Regantes de Guadiana es de 10.724.850 m³/año (consumo medio de las campañas 2018, 2019 y 2020 facilitado por la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo). Partiendo del consumo de energía medio actual anteriormente indicado (4.006.295 kWh/año), se obtiene que para bombear un metro cúbico de agua son necesarios 0,3736 kWh/m³.

Tras la actuación de mejora el consumo de energía pasará a ser de 3.653.125 kWh/año. Si consideramos el mismo consumo de agua actual (10.724.850 m³/año) se obtiene que para bombear un metro cúbico de agua son necesarios 0,3406 kWh/m³. Por tanto, el ahorro medio obtenido será de 0,0329 kWh/m³ (que equivale al 8,82 % de ahorro).

El ahorro energético obtenido implicará una disminución de los costes energéticos de la Comunidad de Regantes. El término de potencia no cambiará ya que no se tiene que contratar más potencia para el nuevo bombeo (pues funcionará cuando no funciona el existente) ni se puede reducir la potencia actualmente contratada (en máxima demanda el bombeo existente funcionará igual que antes de la actuación). Por tanto, el ahorro se producirá directamente por la disminución del consumo de energía (kWh).

La Comunidad de Regantes tiene un consumo discriminado en seis periodos tarifarios y al ser un riego a la demanda, el consumo se distribuye más o menos uniformemente a lo largo de dichos periodos. Los precios medios de actuales de la energía pagados son muy variables, pues la comunidad tiene un contrato indexado por lo que el precio del kWh cambia todos los días y en la factura aparecen precios medios mensuales. Para estimar los ahorros en costes energéticos actuales y futuros se puede tomar un precio de 0,15 €/kWh más IVA (0,1815 €/kWh). Con este precio del kWh, el ahorro previsto de 353.170 kWh/año implicará un ahorro económico de 64.100,36 €/año.

10 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

10.1 MARCO NORMATIVO

La redacción, tramitación, contratación y ejecución de las obras a las que se refiere el presente proyecto, se realiza al amparo y de conformidad con lo establecido en las siguientes disposiciones jurídicas y normativas:

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por el 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
- Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público (BOE nº 118 del 15 de mayo de 2009). Revisión vigente desde 23 de marzo de 2011.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre por el que se aprueba el Reglamento General de Contratos de las Administraciones Públicas (BOE nº 257 del 26 de octubre de 2001), en cuanto no se oponga a la Ley 30/2007. Revisión vigente desde el 5 de noviembre de 2015.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre. Revisión vigente desde 7 de diciembre de 2019.
- 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.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE nº 74 del 28 de marzo de 2006). Revisión vigente desde 28 de diciembre de 2019.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08: (BOE nº 203 del 22 de agosto de 2008). Revisión vigente desde 1 de diciembre de 2008. Aunque esté derogada la EHE (Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural EHE-08, por el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, todavía es de aplicación a proyectos cuya orden de redacción, se hubiese efectuado con anterioridad a su entrada en vigor, según Disposición transitoria única Aplicación a proyectos y obras: “Lo dispuesto en este Real decreto no será de aplicación a los proyectos cuya orden de redacción o de estudio, en el ámbito de las Administraciones públicas, o encargo, en otros

casos, se hubiese efectuado con anterioridad a su entrada en vigor, ni a las obras de ellos derivadas, siempre que estas se inicien en un plazo no superior a un año para las obras de edificación, ni de tres años para las de ingeniería civil, desde dicha entrada en vigor, salvo que por el correspondiente órgano competente, o en su caso por el promotor, se acordase acomodar el proyecto al contenido del Código estructural”

