



## MEMORIA

<b>1 ANTECEDENTES Y OBETO</b> .....	<b>1</b>	7.1.5 TUBERÍA DE LLENADO DE LA Balsa INFERIOR SENÉS.....	20
<b>2 PROMOTOR Y ENCARGO</b> .....	<b>2</b>	<b>7.2 Balsa INFERIOR SENÉS</b> .....	<b>21</b>
<b>3 EQUIPO REDACTOR Y DIRECTOR DE LA ASISTENCIA TÉCNICA</b> .....	<b>2</b>	7.2.1 OBRA DE ENTRADA .....	21
<b>4 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES</b> .....	<b>2</b>	7.2.2 ALIVIADERO.....	21
<b>5 CONDICIONANTES DE DISEÑO</b> .....	<b>3</b>	7.2.3 TOMA DE FONDO .....	22
<b>6 INGENIERÍA DEL PROYECTO</b> .....	<b>4</b>	7.2.4 DESAGÜE DE FONDO .....	22
<b>6.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO</b> .....	<b>4</b>	7.2.5 RED DE DRENAJE DE LA Balsa.....	22
<b>6.2 SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO</b> .....	<b>4</b>	7.2.6 IMPERMEABILIZACIÓN .....	22
<b>6.3 INGENIERÍA DE DISEÑO</b> .....	<b>4</b>	7.2.7 CORONACIÓN .....	23
6.3.1 CAPTACIÓN EN EL CANAL DE MONEGROS ZONA SENÉS .....	5	7.2.8 CERRAMIENTO .....	23
6.3.2 Balsa INFERIOR SENÉS.....	5	<b>7.3 ESTACIÓN DE BOMBEO SENÉS</b> .....	<b>23</b>
6.3.3 ESTACIÓN DE BOMBEO SENÉS .....	6	7.3.1 OBRA CIVIL.....	23
6.3.4 TUBERÍA DE IMPULSIÓN SENÉS A Balsa SUPERIORE SENÉS.....	7	7.3.2 OBRA CIVIL EN EL INTERIOR DE LA ESTACIÓN. CANTARA .....	24
6.3.5 Balsa SUPEIOR SENÉS .....	7	7.3.3 EQUIPOS DE BOMBEO .....	25
6.3.6 CAPTACIÓN EN EL CANAL DE MONEGROS ZONA ROBRES.....	8	7.3.4 VALVULERÍA Y ACCESORIOS .....	25
6.3.7 Balsa INFERIOR ROBRES .....	8	<b>7.4 TUBERÍA DE IMPULSIÓN A Balsa SUPERIOR SENÉS</b> .....	<b>26</b>
6.3.8 ESTACIÓN DE BOMBEO ROBRES.....	9	<b>7.5 Balsa SUPERIOR SENÉS</b> .....	<b>26</b>
6.3.9 TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES 1 A Balsa INTERMEDIA ROBRES.....	10	7.5.1 ALIVIADERO.....	27
6.3.10 Balsa INTERMEDIA ROBRES.....	11	7.5.2 TOMA DE FONDO Y OBRA DE ENTRADA .....	27
6.3.11 TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES 2 A Balsa SUPERIOR ROBRES.....	12	7.5.3 DESAGÜE DE FONDO .....	28
6.3.12 Balsa SUPERIOR ROBRES .....	12	7.5.4 RED DE DRENAJE DE LA Balsa.....	28
6.3.13 RED DE RIEGO .....	13	7.5.5 IMPERMEABILIZACIÓN .....	28
6.3.14 INSTALACIÓN EN MEDIA TENSIÓN .....	15	7.5.6 CORONACIÓN .....	29
6.3.15 INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	16	7.5.7 CERRAMIENTO .....	29
6.3.16 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....	17	<b>7.6 CAPTACIÓN EN EL CANAL DE MONEGROS ZONA ROBRES</b> .....	<b>29</b>
6.3.17 AUTOMATIZACIÓN.....	17	7.6.1 UBICACIÓN .....	29
6.3.18 TELECONTROL.....	18	7.6.2 TOMA NUEVA ZONA ROBRES EN EL CANAL DE MONEGROS .....	29
<b>7 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS</b> .....	<b>18</b>	7.6.3 CONJUNTO REJA Y MAQUINA LIMPIARREJAS.....	29
<b>7.1 CAPTACIÓN EN EL CANAL DE MONEGROS ZONA SENÉS</b> .....	<b>19</b>	7.6.4 ALIVIADERO OBRA DE VERTIDO A Balsa.....	30
7.1.1 UBICACIÓN .....	19	7.6.5 TUBERÍA DE LLENADO DE LA Balsa INFERIOR SENÉS.....	30
7.1.2 TOMA NUEVA ZONA SENÉS EN EL CANAL DE MONEGROS.....	20	<b>7.7 Balsa INFERIOR ROBRES</b> .....	<b>30</b>
7.1.3 CONJUNTO REJA Y MAQUINA LIMPIARREJAS .....	20	7.7.1 OBRA DE ENTRADA .....	31
7.1.4 ALIVIADERO OBRA DE VERTIDO A Balsa.....	20	7.7.2 ALIVIADERO.....	31
		7.7.3 TOMA DE FONDO .....	31

7.7.4	DESAGÜE DE FONDO .....	32	7.13.7	VÁLVULAS DE DESAGÜE .....	45
7.7.5	RED DE DRENAJE DE LA BALSA .....	32	7.13.8	OBRA CIVIL, ARQUETAS, ANCLAJES .....	45
7.7.6	IMPERMEABILIZACIÓN .....	32	7.13.9	OBRAS ESPECIALES .....	45
7.7.7	CORONACIÓN .....	32	<b>7.14 ELECTRIFICACIÓN MEDIA TENSIÓN.....</b>	<b>47</b>	
7.7.8	CERRAMIENTO .....	33	7.14.1	LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN .....	48
<b>7.8 ESTACIÓN DE BOMBEO ROBRES.....</b>	<b>33</b>	7.14.2	APARELLAJE .....	49	
7.8.1	OBRA CIVIL .....	33	7.14.3	TRANSFORMADOR DE POTENCIA .....	49
7.8.2	EQUIPOS DE BOMBEO.....	34	7.14.4	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS .....	49
7.8.3	VALVULERÍA Y ACCESORIOS .....	35	7.14.5	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS.....	50
<b>7.9 TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES 1 A BALSA INTERMEDIA ROBRES.....</b>	<b>37</b>	7.14.6	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA .....	50	
<b>7.10 BALSA INTERMEDIA ROBRES .....</b>	<b>37</b>	7.14.7	MEDIDAS ADICIONALES.....	50	
7.10.1	ALIVIADERO .....	38	7.14.8	MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL.....	50
7.10.2	TOMA DE FONDO Y OBRA DE ENTRADA.....	38	<b>7.15 ELECTRIFICACIÓN BAJA TENSIÓN.....</b>	<b>51</b>	
7.10.3	DESAGÜE DE FONDO .....	39	7.15.1	ACOMETIDA DE BAJA TENSIÓN.....	51
7.10.4	RED DE DRENAJE DE LA BALSA .....	39	7.15.2	CUADROS DE CONTROL DE LOS MOTORES.....	52
7.10.5	IMPERMEABILIZACIÓN .....	39	7.15.3	CUADROS DE SERVICIOS AUXILIARES 400/230V.....	52
7.10.6	CORONACIÓN .....	40	7.15.4	CONDUCTORES Y CANALIZACIÓN DE CABLES.....	53
7.10.7	CERRAMIENTO .....	40	7.15.5	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS .....	53
<b>7.11 TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES 2 A BALSA SUPERIOR ROBRES.....</b>	<b>40</b>	7.15.6	CAIDAS DE TENSIÓN ADMISIBLES .....	53	
<b>7.12 BALSA SUPERIOR ROBRES .....</b>	<b>40</b>	7.15.7	INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.....	53	
7.12.1	ALIVIADERO .....	41	7.15.8	ILUMINACIÓN .....	54
7.12.2	TOMA DE FONDO Y OBRA DE ENTRADA.....	41	7.15.9	VENTILACIÓN.....	54
7.12.3	DESAGÜE DE FONDO .....	42	7.15.10	POTENCIA INSTALADA Y A CONTRATAR.....	54
7.12.4	RED DE DRENAJE DE LA BALSA .....	42	<b>7.16 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....</b>	<b>55</b>	
7.12.5	IMPERMEABILIZACIÓN .....	42	<b>7.17 AUTOMATIZACIÓN .....</b>	<b>55</b>	
7.12.6	CORONACIÓN .....	43	7.17.1	ELEMENTOS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN .....	56
7.12.7	CERRAMIENTO .....	43	7.17.2	SISTEMA DE COMUNICACIONES.....	57
<b>7.13 RED DE TUBERÍAS Y VALVULERÍA.....</b>	<b>43</b>	<b>7.18 TELECONTROL .....</b>	<b>58</b>	<b>7.19 MEDIDAS AMBIENTALES. HUMEDALES ARTIFICIALES.....</b>	<b>58</b>
7.13.1	TIPOS DE TUBERÍAS EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO Y PRESIÓN .....	43	<b>8 PROTECCIÓN CATÓDICA .....</b>	<b>59</b>	
7.13.2	DETALLES DE LAS ZANJAS .....	43	<b>9 PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS Y PERIODO DE GARANTÍA.....</b>	<b>59</b>	
7.13.3	VALVULERÍA .....	43	<b>10 CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>60</b>	
7.13.4	CALDERERÍA.....	44	<b>11 SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>60</b>	
7.13.5	VENTOSAS.....	44	<b>12 GESTIÓN DE RESIDUOS.....</b>	<b>60</b>	
7.13.6	HIDRANTES .....	44			

<b>13 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA .....</b>	<b>60</b>
<b>14 REVISIÓN DE PRECIOS .....</b>	<b>60</b>
<b>15 CALIFICACIÓN AMBIENTAL .....</b>	<b>60</b>
<b>16 SERVICIOS AFECTADOS. PERMISOS Y LICENCIAS.....</b>	<b>61</b>
<b>17 EXPROPIACIONES, OCUPACIONES TEMPORALES Y SERVIDUMBRES.....</b>	<b>61</b>
<b>18 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....</b>	<b>62</b>
<b>19 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE PROYECTO .....</b>	<b>62</b>
<b>20 PRESUPUESTO.....</b>	<b>64</b>
<b>20.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>	<b>64</b>
<b>20.2 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (IVA EXCLUIDO) .....</b>	<b>65</b>
<b>20.3 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (IVA INCLUIDO) .....</b>	<b>65</b>

## MEMORIA

### 1 ANTECEDENTES Y OBETO

La obra de Modernización de las infraestructuras de regadío en la Comunidad de Regantes de COLLARADA en los Términos Municipales de Almuniente (Zona de Frula), Robres y Senés de Alcubierre (Huesca), fue declarada de Interés General, como así se recoge en la Disposición Adicional Primera, del Artículo 15, del Capítulo IV, del Real Decreto-Ley 14/2009, de 4 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos producidos por la sequía en determinadas cuencas hidrográficas.

Se trata de una iniciativa con un largo periodo de evolución, el primer paso para ello fue en junio de 2012 cuando la Comunidad de Regantes de COLLARADA formuló la solicitud de ayudas para la realización de las obras de modernización integral al amparo de la Orden del 11 de agosto de 2008 del Consejero de Agricultura y Alimentación, para la que se aprueban las bases reguladoras de las subvenciones para las obras de mejora y modernización de infraestructuras.

En esas fechas, se estaba realizando la Concentración Parcelaria de la zona de Robres por parte del Servicio Provincial de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Huesca, encontrándose en fase de redacción de las Bases Provisionales y del Proyecto de Concentración Parcelaria. Finalmente, el 8 de abril de 2013, la Dirección General de Desarrollo Rural del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón autoriza la ejecución de la concentración parcelaria por el procedimiento simplificado.

Paralelamente, el 20 de diciembre de 2013 fue presentado ante el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) el Documento Ambiental, necesario para que ese organismo valorase la necesidad de someter el proyecto a Evaluación de Impacto Ambiental. El INAGA mediante resolución del 8 de enero de 2015, resuelve someter el Proyecto a Evaluación de Impacto Ambiental, detallando la amplitud y nivel de detalle de la información que debe contener el Estudio de Impacto Ambiental.

Posteriormente, con fecha 1 de julio de 2016, se aprueba la ORDEN DRS/664/2016 de la Dirección General de Desarrollo Rural del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón, por la que se convocan subvenciones en materia de inversiones para la modernización integral del regadío y de inversiones para la mejora y adaptación de regadíos, en el marco del Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2014-2020, para el año 2016.

Publicada esta Orden, en julio de 2016 se celebra Asamblea para determinar la solicitud o no de ayudas para la modernización integral al amparo de la anterior Orden, que se aprueba. Posteriormente la C.R. en asamblea extraordinaria se acuerda solicitar las ayudas para la modernización integral del regadío de la C.R. de COLLARADA 1ª SECCIÓN, encargado la redacción del Anteproyecto a SARGA.

En septiembre de 2016 se redacta el "*Anteproyecto de Modernización Integrable Regadía de Comunidad de Regantes Collarada 1ª Sección, en los Términos Municipales de Robres, Frula y Senés de Alcubierre (Huesca)*", incluida la documentación ambiental del mismo, con el objeto de que la Comunidad de Regantes pueda solicitar las nuevas ayudas para la modernización integral del regadío.

Presentando el 14 de septiembre de 2016 la solicitud de Subvención para la modernización del regadío de la C.R., incluyendo el Anteproyecto redactado por SARGA, mientras que un día después, el 15 de septiembre de 2016 se solicita la tramitación ambiental de proyecto ante INAGA.

El 5 de diciembre de 2016 se publica la lista de comunidades beneficiadas por la convocatoria de ayudas quedando encuadrada la CR Collarada 1ª Sección en el grupo de reserva, no llevándose a cabo la modernización del regadío.

Posteriormente, el 11 de agosto de 2017, mediante resolución ambiental del INAGA se formula la declaración de impacto ambiental del proyecto de concentración parcelaria de la zona de Robres (Huesca). Este mismo Organismo, en enero de 2018, resuelve adoptar la decisión no someter al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria y se emite el informe de impacto ambiental del Anteproyecto redactado por SARGA.

El 15 de julio de 2021 se publica en el BOE el Convenio entre el MAPA y SEIASA., con las obras de modernización y consolidación de regadíos, contempladas en la planificación del citado Ministerio y declaradas de interés general y entre las que figuran con un importe de 20.650.000 € la Modernización de la Comunidad de Regantes de COLLARADA 1ª SECCIÓN.

El 9 de septiembre de 2021, en Asamblea General Extraordinaria, se aprueba por mayoría autorizar al presidente para que firme en nombre de la Comunidad de Regantes el Convenio regulador para la financiación, construcción y consolidación de los regadíos de Comunidad de Regantes. Finalmente, el 30 de septiembre de 2021 la Comunidad de Regantes de Collarada, a través de su presidente, D. Saúl Gracia Villacampa, firma el convenio con el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, a través de la empresa pública instrumental SEIASA, representada por su presidente, D. Francisco Rodríguez Mulero.

En la actualidad en el municipio de Robres se han publicado las Bases Definitivas y el Acuerdo de Concentración Parcelaria, la localidad de Frula (Almuniente) se trata de un pueblo de colonización con lotes ya concentrados y la zona regable de Senés de Alcubierre, con una extensión de 534 ha de las cuales 436 ha son de cultivo es la única de la Comunidad de Regantes de Collarada que no cuenta con su superficie concentrada si bien ya se ha presentado la solicitud para la realización de la concentración parcelaria, respaldada por una amplia mayoría de solicitudes a favor.

Actualmente Cingral S.L. redacta el "*Proyecto de Modernización del Regadío de la Comunidad de Regantes Collarada (Huesca)*", y el "*Estudio de Impacto Ambiental de las Actuaciones Previstas en el Proyecto de Modernización del Regadío de la Comunidad de Regantes Collarada (Huesca)*".

Las actuaciones contempladas por el presente proyecto son susceptibles de recibir financiación del Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural (FEADER) en el marco de la "Intervención 6843.1 Ayudas a inversiones en infraestructuras de regadíos con objetivos ambientales (No SIGC)", del Plan Estratégico de la Política Agrícola Común 2023-2027 de España (PEPAC). Este documento, así como el expediente del proyecto, incluye información necesaria para poder apreciar el encaje del proyecto en dicha Intervención y verificar que la inversión cumple las condiciones de admisibilidad exigidas por el PEPAC.