- Orden de 28 de julio de 1974 por la que se aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimientos de agua y se crea una Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Agua y de Saneamiento de Poblaciones (BOE nº 236 del 2 de octubre de 1974 y BOE nº 237 del 3 de octubre de 1974).
- 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 de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG-3L>75): (BOE nº 162 del 7 de julio de 1976).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (BOE nº 224 del 18 de septiembre de 2002). Revisión vigente desde 1 de julio de 2021.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC LAT 01 a 09 (BOE nº 68 del 19 de marzo de 2008). Revisión vigente desde 1 de julio de 2020.
- 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. Revisión vigente desde 1 de julio de 2020.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269 del 10 de noviembre de 1995). Revisión vigente desde 1 de enero de 2015.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE nº 256 del 25 de octubre de 1997). Revisión vigente desde 24 de marzo de 2010.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE nº 296 del 11 de diciembre de 2013). Revisión vigente desde 1 de enero de 2021.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (BOE nº 85 de 9 de abril de 2022).

- 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 nº 38 del 13 de febrero de 2008).
- Orden ARM 1312/2009 de 20 de mayo, por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo (BOE nº 128 del 27 de mayo de 2009).
- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 155 del 29 de junio de 1985). Revisión vigente desde 13 de octubre de 2021
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (BOE nº 176 del 24 de julio de 2001). Revisión vigente desde 16 de septiembre de 2021.
- 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. Revisión vigente desde 15 de abril de 2021.
- Real Decreto 1/2016, de 8 de marzo, 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.
- 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.

AUTONÓMICAS

- 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

LOCALES

- Plan General Municipal de Gadiana del Caudillo (Revisión 2015)

Y demás normativa complementaria y resto de normas legislativas e instrucciones técnicas específicas actualmente vigentes.

10.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Al encontrarse la actuación prevista dentro los supuestos incluidos en artículo 4, apartado 1, del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se ha redactado un Estudio de Seguridad y Salud que se incluye como Separata N° 1 «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.

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material del Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto a la cantidad de QUINCE MIL DOSCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS (15.263,99 €).

10.3 TRAMITACIÓN AMBIENTAL

La viabilidad del proyecto se fundamenta en la implantación de mejoras para la eficiencia energética y nuevas tecnologías que permitan el uso racional y eficiente del agua, disminuyendo la demanda energética de las instalaciones de riego, que al mismo tiempo redundará directamente en la sostenibilidad del regadío tanto desde el punto de vista ambiental (reducción de consumo de energía y de emisión de CO₂) como del económico (por bajar los costes de explotación).

Dado que este proyecto está integrado dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) de España, actúa en este caso como órgano sustantivo el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, por lo que resulta necesario analizar las actuaciones desde el punto de vista de la ley estatal.

En este sentido, se comprueba que las actuaciones del proyecto no se encuentran incluidas en

ninguno de los supuestos de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre de evaluación ambiental, por tanto, no se considera que esté sometido el sometimiento a un procedimiento de evaluación de impacto ambiental bajo los instrumentos recogidos en dicha Ley.

Sin embargo, se ha elaborado el documento ambiental que constituye el Anejo 17 del presente proyecto como instrumento para justificar la compatibilidad del proyecto con los objetivos ambientales de los factores con los que interactúa. Del mismo modo, se hace necesario este documento para fundamentar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España en el que se encuentra incluido el proyecto.

Este documento ha servido para identificar los factores ambientales que se relacionan con la ejecución y la 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.

El documento incluye asimismo 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.

Por todo ello, se considera que la ejecución y posterior explotación del *Proyecto de modernización integral e implantación de nuevas tecnologías en la zona regable de la comunidad de regantes de Guadiana (Badajoz)*, es compatible con la conservación de todos los factores ambientales analizados y contribuye sustancialmente a la mitigación de los efectos del cambio climático.

10.4 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.

10.5 OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS: EXPROPIACIONES

Tal como se explica en el Anejo Nº 11 «Expropiaciones y servidumbres», para la ejecución del presente proyecto no es necesaria la expropiación de ninguna superficie pues todas las actuaciones se realizarán en parcelas que son de Confederación Hidrográfica de la Guadiana (en el caso de la nueva estación de bombeo y by-pass) y de la Comunidad de Regantes de

Guadiana, donde la instalación de los filtros hidrociclónicos y el telecontrol se realiza sobre instalaciones de su propiedad ya existentes.