## 2 PROMOTOR Y ENCARGO

El promotor de este proyecto es la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias S.A. (a partir de este momento, SEIASA), provista de CIF nº A-82535303, con domicilio social en la calle José Abascal nº 4, 6ª planta, C.P. 28003.

El beneficiario de las actuaciones contempladas en el presente proyecto es la Comunidad de Regantes de Collarada, con CIF G-22017644 y domicilio social en la Calle Lucio El Puente, s/n, C.P. 22252, Robres, en la provincia de Huesca.

Con fecha 1 de febrero de 2022 la citada Comunidad de Regantes inicia el correspondiente proceso de licitación para la adjudicación de los servicios de redacción del "*Proyecto de Modernización del Regadío de la Comunidad de Regantes de Collarada (Huesca)*", mediante procedimiento de invitación. Al finalizar dicho trámite el encargo para la realización de los trabajos recae en la Consultora de Ingeniería Rural y Agroalimentaria S.L. (CINGRAL), con C.I.F. Nº B-50777556, siendo comunicado con fecha 26 de abril de 2022.

El encargo es recibido por la Consultora de Ingeniería Rural y Agroalimentaria, S.L (CINGRAL), siendo el autor del mismo el Ingeniero Agrónomo D. Daniel Cameo Moreno, colegiado con el número 1.059 del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Aragón, Navarra y País Vasco, al servicio de la citada empresa.

## 3 EQUIPO REDACTOR Y DIRECTOR DE LA ASISTENCIA TÉCNICA

El delegado del consultor de la Asistencia Técnica para la realización del presente trabajo, y autor del proyecto, ha sido el Ingeniero Agrónomo Daniel Cameo Moreno.

El equipo técnico encargado de la redacción del presente proyecto ha estado compuesto por:

- |  |   |
|--|---|
| - D. Rosendo Castillo López;           | Ingeniero Agrónomo  |
| - D. Francisco Javier Citoler Herbera; | Ingeniero Agrónomo  |
| - D. Néstor Moré Coloma;               | Ingeniero Agrónomo  |
| - D. Mariano Rubio Sánchez             | Ingeniero Agrónomo  |
| - D. Daniel Díaz García;               | Ingeniero Agrónomo  |
| - Dª Sara Salinas Martínez;            | Ingeniera Técnica Agrícola  |
| - D. Enrique Cameo Pérez;              | Ingeniero Civil   |
| - D. Javier Mur Satué;                 | Ingeniero Civil   |
| - D. Pedro Viñales Peleato             | Ingeniero Civil   |
| - D. Jorge Comín García;               | Técnico Superior en Proyectos de Edificación  |
| - D. Marcos Gastón Alonso;             | Técnico Superior de Proyectos de Obra Civil   |
| - Dª Guillermina Hinojosa Marco;       | Técnico Superior en Desarrollo de Proyectos urbanísticos y operaciones topográficas |

## 4 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES

La finalidad principal del Proyecto es disponer en la zona de riego de un sistema de reparto con distribución a la demanda, entregando el agua en hidrante. Tras el análisis Técnico-Económico de las diferentes alternativas que se detallan en el documento del Estudio de Alternativas, recogido en el Anejo Nº 4 "Estudio de Alternativas" del presente Proyecto Técnico, se establecen 2 captaciones en el Canal de Monegros sectorizando la zona regable en dos zonas independientes y tres pisos de riego, definiéndose como norma general una presión no inferior a 35 m.c.a., después de hidrante, y en última instancia de 25 m.c.a. en el aspersor más desfavorable.

Por su parte el consumo de agua viene definido en función de la superficie de cada agrupación.

Las consecuencias inmediatas serán:

- Incremento en la eficiencia de distribución
- Mejora de la gestión de la zona regable y control del agua de riego.
- La disminución de la lámina aplicada por cada riego.
- Incremento en la flexibilidad y garantía de suministro.
- La disminución de las pérdidas de fertilizantes por lixiviación, lo que implicará que la contaminación de acuíferos y ríos se reducirá notablemente debido al control de los lixiviados, tanto de fertilizantes como de fitosanitarios.

## 5 CONDICIONANTES DE DISEÑO

Para la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes propuestas de la Comunidad de Regantes:

- El agua se obtendrá del Canal de Monegros.
- La capacidad de regulación de las balsas será la suficiente para permitir la regulación del agua en julio, el mes de máximas necesidades.
- Ubicación y características idóneas que permitan la calificación de las balsas, según el Reglamento Técnico sobre Seguridad de Presas y Embalses aprobado por orden Ministerial de 12 de marzo de 1.996, dentro de la categoría C, o directamente su no clasificación por estar por debajo de los límites definidos en dicho reglamento.
- La impermeabilización de las balsas se realizará con lámina plástica.
- El trazado de las redes será, en la medida de lo posible, paralelo a caminos y acequias existentes, aunque, al tratarse de una zona de cultivos extensivos, también se ha buscado la optimización económica de los trazados por lo que se han tratado de realizar alineaciones lo más cortas posibles entre dos puntos.
- Salvo casos particulares, se reconstruirán todos los taludes eliminados a la hora de instalar las tuberías. Con ello se pretende mantener operativo el sistema de riego por gravedad hasta que se haga la nueva instalación en parcela.
- El sistema de riego propuesto será a la demanda entre hidrantes con reducción del caudal por probabilidades, y a turnos dentro del hidrante cuando estos sean compartidos. En este caso la mayor parte de los hidrantes son individuales.
- Todas las fincas dispondrán de al menos, un hidrante o válvula hidráulica.

El resto de los condicionantes de carácter técnico son:

- El caudal ficticio continuo considerado, en función de los parámetros climáticos de la zona, de la alternativa de cultivos estudiada, así como de la propuesta establecida por la Comunidad de Regantes, será de 0,71 l/s y ha, tal y como se detalla en el Anejo Nº 3 "Estudio Agronómico".
- Los filtros de las tomas de riego, también denominados caza piedras, tendrán una malla con paso de 2 mm adecuadas para riego por aspersión. Igualmente, para la Zona de Robres se colocará un filtro de malla autolimpiante W, con luz de paso 1,5 mm x 1,5 mm en la cabecera del sistema, concretamente en el colector de admisión de la Estación de Bombeo Robres, desde la que parten todas las infraestructuras de la Zona Regable Robres. En el caso de Zona de Senés se colocará una batería de filtrado autolimpiante, con luz de paso 1 mm x 1 mm en la cabecera del sistema, concretamente en el colector de impulsión de la Estación de Bombeo Senés, desde la que parten todas las infraestructuras de la Zona Regable Senés.
- La velocidad máxima en las tuberías, como norma general, será inferior a 2,0 m/s.
- En los puntos bajos se diseñarán desagües para facilitar la conservación de las redes; en casi todos los casos estarán conectados a cursos de agua ya existentes, planteándose sistemas de doble pozo cuando esto no pueda ser posible.  
En determinados puntos de la red de riego se han planteado desagües con DN igual al de la tubería, con un máximo de DN 200, para apertura y arrastre de suciedad con la tubería en carga.
- Los cruces sobre la red de desagüe de la CHE se realizarán de forma subterránea.
- Los cruces sobre la red de carreteras, tanto de la DGA como de la CHE se realizarán con el procedimiento de medias calzadas.
- El cruce de las tuberías con el Canal de Monegros se realizará mediante hinca.
- Los seccionamientos de la red de riego se plantean en arqueta cuando pueda darse salida a la tubería de desagüe que se prevé a cauce natural, existiendo una distancia razonable hasta el mismo, y en superficie cuando el punto de desagüe se encuentre a una distancia importante o se tenga que prolongar la tubería en muchos metros para darle salida.

## 6 INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 6.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Para la realización del proyecto se ha utilizado la cartografía digital (formato DWG) y ortoimágenes (en color) a escala 1:5.000 y curvas de nivel con cinco metros de equidistancia. Las coordenadas del terreno son absolutas y están apoyadas en la red geodésica. Estos mapas, a escala 5.000, junto con las respectivas Ortoimágenes, sirvieron de base para el diseño inicial y apoyo del trabajo de campo.

Dicha cartografía ha sido completada con la toma directa en campo, mediante equipos de tecnología GPS, de los distintos elementos que componen la solución proyectada. El equipo utilizado es un GPS Leica SYSTEM 500 de precisión centimétrica (de 1 a 2 cm) de doble frecuencia en tiempo real, compuesta por 2 unidades GPS, un equipo fijo y uno móvil con libreta electrónica. Se han realizado trabajos topográficos para la determinación de los perfiles longitudinales de las redes de riego (con definición de puntos singulares), así como en la zona de ubicación de las balsas y la estación de bombeo.

Todas las coordenadas (x, y, z) para el correcto replanteo de las trazas se listan en el Anejo N°5 "Datos Topográficos". El nivel de cobertura existente en la zona ha facilitado que todos los trabajos se puedan llevar a cabo a través de la Red Geodésica Activa de Aragón (ARAGEA), sin necesidad de plantear bases tipo feno.

### 6.2 SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO

La Comunidad de Regantes de COLLARADA se encuentra integrada en el sistema de regadíos de Riegos del Alto Aragón, dominando una extensa superficie de regadío de 2.878,57 hectáreas, pertenecientes a los Términos Municipales de Almuniente (Zona de Frula), Robres y Senés de Alcubierre, en la Comarca de Monegros, en la provincia de Huesca.

Los límites de la zona son:

- Al norte por el desagüe D-34.
- Al este por el Canal de Monegros.
- Al sur por el Canal de Monegros
- Al oeste por el límite del Termino Municipal de Grañen (Zona de Montesusin)

En el Anejo N° 2 "Listado de Propietarios y Superficie Afectada" se indica la superficie de la zona objeto de la actuación, con indicación de los polígonos, parcelas y subparcelas catastrales, así como la superficie y el propietario/a de cada una de ellas. Las cuales corresponden a aquellos propietarios incluidos en la modernización.

### 6.3 INGENIERÍA DE DISEÑO

La modernización del regadío consiste básicamente en lo siguiente:

- Superficie: 2.878,57 ha.
    - Piso Red Senés, con una superficie de 1.095,03 ha.
    - Piso Red Robres Bajo, con una superficie de 1.098,38 ha.
    - Piso Red Robres Alto, con una superficie de 685,16 ha.
  - Necesidades, 8.203,74 m<sup>3</sup>/mes y ha (Q<sub>f</sub>c<sub>máx</sub>. 0,71 l/s y ha en julio).
  - Sectorización en dos Zona Regables:
    - Zona de Senés:
      - Captación. Canal de Monegros.
      - Tubería de llenado hasta la Balsa Inferior de Senés, de PRFV DN 800 PN 6.
      - Balsa Inferior Senés. Capacidad de 98.237,12 m<sup>3</sup> y altura máx. dique 0,56 m.
      - Edificio de bombeo, con una línea de bombas, con aporte de energía fotovoltaica procedente de planta para autoconsumo combinado con aporte de energía eléctrica en periodo P6 de la tarifa 6.1TD.
- Potencia instalada:
- Bombeo a Balsa Superior Senés: 910 kW (1x110 kW + 4x200kW)
  - Tubería de Impulsión a Balsa Superior Senés, de PRFV DN 1000 PN 10 con doble función Impulsión-Distribución.
  - Balsa Superior Senés. Capacidad de 90.813,99 m<sup>3</sup> y altura máx. dique 4,70 m.
  - 1 red de Riego, con sistema de riego planteado a la demanda, es decir se podrá regar en cualquier momento durante las 24 h/día:
    - Piso Red Senés, abastecido por gravedad desde la Balsa Superior Senés.
  - Instalación solar fotovoltaica de 1.009,80 kWp



- Línea eléctrica aérea, desde el centro de seccionamiento al pie de apoyo de entronque indicado por la compañía suministradora, hasta el centro de transformación situado en la estación de bombeo, con una longitud de 1.862 m. Potencia a contratar 1.000 kW.
- Zona de Robres:
  - Captación. Canal de Monegros.
  - Tubería de llenado hasta la Balsa Inferior de Robres, de PRFV DN 1000 PN 6.
  - Balsa Inferior Robres. Capacidad de 151.959,43 m<sup>3</sup> y altura máx. dique 7,84 m.
  - Edificio de bombeo, con dos líneas de bombas independientes, con aporte de energía fotovoltaica procedente de planta para autoconsumo combinado con aporte de energía eléctrica en periodo P6 de la tarifa 6.1TD.  
Potencia instalada:
    - Bombeo a Balsa Intermedia Robres: 618 kW (1x90kW + 4x132kW)
    - Bombeo a Balsa Superior Robres: 590 kW (1x110kW + 3x160kW)
  - Tubería de Impulsión a Balsa Intermedia Robres, de PRFV DN 1000 PN 10 con doble función Impulsión-Distribución.
  - Balsa Intermedia Senés. Capacidad de 97.535,98 m<sup>3</sup> y altura máx. dique 10,70 m.
  - Tubería de Impulsión a Balsa Superior Robres, de PRFV DN 1000 PN 10 con doble función Impulsión-Distribución.
  - Balsa Superior Robres. Capacidad de 61.017,57 m<sup>3</sup> y altura máx. dique 6,54 m.
  - 2 redes de Riego, con sistema de riego planteado a la demanda, es decir se podrá regar en cualquier momento durante las 24 h/día:
    - Piso Red Robres Bajo, abastecido por gravedad desde la Balsa Intermedia Robres.
    - Piso Red Robres Alto, abastecido por gravedad desde la Balsa Superior Robres.
  - Instalación solar fotovoltaica de 1.455,30 kWp
  - Línea eléctrica aérea, desde el centro de seccionamiento al pie de apoyo de entronque indicado por la compañía suministradora, hasta el centro de transformación situado en la estación de bombeo, con una longitud de 2.370 m. Potencia a contratar 1.400 kW.

- Materiales:
  - PVC-O, DN ≤ 500 mm
  - PRFV, DN ≥ 400 mm
- Sistema de automatización y telecontrol para control de infraestructuras y del riego.

Los criterios fundamentales para el diseño de la modernización son los condicionantes que ya se han detallado en el apartado N° 5.

### 6.3.1 CAPTACIÓN EN EL CANAL DE MONEGROS ZONA SENÉS

La captación del agua para el conjunto de las infraestructuras proyectadas en la Zona de Senés, se realizará en el canal de Monegros.

Para el sistema de llenado de la Balsa Inferior Senés se ha proyectado una conducción, que partiendo desde la nueva captación a realizar en el Canal de Monegros, desde donde se deriva una tubería DN 800 hasta una arqueta en la que se instalará un sistema de desbaste automático, y que continuará en tubería simple DN 800 hasta el aliviadero invertido que conforma el punto de vertido a la Balsa Inferior Senés.

La determinación del caudal a derivar en la captación se ha realizado a partir de las necesidades hídricas de la alternativa de cultivos considerada, calculadas en el Estudio Agronómico, teniendo en cuenta además las indicaciones y criterios en este sentido facilitados por los servicios técnicos de la C.H.E.

Teniendo en cuenta lo anterior, los equipos e instalaciones a considerar en la captación a ejecutar en el Canal de Monegros, estarán diseñados para un caudal de 777 l/s. En el Anejo N° 10 "Balsas de Regulación" se justifica el caudal de diseño de la toma.

### 6.3.2 Balsa Inferior Senés

Con la finalidad de poder realizar un almacenamiento y regulación del agua aportada del Canal de Monegros a través de la tubería de llenado, dimensionada en el Anejo N° 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego", está prevista la construcción de una Balsa de Regulación que pueda ser llenada desde el canal y que esté a la mayor cota posible para maximizar la eficiencia energética del sistema y reducir la necesidad de energía externa, desde la cual se suministres agua al sistema de bombas para que se eleva a la Balsa superior, lo que supone que desde esta infraestructura se derivará agua a toda la Zona de Senés y sus infraestructuras de riego.

El volumen que deberá de almacenar la mencionada balsa se determina en base al volumen de regulación semanal del sistema estableciéndose un caudal de llenado de la balsa de 24 horas/día y un caudal de salida de la balsa demandado por el sistema de bombas a balsa elevada en el mes de máximas necesidades (julio) y en un funcionamiento de 112 h/semanales, desde la que se dominan las 1.095,03 ha del Piso Senés, siendo el balance muy pequeño. No obstante, se plantea una balsa con una capacidad de regulación de dos días por ajustarse a las recomendaciones de Riegos del Alto Aragón.