Del mismo modo, no se impondrá ninguna servidumbre nueva.

La nueva nave de bombeo y el by-pass se proyectan sobre las siguientes parcelas catastrales, las cuales son propiedad de la Confederación Hidrográfica del Guadiana:

Tabla 26. Parcelas catastrales

MUNICIPIO	POLÍGONO	PARCELA	REFERENCIA CATASTRAL	SUPERFICIE
Guadiana (Badajoz)	771	9125	06165A771091250000WR	91.360 M2
Guadiana (Badajoz)	771	9143	06165A771091430000WB	22.499 M2

La parcela 9125 posiblemente solo se vea afectada con alguna excavación si fuera necesaria para conectar la tubería procedente de la nueva estación de bombeo con la tubería de impulsión existente.

Todas las instalaciones que se encuentran en estas parcelas y sobre las que se actúan son gestionadas y explotadas por la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo y por la Comunidad de Regantes de Guadiana en base a la Encomienda de Gestión que tienen otorgada por la Confederación Hidrográfica del Guadiana durante 75 años. A dicho Organismo se ha solicitado la autorización para realizar dichas actuaciones.

10.6 SERVICIOS AFECTADOS, REPOSICIONES, PERMISOS Y LICENCIAS

En el Anejo N°12 «Servicios afectados, reposiciones, permisos y licencias» se recogen y valoran las afecciones producidas y los permisos solicitados. Como ya se ha expuesto en otros documentos del presente proyecto todas las actuaciones se desarrollan en parcelas que son de Confederación Hidrográfica de la Guadiana (en el caso de la nueva estación de bombeo y by-pass) y de la Comunidad de Regantes de Guadiana, donde la instalación de los filtros hidrociclónicos y el telecontrol se realiza sobre instalaciones de su propiedad ya existentes.

Por tanto, no se consideran servicios afectados, sino como reposiciones y sólo se ha solicitado permiso a la CHG.

La tipología de las actuaciones y su ubicación hace que no se produzcan afecciones a servicios externos como tales. Con la ejecución de las obras si será necesario realizar alguna reposición

de instalaciones actuales. Sin embargo, por sus características no se crea un capítulo de reposiciones específico, si no que se incluyen dentro de los distintos capítulos del presupuesto, pues en realidad son parte de la obra a ejecutar. Las reposiciones a realizar serán las siguientes:

- Demolición de cántara o foso de aspiración de las bombas.- Las bombas existentes aspiran de una cántara que se alimenta del Canal de Montijo. A esta misma cántara se conectará la tubería que pondrá en carga las nuevas bombas. Para ello se demolerá todo el lateral perpendicular a la nueva estación de bombeo (2,5 m de longitud, 4,5 m de profundidad y 0,4 m de espesor) y una parte del lateral paralelo a la nueva estación de bombeo (2,0 m de longitud, 4,5 m de profundidad y 0,4 m de espesor). Dentro del capítulo de nueva estación de bombeo se incluye un subcapítulo para la conexión de dicha cántara con el foso de bombas, valorándose la citada demolición y su reconstrucción. Se localiza en la parcela catastral 9143 polígono 771 de Confederación Hidrográfica de la Guadiana (CHG).
- Asfaltado en estación de bombeo existente.- La zona donde se ubica la nueva estación de bombeo es una zona asfaltada. Se tendrá que eliminar el asfalto existente y reponerlo al finalizar la obras. Dentro del capítulo de nueva estación de bombeo se incluye un subcapítulo para la urbanización. Se localiza en la parcela catastral 9143 polígono 771 de CHG.
- Vallado perimetral de la estación de bombeo existente.- Todo el perímetro de la estación de bombeo actual tiene un cerramiento perimetral a base de un murete de hormigón armado sobre el que se ubica una valla de reja metálica. Se tendrá que desmontar la reja metálica y demoler el murete en una longitud de 30 m. Posteriormente se construirá un nuevo murete de bloque split sobre zuncho de hormigón armado y se volverá a colocar la reja retirada.
- Fibra óptica.- Donde se ejecuta la nueva estación de bombeo discurre el tendido de fibra óptica que conecta la estación de bombeo existente con el Canal de Montijo. Como la nueva estación de bombeo también hay que integrarla en la red de fibra óptica se repondrá la existente junto a la nueva y se recoge en el subcapítulo de instalaciones eléctricas. Se localiza en la parcela catastral 9143 polígono 771 de CHG.
- Asfaltado de camino junto a by-pass.- La obra de conexión a la tubería de 900 mm afectará a 20 m² de asfalto que se recogen expresamente. También, la excavación de la arqueta del caudalímetro y la arqueta de la válvula de corte, afectará a 5 m² y 7 m² de asfalto respectivamente. Se localiza en la parcela catastral 9143 polígono 771 de CHG.
- Control de presión en filtros.- Se ejecuta sobre los filtros existentes de la propia Comunidad de Regantes.
- Filtros hidrociclónicos multihelice.- Se ejecutan sobre tuberías de la propia Comunidad de Regantes y en la zona de servidumbre de las tuberías.