La capacidad de almacenamiento teórica diaria para la Zona de Senés, 1.095,03 ha, será de 67.173,52 m<sup>3</sup>/día, es decir 134.347,04 m<sup>3</sup> para dos días de regulación en toda esta zona del sistema, adoptándose finalmente un volumen algo inferior por entender que debe considerarse la capacidad de almacenamiento de la balsa elevada. En este caso se fija un volumen de almacenamiento para esta balsa de 98.237,12 m<sup>3</sup>, lo que suponen casi 2 días de reserva en esta balsa para toda esta zona del sistema. A este volumen hay que sumar el volumen almacenado en la otra balsa de esta zona del sistema, Balsa Superior Senés, lo que supone un volumen total embalsado en el sistema de 189.051,11 m<sup>3</sup>, que son casi 3 días de reserva para toda la Zona de Senés.

Las principales características de la balsa de regulación se indican a continuación:

- Caudal de Llenado..... 777 l/s
- Cota de coronación: ..... 390,50 m.s.n.m.
- Cota Máxima Ordinaria de agua (N.A.M.O.):..... 387,70 m.s.n.m.
- Cota de fondo media: ..... 387,91 m.s.n.m.
- Altura máxima del dique: ..... 0,56 m
- Volumen de Agua (N.A.M.O): ..... 98.237,12 m<sup>3</sup>
- Movimientos de Tierra en Desmote: ..... 164.300,25 m<sup>3</sup>
- Movimientos de Tierra en Terraplén: ..... 1.276,331 m<sup>3</sup>
- Longitud de Coronación: ..... 681,85 m

Para los cálculos de estabilidad de los taludes proyectados se han utilizado los valores obtenidos en el Estudio Geotécnico realizado en la zona de ubicación de la balsa y la estación de bombeo y que se adjunta al presente proyecto. Los cálculos de estabilidad de los taludes proyectados se detallan en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación".

En el mencionado Anejo Nº 10 se detallan igualmente todos los cálculos hidráulicos.

En relación a la tramitación, del registro y clasificación de la balsa, pudiendo ver todos los cálculos de la balsa en el Anejo Nº 10 y los detalles constructivos en el dossier de planos propios del proyecto, podremos concluir que según el REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, en el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, en su Artículo 367. Obligaciones del titular, se dice que los titulares de presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m<sup>3</sup>, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estarán obligados a solicitar su clasificación y registro. En este caso la altura máxima del dique de la balsa es menor de 5 m y la capacidad menor de 100.000 m<sup>3</sup>, por lo tanto, **NO** se deberá tramitar la clasificación de la misma.

### 6.3.3 ESTACIÓN DE BOMBEO SENÉS

Se proyecta la construcción de una estación de bombeo, abastecida desde la Balsa Inferior Senés, para dar suministro a la Balsa Superior Senés.

En esta estación de bombeo, se encuentran los equipos de bombeo que alimentan a la Impulsión Senés desde una cántara abastecida desde la Balsa Inferior Senés.

Estas infraestructuras estarán alojadas en una nave con estructura prefabricada de hormigón y zapatas aisladas calculadas para este fin. Los cálculos estructurales de dicha nave se encuentran reflejados en el Anejo Nº 12 "Calculo Estructurales".

La ubicación de la nave que alberga la Estación de Bombeo se encuentra en junto a la Balsa Inferior Senés, al este de la misma, en la margen derecha del canal.

Para ajustar el funcionamiento a la generación fotovoltaica se prevé la instalación de variadores de frecuencia en todas las bombas, entrando y saliendo del sistema en función de la generación existente. El fraccionamiento previsto en el bombeo se analiza de forma específica en el mencionado Anejo Nº 9 "Cálculos Hidráulicos del Bombeo".

El Bombeo se han diseñado con todos los elementos necesarios para asegurar su buen funcionamiento, así como su protección frente a eventuales transitorios en la red de riego producidos por la posible parada en el funcionamiento de los equipos de bombeo como consecuencia de la interrupción en el suministro de energía.

Como elementos se proyecta la instalación de un caudalímetro de ultrasonidos en la impulsión, lo que permitirá controlar el caudal impulsado, válvulas de retención de discos concéntricos, válvulas de mariposa, válvulas de protección frente a transitorios (tipo alivio) y ventosas automáticas trifuncionales.

En el Anejo Nº 12 "Cálculos Estructurales", se desarrollan los cálculos para el dimensionamiento y diseño de la edificación que albergará todos estos elementos.

Se proyectan cinco equipos de bombeo para el bombeo al Piso Senés, compuesto por 1 bomba vertical sumergida con un motor de 110 kW de potencia, más 4 bombas verticales sumergidas con un motor de 200 kW de potencia. Los equipos estarán activos y comandados mediante variador de frecuencia.

**Tabla 1.-** Datos de los equipos de bombeo para el Piso Senés

	<b>Caudal (l/s)</b>	<b>Bomba 1 110 kW</b>	<b>Bomba 2 200 kW</b>	<b>Bomba 3 200 kW</b>	<b>Bomba 4 200 kW</b>	<b>Bomba 5 200 kW</b>
Paso 1	38,89-118,56	Conexión				
Paso 2	118,56-236,11	Desconexión	Conexión			
Paso 3	236,11-472,22		Conectada	Conexión		
Paso 4	472,22-708,33		Conectada	Conectada	Conexión	
Paso 5	708,33-944,44		Conectada	Conectada	Conexión	Conexión
Paso 6	944,44-1.063	Conexión	Conectada	Conectada	Conexión	Conexión

De este modo la potencia total instalada en el bombeo Piso Senés será de **910 kW**.

#### 6.3.4 TUBERÍA DE IMPULSIÓN SENÉS A Balsa SUPERIORE SENÉS

Se denomina Tubería de Impulsión Senés, a la encargada de conducir el agua desde la Estación de Bombeo Senés hasta la Balsa Superior Senés, desde la que se regulará y almacenará el agua correspondiente al Piso Senés. Es importante recalcar que esta infraestructura tendrá las funciones de impulsión a la Balsa Superior Senés, y a la vez, de distribución del Piso Senés.

El trazado previsto para la Impulsión Senés a la Balsa Superior Senés estará compuesto por una tubería con las siguientes características:

- Longitud:.....2.051,53 m.
- Tubería: ..... PRFV DN 1000 PN 10.
- Rugosidad (K):..... 0,01 mm.
- Caudal..... 1.061,92 l/s.

En el Anejo Nº 9 "Cálculos Hidráulicos del Bombeo" se justifica el caudal de diseño y los cálculos hidráulicos de esta conducción.

#### 6.3.5 Balsa SUPERIOR SENÉS

Con la finalidad de poder realizar un almacenamiento y regulación para poder aprovechar la energía fotovoltaica disponible en la Estación de Bombeo Senés y la posibilidad de elevar agua a una determinada cota mediante bombas en el periodo tarifario P6 de la tarifa 6.1TD, y que a la vez la eficiencia sea lo mayor posible en el sistema, se plantea la construcción una balsa elevada, la Balsa Superior Senés, que permitirán abastecer por presión a la Zona de Senés, estableciéndose un único piso de riego con aporte desde la Balsa Superior Senés.

Esta infraestructura se proyecta con las siguientes finalidades:

El volumen que deberá de almacenar la mencionada balsa se determina en base al volumen de regulación semanal del sistema estableciéndose un caudal de llenado de la balsa de 112 horas/semana y un caudal de salida de la balsa de 24 h/día para la red del Piso Senés, que domina 1.095,03 ha, siendo estos los parámetros que determinan el balance de esta infraestructura. No obstante, se plantea una balsa con una capacidad de regulación suficiente para atender posibles problemas de suministro.

La capacidad de almacenamiento teórica diaria para el sistema, será de 67.173,52 m<sup>3</sup>/día, adoptándose finalmente un volumen superior para atender posibles fallos de regulación del canal, en este caso 90.813,99 m<sup>3</sup>, lo que suponen casi un día y medio de reserva en esta balsa para esta zona del sistema. A este volumen hay que sumar el volumen almacenado en la otra balsa de esta zona del sistema, Balsa Inferior Senés, lo que supone un volumen total embalsado en el sistema de 189.051,11 m<sup>3</sup>, que son casi 3 días de reserva para toda la Zona de Senés.

Las principales características de la balsa de regulación se indican a continuación:

- Caudal de Llenado ..... 1.062 l/s
- Cota de coronación: ..... 440,00 m.s.n.m.
- Cota Máxima Ordinaria de agua (N.A.M.O.): ..... 439,10 m.s.n.m.
- Cota de fondo media: ..... 439,29 m.s.n.m.
- Altura máxima del dique: ..... 4,70 m
- Volumen de Agua (N.A.M.O): ..... 90.813,99 m<sup>3</sup>
- Movimientos de Tierra en Desmonte: ..... 60.994,57 m<sup>3</sup>
- Movimientos de Tierra en Terraplén: ..... 27.830,95 m<sup>3</sup>
- Longitud de Coronación: ..... 787,03 m

Para los cálculos de estabilidad de los taludes proyectados se han utilizado los valores obtenidos en el Estudio Geotécnico realizado en la zona de ubicación de la balsa y que se adjunta al presente proyecto. Los cálculos de estabilidad de los taludes proyectados se detallan en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación".

En el mencionado Anejo Nº 10 se detallan igualmente todos los cálculos hidráulicos.

Constructivamente deberá tenerse en consideración, además de todos los aspectos descritos en el Anejo Nº 10, las consideraciones del Anejo Nº 7 "Estudio Geotécnico" relativas a saneos para mejora del apoyo del cimiento del dique.

En relación a la tramitación, del registro y clasificación de la balsa, pudiendo ver todos los cálculos de la balsa en el Anejo Nº 10 y los detalles constructivos en el dossier de planos propios del proyecto, podremos concluir que según el REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, en el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, en su Artículo 367. Obligaciones del titular, se dice que los titulares de presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m<sup>3</sup>, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estarán obligados a solicitar su clasificación y registro. En este caso la altura máxima del dique de la balsa es menor de 5 m y la capacidad menor de 100.000 m<sup>3</sup>, por lo tanto, **NO** se deberá tramitar la clasificación de la misma.

### 6.3.6 CAPTACIÓN EN EL CANAL DE MONEGROS ZONA ROBRES

La captación del agua para el conjunto de las infraestructuras proyectadas en la Zona de Senés, se realizará en el canal de Monegros.

Para el sistema de llenado de la Balsa Inferior Robres se ha proyectado una conducción, que partiendo desde la nueva captación a realizar en el Canal de Monegros, desde donde se deriva una tubería DN 1.000 hasta una arqueta en la que se instalará un sistema de desbaste automático, y que continuará en tubería simple DN 1.000 hasta el aliviadero invertido que conforma el punto de vertido a la Balsa Inferior Robres.

La determinación del caudal a derivar en la captación se ha realizado a partir de las necesidades hídricas de la alternativa de cultivos considerada, calculadas en el Estudio Agronómico, teniendo en cuenta además las indicaciones y criterios en este sentido facilitados por los servicios técnicos de la C.H.E.

Teniendo en cuenta lo anterior, los equipos e instalaciones a considerar en la captación a ejecutar en el Canal de Monegros, estarán diseñados para un caudal de 1.271 l/s. En el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación" se justifica el caudal de diseño de la toma.

### 6.3.7 Balsa INFERIOR ROBRES

Con la finalidad de poder realizar un almacenamiento y regulación del agua aportada del Canal de Monegros a través de la tubería de llenado, dimensionada en el Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego", está prevista la construcción de una Balsa de Regulación que pueda ser llenada desde el canal y que esté a la mayor cota posible para maximizar la eficiencia energética del sistema y reducir la necesidad de energía externa, desde la cual se suministres agua al sistema de bombas para que se eleva a las Balsas superior, lo que supone que desde esta infraestructura se derivará agua a toda la Zona de Robres y sus infraestructuras de riego.

El volumen que deberá de almacenar la mencionada balsa se determina en base al volumen de regulación semanal del sistema estableciéndose un caudal de llenado de la balsa de 24 horas/día y un caudal de salida de la balsa demandado por el sistema de bombas a balsas elevadas en el mes de máximas necesidades (julio) y en un funcionamiento de 112 h/semanales, desde la que se dominan las 1.783,54 ha de los dos Pisos de Robres, siendo el balance muy pequeño. No obstante, se plantea una balsa con una capacidad de regulación de dos días por ajustarse a las recomendaciones de Riegos del Alto Aragón.

La capacidad de almacenamiento teórica diaria para la Zona de Senés, 1.783,54 ha, será de 109.409,48 m<sup>3</sup>/día, es decir 218.818,96 m<sup>3</sup> para dos días de regulación en toda esta zona del sistema, adoptándose finalmente un volumen algo inferior por entender que debe considerarse la capacidad de almacenamiento de la balsa elevada. En este caso se fija un volumen de almacenamiento para esta balsa de 151.959,43 m<sup>3</sup>, lo que suponen casi 2 días de reserva en esta balsa para toda esta zona del sistema. A este volumen hay que sumar el volumen almacenado en las otras balsas de esta zona del sistema, Balsa Intermedia Robres y Balsa Superior Robres, lo que supone un volumen total embalsado en el sistema de 310.512,98 m<sup>3</sup>, que son más de 3 días de reserva para toda la Zona de Robres.

Las principales características de la balsa de regulación se indican a continuación:

- Caudal de Llenado..... 1.266 l/s
- Cota de coronación: ..... 387,00 m.s.n.m.
- Cota Máxima Ordinaria de agua (N.A.M.O.):..... 386,00 m.s.n.m.
- Cota de fondo media: ..... 381,00 m.s.n.m.
- Altura máxima del dique: ..... 7,84 m
- Volumen de Agua (N.A.M.O): ..... 98.237,12 m<sup>3</sup>
- Movimientos de Tierra en Desmote: ..... 57.748,24 m<sup>3</sup>
- Movimientos de Tierra en Terraplén: ..... 50.589,37 m<sup>3</sup>
- Longitud de Coronación: ..... 748,59 m

Para los cálculos de estabilidad de los taludes proyectados se han utilizado los valores obtenidos en el Estudio Geotécnico realizado en la zona de ubicación de la balsa y la estación de bombeo y que se adjunta al presente proyecto. Los cálculos de estabilidad de los taludes proyectados se detallan en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación".

En el mencionado Anejo Nº 10 se detallan igualmente todos los cálculos hidráulicos.

En relación a la tramitación, del registro y clasificación de la balsa, pudiendo ver todos los cálculos de la balsa en el Anejo Nº 10 y los detalles constructivos en el dossier de planos propios del proyecto, podremos concluir que según el REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, en el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, en su Artículo 367. Obligaciones del titular, se dice que los titulares de presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m<sup>3</sup>, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estarán obligados a solicitar su clasificación y registro. En este caso la altura máxima del dique de la balsa es mayor de 5 m y la capacidad mayor de 100.000 m<sup>3</sup>, por lo tanto, se propone tramitar la clasificación de la misma.

Todo lo relacionado con la tramitación de la balsa Pie de Canal se desarrolla en el Anejo Nº 11 "Análisis del Riesgo y Propuesta de Clasificación de las Balsas.

#### 6.3.8 ESTACIÓN DE BOMBEO ROBRES

Se proyecta la construcción de una estación de bombeo, abastecida desde la Balsa Inferior Robres, para dar suministro a la Balsa Intermedia Robres y a la Balsa Superior Robres.

En esta estación de bombeo, se encuentran los equipos de bombeo que alimentan cada una de las impulsiones desde un colector común de aspiración que parte desde la Balsa Inferior Robres.

Estas infraestructuras estarán alojadas en una nave con estructura prefabricada de hormigón y zapatas aisladas calculadas para este fin. Los cálculos estructurales de dicha nave se encuentran reflejados en el Anejo Nº 12 "Calculo Estructurales".

La ubicación de la nave que alberga la Estación de Bombeo se encuentra en junto a la Balsa Inferior Robres, al oeste de la misma, en la margen izquierda del canal.

Para ajustar el funcionamiento a la generación fotovoltaica se prevé la instalación de variadores de frecuencia en todas las bombas, entrando y saliendo del sistema en función de la generación existente. El fraccionamiento previsto en el bombeo se analiza de forma específica en el mencionado Anejo Nº 9 "Cálculos Hidráulicos del Bombeo".

Los bombes se han diseñado con todos los elementos necesarios para asegurar su buen funcionamiento, así como su protección frente a eventuales transitorios en las redes de riego producidos por la posible parada en el funcionamiento de los equipos de bombeo como consecuencia de la interrupción en el suministro de energía.