Todas las instalaciones que se encuentran en estas parcelas y sobre las que se actúan son gestionadas y explotadas por la Comunidad General de Regantes del Canal de Montijo y por la Comunidad de Regantes de Gadiana en base a la Encomienda de Gestión que tienen otorgada por la Confederación Hidrográfica del Guadiana durante 75 años.

El día 8 de febrero de 2022 se presentó por registro telemático el proyecto básico o anteproyecto ante la CHG solicitando su autorización. El día 10 de mayo de 2022 se registró un plano modificando la ubicación de la nueva estación de bombeo dentro de las parcelas de la CHG. En el Apéndice 1 se adjuntan la documentación presentada con sus registros de las parcelas de la CHG.

También se ha tramitado la autorización referente a afecciones arqueológicas, lo cual se recoge en el “Anejo nº 3: Estudio arqueológico”.

10.7 GESTIÓN DE RESIDUOS

En el Anejo Nº 13 «Gestión de residuos» se recogen todos los aspectos relacionados con la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición que afectan a la obra de acuerdo con el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regulan los mismos. En el estudio se ha realizado una identificación de los residuos a generar, una estimación de la cantidad de los residuos (tanto en peso como en volumen) que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y que habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte del Constructor. En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

Independientemente de si la cantidad de residuos estimada alcanza o no el límite establecido en el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008 para la separación en obra de los residuos, se dispondrá en una zona de la obra una zona de acopio, chatarras y otros residuos; se almacenarán los residuos de manera diferenciada para evitar su mezcla y facilitar así su reutilización, valoración y eliminación posterior.

La valoración de la gestión de residuos de construcción forma parte del presupuesto del presente proyecto en un capítulo independiente (Capítulo 6 «Gestión de residuos»).

Los costes de carga y transportes de residuos generados hasta la zona de acopio habilitada en la actual estación de bombeo forman parte del presupuesto de la obra, presupuestándose en distintos capítulos del mismo.

En el capítulo 6 «Gestión de residuos» se valora el coste en gestor autorizado de los residuos

anteriormente estimados, valorando su transporte y el canon de gestión, según su tipología.

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material de la Gestión de Residuos del Proyecto a la cantidad de TRES MIL CUARENTA Y UN EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS (3.041,95€).

10.8 CLASIFICACION DEL CONTRATISTA Y FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

La Clasificación del Contratista que ha de exigirse en la licitación de las obras definidas en el presente Proyecto, queda definida en cumplimiento de lo previsto en:

- 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.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001.

Conforme al Artículo 11. Determinación de los criterios de selección de las empresas, del Real Decreto 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.

En el Artículo 25 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, Real Decreto 1098/2001, se establecen los grupos y subgrupos a considerar para la clasificación de los contratistas. El Artículo 26 del Real Decreto 773/2015, modifica el artículo 26 del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, reajustando los umbrales de las distintas categorías, que pasan a denominarse mediante números crecientes.