Como elementos se proyecta la instalación de un caudalímetro de ultrasonidos en cada una de las impulsiones, lo que permitirá controlar el caudal derivado a cada piso, válvulas de retención de discos concéntricos, válvulas de mariposa, válvulas de protección frente a transitorios (tipo alivio) y ventosas automáticas trifuncionales.

En el Anejo Nº 12 "Cálculos Estructurales", se desarrollan los cálculos para el dimensionamiento y diseño de la edificación que albergará todos estos elementos.

6.3.8.1 BOMBEO A PISO ROBRES BAJO

Se proyectan cinco equipos de bombeo para el bombeo al Piso Robres Bajo, compuesto por 1 bomba de cámara partida horizontal con un motor de 90 kW de potencia, más 4 bombas de cámara partida horizontal con un motor de 132 kW de potencia. Los equipos estarán activos y comandados mediante variador de frecuencia.

Tabla 2.- Datos de los equipos de bombeo para el Piso Robres Bajo

	Caudal (l/s)	Bomba 1 90 kW	Bomba 2 132 kW	Bomba 3 132 kW	Bomba 4 132 kW	Bomba 5 132 kW
Paso 1	44,44-152,78	Conexión				
Paso 2	152,78-228,33	Desconexión	Conexión			
Paso 3	228,33-456,66		Conectada	Conexión		
Paso 4	456,66-684,99		Conectada	Conectada	Conexión	
Paso 5	684,99-913,32		Conectada	Conectada	Conexión	Conexión
Paso 6	913,32-1.066	Conexión	Conectada	Conectada	Conexión	Conexión

De este modo la potencia total instalada en el bombeo Piso Robres Bajo será de **618 kW**.

6.3.8.2 BOMBEO A PISO ROBRES ALTO

Se proyectan cinco equipos de bombeo para el bombeo al Piso Robres Bajo, compuesto por 1 bomba de cámara partida horizontal con un motor de 110 kW de potencia, más 3 bombas de cámara partida horizontal con un motor de 160 kW de potencia. Los equipos estarán activos y comandados mediante variador de frecuencia.

Tabla 3.- Datos de los equipos de bombeo para el Piso Robres Alto

	Caudal (l/s)	Bomba 1 110 kW	Bomba 2 160 kW	Bomba 3 160 kW	Bomba 4 160 kW
Paso 1	36,11-117,78	Conexión			
Paso 2	117,78-182,22	Desconexión	Conexión		
Paso 3	182,22-364,44		Conectada	Conexión	
Paso 4	364,44-546,66		Conectada	Conectada	Conexión
Paso 5	546,66-664,44	Conexión	Conectada	Conectada	Conexión

De este modo la potencia total instalada en el bombeo Piso Robres Alto será de **590 kW**.

6.3.9 TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES 1 A Balsa INTERMEDIA ROBRES

Se denomina Tubería de Impulsión Robres 1, a la encargada de conducir el agua desde la Estación de Bombeo Robres hasta la Balsa Intermedia Robres, desde la que se regulará y almacenará el agua correspondiente al Piso Robres Bajo. Es importante recalcar que esta infraestructura tendrá las funciones de impulsión a la Balsa Intermedia Robres, y a la vez, de distribución del Piso Robres Bajo.

El trazado previsto para la Impulsión Robres 1 a la Balsa Intermedia Robres estará compuesto por una tubería con las siguientes características:

- Longitud:.....1.226,84 m.
- Tubería: ..... PRFV DN 1000 PN 10.
- Rugosidad (K):..... 0,01 mm.
- Caudal..... 1.065,16 l/s.

En el Anejo Nº 9 "Cálculos Hidráulicos del Bombeo" se justifica el caudal de diseño y los cálculos hidráulicos de esta conducción.

### 6.3.10 Balsa Intermedia Robres

Con la finalidad de poder realizar un almacenamiento y regulación para poder aprovechar la energía fotovoltaica disponible en la Estación de Bombeo Robres y la posibilidad de elevar agua a una determinada cota mediante bombas en el periodo tarifario P6 de la tarifa 6.1TD, y que a la vez la eficiencia sea lo mayor posible en el sistema, se plantea la construcción de dos balsas elevadas, situadas a diferentes cotas, que permitirán abastecer por presión a la Zona de Robres, estableciéndose un total de 2 pisos de riego con aporte desde balsa elevada. Es decir, hay dos balsas elevadas situadas a diferentes cotas y cada una de ellas abastece a un piso de riego diferente.

En este caso se analiza la construcción de la Balsa Intermedia Robres que abastecerá de agua al Piso Robres Bajo, que es la situada a menor cota de las dos balsas elevadas.

Esta infraestructura se proyecta con las siguientes finalidades:

El volumen que deberá de almacenar la mencionada balsa se determina en base al volumen de regulación semanal del sistema estableciéndose un caudal de llenado de la balsa de 112 horas/semana y un caudal de salida de la balsa de 24 h/día para la red del Piso Robre Bajo, que domina 1.098,38 ha, siendo estos los parámetros que determinan el balance de esta infraestructura. No obstante, se plantea una balsa con una capacidad de regulación suficiente para atender posibles problemas de suministro.

La capacidad de almacenamiento teórica diaria para el sistema, será de 67.379,02 m<sup>3</sup>/día, adoptándose finalmente un volumen superior para atender posibles fallos de regulación del canal, en este caso 97.535,98 m<sup>3</sup>, lo que suponen casi un día y medio de reserva en esta balsa para esta zona del sistema. A este volumen hay que sumar el volumen almacenado en el resto de balsas de esta zona del sistema, Balsa Intermedia Robres y Balsa Superior Robres, lo que supone un volumen total embalsado en el sistema de 310.512,98 m<sup>3</sup>, que son más de 3 días de reserva para toda la Zona de Robres.

Las principales características de la balsa de regulación se indican a continuación:

- Caudal de Llenado.....1.065 l/s
- Cota de coronación: ..... 425,00 m.s.n.m.
- Cota Máxima Ordinaria de agua (N.A.M.O.): ..... 424,00 m.s.n.m.
- Cota de fondo media:..... 417,00 m.s.n.m.
- Altura máxima del dique:..... 7,00 m
- Volumen de Agua (N.A.M.O):.....97.535,98 m<sup>3</sup>
- Movimientos de Tierra en Desmonte: .....68.954,08 m<sup>3</sup>
- Movimientos de Tierra en Terraplén: .....44.879,30 m<sup>3</sup>
- Longitud de Coronación:..... 552,10 m

Para los cálculos de estabilidad de los taludes proyectados se han utilizado los valores obtenidos en el Estudio Geotécnico realizado en la zona de ubicación de la balsa y que se adjunta al presente proyecto. Los cálculos de estabilidad de los taludes proyectados se detallan en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación".

En el mencionado Anejo Nº 10 se detallan igualmente todos los cálculos hidráulicos.

Constructivamente deberá tenerse en consideración, además de todos los aspectos descritos en el Anejo Nº 10, las consideraciones del Anejo Nº 7 "Estudio Geotécnico" relativas a saneos para mejora del apoyo del cimiento del dique.

En relación a la tramitación, del registro y clasificación de la balsa, pudiendo ver todos los cálculos de la balsa en el Anejo Nº 10 y los detalles constructivos en el dossier de planos propios del proyecto, podremos concluir que según el REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, en el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, en su Artículo 367. Obligaciones del titular, se dice que los titulares de presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m<sup>3</sup>, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estarán obligados a solicitar su clasificación y registro. En este caso la altura máxima del dique de la balsa es mayor de 5 m y la capacidad menor de 100.000 m<sup>3</sup>, por lo tanto, se propone tramitar la clasificación de la misma.

Todo lo relacionado con la tramitación de la balsa Pie de Canal se desarrolla en el Anejo Nº 11 "Análisis del Riesgo y Propuesta de Clasificación de las Balsas".

### 6.3.11 TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES 2 A Balsa SUPERIOR ROBRES

Se denomina Tubería de Impulsión Robres 2, a la encargada de conducir el agua desde la Estación de Bombeo Robres hasta la Balsa Superior Robres, desde la que se regulará y almacenará el agua correspondiente al Piso Robres Alto. Es importante recalcar que esta infraestructura tendrá las funciones de impulsión a la Balsa Superior Robres, y a la vez, de distribución del Piso Robres Alto.

El trazado previsto para la Impulsión Robres 2 a la Balsa Superior Robres estará compuesto por una tubería con las siguientes características:

- Longitud: ..... 1.534,57 m.
- Tubería: ..... PRFV DN 900 PN 10.
- Rugosidad (K): ..... 0,01 mm.
- Caudal ..... 664,44 l/s.