Por tanto, se exigirá a la empresa adjudicataria de las obras, que como mínimo esté clasificada dentro de los siguientes grupos y subgrupos, y categorías:

Grupo E: Hidráulicas.

Subgrupo 7. Obras Hidráulicas sin cualificación específica, con código en relación a la categoría 4. **E-7-4.**

En el presente proyecto no existe revisión de precios.

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

Se considera un plazo para la ejecución de las obras de NUEVE (9) MESES.

Atendiendo en lo que se dispone en la Ley 9/2017, de 8 de Noviembre de Contratos del Sector Público, en el Anejo N° 9 «Programa de ejecución de obras», se ha establecido un plan de obra o programa de trabajos a seguir en la ejecución de las diferentes obras e instalaciones de que consta el proyecto. La programación se realiza sobre un diagrama de barras (diagrama de Gantt), estudiando las unidades de obra que se puedan ejecutar alternativamente o secuencialmente.

El periodo de garantía de las obras se establece en veinticuatro (24) meses.

10.10 PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

Tanto para la recepción y control de los materiales, como de la ejecución de las diferentes unidades de obra, se deben efectuar los correspondientes ensayos durante las obras, que figuran en el Anejo N° 14 «Programa control de calidad».

A partir de las mediciones correspondientes a las unidades de obra fundamentales del proyecto, y atendiendo a las especificaciones al respecto del Pliego de Prescripciones Técnicas, se ha calculado el número de ensayos a prever en cada una de las unidades de obra seleccionadas en el proceso de autocontrol y el correspondiente a los ensayos de contraste a iniciativa del Director de Obras.

El importe para el control de calidad de contraste de las obras no supera el 1% del presupuesto de las obras, por lo que será asumido por el contratista. El importe de los ensayos de autocontrol será asumido por el contratista.

10.11 MANIFESTACIÓN DE OBRA COMPLETA

El presente proyecto comprende una obra completa en el sentido exigido por la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014. Por consiguiente, esta obra es susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto y comprenderá todos y cada uno de los elementos que sean precisos para la utilización de la obra.

11 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA.

❖ MEMORIA

❖ ANEJOS A LA MEMORIA:

- Anejo 1.- Características de la obra. Ficha técnica.
- Anejo 2.- Datos del levantamiento topográfico. Replanteo.
- Anejo 3.- Estudio arqueológico.
- Anejo 4.- Estudio de alternativas. Justificación de la solución adoptada.
- Anejo 5.- Estudio geotécnico.
- Anejo 6.- Cálculos hidráulicos y de bombeo.
- Anejo 7.- Cálculo de estructuras.
- Anejo 8.- Automatización y telecontrol.
- Anejo 9.- Programa de ejecución de obras.
- Anejo 10.- Justificación de precios.
- Anejo 11.- Expropiaciones y servidumbres.
- Anejo 12.- Servicios afectados, reposiciones, permisos y licencias.
- Anejo 13.- Gestión de residuos.
- Anejo 14.- Programa de control de calidad.
- Anejo 15.- Puesta en marcha de las instalaciones.
- Anejo 16.- Estudio de viabilidad económica.
- Anejo 17.- Documento ambiental.
- Anejo 18.- Información y documentación relacionada con el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 5: SEPARATA Nº 1: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTO Nº 6: SEPARATA Nº 2: INSTALACIÓN ELECTRICA DE BAJA TENSIÓN

12 PRESUPUESTO

Se recoge en el Documento nº 4 las mediciones auxiliares y generales, el cuadro de precios nº 1 (precios de las unidades de obra), el cuadro de precios nº 2 (precios descompuestos), los presupuestos parciales y el resumen general del presupuesto.

Para configurar las unidades de obra del proyecto, mayoritariamente se han utilizado los precios unitarios de la tarifa vigente de la Empresa de Transformación Agraria S.A. (TRAGSA), es decir, los precios de la Tarifa TRAGSA 2022.

Asimismo, se han confeccionado aquellas unidades de obra no existentes en la Tarifa TRAGSA 2022 a partir de precios simples de dichas tarifas, incluyendo los nuevos costes a añadir en la unidad creada a partir de tarifas del mercado actuales suministradas por los fabricantes correspondientes.

En el Anejo nº 10 “Justificación de precios” se determinan los precios unitarios de ejecución material de las diferentes unidades de obra del proyecto a partir de los costes horarios la mano de obra y de la maquinaria, y del coste de los materiales a pie de obra.

Las mediciones de las unidades de obra se han realizado sobre el terreno y reflejado en los planos que figuran en el presente proyecto.

Aplicando los precios a las mediciones de obra correspondientes, se obtiene el Presupuesto resumido a continuación:

Tabla 27. Resumen presupuesto

	CAPITULO	IMPORTE (€)
1	NUEVA ESTACION DE BOMBEO	575.297,09
1.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	21.417,67
1.2	OBRA CIVIL	110.494,76
1.3	BOMBAS, VALVULERÍA Y CALDERERÍA	213.905,24
1.4	CONEXIÓN CÁNTARA-NUEVO BOMBEO	2.956,01
1.5	CONEXION BOMBEO- IMPULSION	80.049,19
1.6	INSTALACION ELECTRICA BT	143.801,47
1.7	URBANIZACIÓN Y REPOSICIONES	2.672,75
2	BY-PASS	140.332,42
2.1	CALDERERIA, TUBERÍA Y VALVULERIA	104.414,73
2.2	ARQUETAS	10.526,84
2.3	OBRAS DE CONEXIONES	21.686,82
2.4	INSTALACION BAJA TENSION	3.012,45
2.5	SERVICIOS AFECTADOS	691,58
3	ACTUACIONES EN FILTRADOS	159.776,07
3.1	FILTROS Y CALDERERIA	117.917,42
3.2	OBRAS DE CONEXION	10.827,19
3.3	ARQUETAS	26.536,00
3.4	VALLADO	3.325,46
3.5	DESAGÜE ARQUETAS	1.170,00
4	AUTOMATIZACION Y TELECONTROL	90.642,48
4.1	AUTOMATIZACION BOMBEO	39.019,72
4.2	AMPLIACION REMOTAS TELECONTROL	51.622,76
5	PUESTA EN MARCHA INST. ELÉCTRICA BT	941,40
6	SEGURIDAD Y SALUD	15.263,99
6.1	SEÑALIZACIÓN	1.224,02
6.2	PROTECCIONES INDIVIDUALES	2.837,85
6.3	PROTECCIONES COLECTIVAS	4.544,67
6.4	PERSONAL SEGURIDAD Y SALUD	6.657,45
7	GESTION DE RESIDUOS	3.041,95
8	MEDIDAS AMBIENTALES	18.926,26
9	SEÑALIZACIÓN PRTR	2.435,01
	PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	1.006.656,67
	GASTOS GENERALES 13%	130.865,37
	BENEFICIO INDUSTRIAL 6%	60.399,40
	SUBTOTAL	1.197.921,44
	21% IVA	251.563,50
	PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	1.449.484,94

Asciende el Presupuesto Base de Licitación a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (1.449.484,94 €).

13 PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN

Al no ser necesarias expropiaciones para la ejecución de las obras, el Presupuesto para Conocimiento de la Administración coincide con el Presupuesto Base de Licitación.

PRESUPUESTO PARA CONOCIMIENTO DE LA ADMINISTRACIÓN	1.449.484,94
---	---------------------

Asciende el Presupuesto para Conocimiento de la Administración a la expresada cantidad de UN MILLÓN CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (**1.449.484,94 €**).

Septiembre de 2022

INGENIERO AGRONOMO Cdo N°: 1.503
C.O.I.A. de Andalucía

Fdo.: Antonio Romero López