En el Anejo Nº 9 "Cálculos Hidráulicos del Bombeo" se justifica el caudal de diseño y los cálculos hidráulicos de esta conducción.

### 6.3.12 Balsa SUPERIOR ROBRES

Igual que en el caso de la Balsa Intermedia Robres con la finalidad de poder realizar un almacenamiento y regulación para poder aprovechar la energía fotovoltaica disponible en la Estación de Bombeo Robres y la posibilidad de elevar agua a una determinada cota mediante bombas en el periodo tarifario P6 de la tarifa 6.1TD, y que a la vez la eficiencia sea lo mayor posible en el sistema, se plantea la construcción de esta balsa.

En este caso se analiza la construcción de la Balsa Superior Robres que abastecerá de agua al Piso Robres Alto, que es la situada a mayor cota de las dos balsas elevadas.

Esta infraestructura se proyecta con las siguientes finalidades:

El volumen que deberá de almacenar la mencionada balsa se determina en base al volumen de regulación semanal del sistema estableciéndose un caudal de llenado de la balsa de 112 horas/semana y un caudal de salida de la balsa de 24 h/día para la red del Piso Robre Bajo, que domina 685,16 ha, siendo estos los parámetros que determinan el balance de esta infraestructura. No obstante, se plantea una balsa con una capacidad de regulación suficiente para atender posibles problemas de suministro.

La capacidad de almacenamiento teórica diaria para el sistema, será de 42.030,46 m<sup>3</sup>/día, adoptándose finalmente un volumen superior para atender posibles fallos de regulación del canal, en este caso 61.017,57 m<sup>3</sup>, lo que suponen casi un día y medio de reserva en esta balsa para esta zona del sistema. A este volumen hay que sumar el volumen almacenado en el resto de balsas de esta zona del sistema, Balsa Intermedia Robres y Balsa Superior Robres, lo que supone un volumen total embalsado en el sistema de 310.512,98 m<sup>3</sup>, que son más de 3 días de reserva para toda la Zona de Robres.

Las principales características de la balsa de regulación se indican a continuación:

- Caudal de Llenado ..... 664 l/s
- Cota de coronación: ..... 440,00 m.s.n.m.
- Cota Máxima Ordinaria de agua (N.A.M.O.): ..... 439,10 m.s.n.m.
- Cota de fondo media: ..... 435,00 m.s.n.m.
- Altura máxima del dique: ..... 6,54 m
- Volumen de Agua (N.A.M.O.): ..... 61.017,57 m<sup>3</sup>
- Movimientos de Tierra en Desmante: ..... 23.127,57 m<sup>3</sup>
- Movimientos de Tierra en Terraplén: ..... 22.301,68 m<sup>3</sup>
- Longitud de Coronación: ..... 518,44 m

Para los cálculos de estabilidad de los taludes proyectados se han utilizado los valores obtenidos en el Estudio Geotécnico realizado en la zona de ubicación de la balsa y que se adjunta al presente proyecto. Los cálculos de estabilidad de los taludes proyectados se detallan en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación".

En el mencionado Anejo Nº 10 se detallan igualmente todos los cálculos hidráulicos.

Constructivamente deberá tenerse en consideración, además de todos los aspectos descritos en el Anejo Nº 10, las consideraciones del Anejo Nº 7 "Estudio Geotécnico" relativas a saneos para mejora del apoyo del cimiento del dique.



En relación a la tramitación, del registro y clasificación de la balsa, pudiendo ver todos los cálculos de la balsa en el Anejo Nº 10 y los detalles constructivos en el dossier de planos propios del proyecto, podremos concluir que según el REAL DECRETO 9/2008, de 11 de enero, en el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, en su Artículo 367. Obligaciones del titular, se dice que los titulares de presas y balsas de altura superior a 5 metros o de capacidad de embalse mayor de 100.000 m<sup>3</sup>, de titularidad privada o pública, existentes, en construcción o que se vayan a construir, estarán obligados a solicitar su clasificación y registro. En este caso la altura máxima del dique de la balsa es mayor de 5 m y la capacidad menor de 100.000 m<sup>3</sup>, por lo tanto, se propone tramitar la clasificación de la misma.

Todo lo relacionado con la tramitación de la balsa Pie de Canal se desarrolla en el Anejo Nº 11 "Análisis del Riesgo y Propuesta de Clasificación de las Balsas.

#### 6.3.13 RED DE RIEGO

Se ha partido de la relación de propietarios, parcelas y superficies, que se recogen en el Anejo Nº 2 "Relación de Parcelas y Superficies".

Se ha realizado la agrupación de parcelas en lotes, ajustándolos a superficies adecuadas para la posterior implantación tanto de coberturas enterradas. Asimismo, en base a esta distribución de fincas se han diseñado los trazados, atendiendo tanto a criterios técnicos como económicos y medioambientales. Además, estos trazados han sido validados por la comunidad de regantes.

Debido a las diferencias topográficas de la zona regable la superficie se ha dividido en tres zonas diferenciadas, cada una de las cuales se abastecerá desde una balsa independiente.

En primer lugar, se han definido dos captaciones en el Canal de Monegros, sectorizando la zona regable en dos zonas independientes y se han establecido zonas de riego que precisará de energía adicional y por lo tanto deberá ser abastecida con la ayuda de bombeos.

Para optimizar estos bombeos se plantea la construcción de balsas elevadas que permitan disponer de agua para el riego las 24 horas del día, y que los bombeos solo funcionen cuando haya disponibilidad de energía solar o de energía de la red, pero solo en el periodo más económico, el definido como P6 en la tarifa 6.1TD.

Tras los diferentes estudios se concluye el estructurar la zona de bombeos en tres pisos, diferenciados por la sectorización de la zona regable y las cotas de las parcelas. El Piso de Senés es el que se riegan todas las parcelas de la Zona de Senés, El Piso de Robres Bajo el que riega las parcelas más bajas de la Zona de Robres y el Piso de Robres Alto el que riega las parcelas más altas de la Zona de Robres.

Para ello se plantea la construcción de las tres balsas elevadas a diferentes cotas, cada una de ellas ajustada a las necesidades del piso que va a abastecer y a disponibilidad de espacio para su construcción.

En todas las zonas se desarrollará una red de tuberías que permitirá suministrar agua desde las balsas de regulación previstas en cada uno de los pisos, de modo que la Zona de Senés quedará dominada por presión natural desde la Balsa Superior de Senés, Red Senés, la Zona de Robres Baja quedará dominada por presión natural desde la Balsa Intermedia de Robres, Red Robres Baja, y la Zona de Robres Alta quedará dominada por presión natural desde la Balsa Superior de Robres, Red Robres Alta, siendo todas las balsa abastecidas por un bombeo.

De esta forma, se proyectan 3 redes de riego para dar suministro a las 2.878,57 ha incluidas en la modernización de estas 3 zonas:

- La Red Senés se abastece desde la Balsa Superior Senés. Abastece a un total de 1.095,03 ha.
- La Red Robres Baja se abastece desde la Balsa Intermedia Robres. Abastece un total de 1.098,38 ha.
- La Red Robres Alta se abastece desde la Balsa Superior Robres. Abastece un total de 685,16 ha.

##### 6.3.13.1 BASES PARA EL CÁLCULO DE LA RED

Los caudales para el cálculo de la red de riego se han establecido de acuerdo con la primera fórmula de CLEMENT para redes de riego a la demanda.

La U (Pq), función de la calidad de funcionamiento, toma los siguientes valores:

**Tabla 4.-** Calidad de Funcionamiento

Nº hidrantes	Calidad función (Pq)	U(Pq)
1-5	100%	
6-15	95%	1,645
16-25	92%	1,427
>25	90%	1,282

El sistema de riego será a la demanda entre hidrantes, y en aquellos hidrantes compartidos, el riego de parcelas será a turnos.

Para las redes de presión natural se prevé una duración diaria de riego de 24 horas diarias con un rendimiento de la red del 83%, en este sentido el rendimiento usado en la red será del 83 % (suponiendo un rendimiento del  $83\% \times \frac{168}{168}$ ).

Las tuberías se han calculado a partir de los caudales reales obtenidos en el punto anterior mediante el programa GESTAR, tal como se recoge en el Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego".

**6.3.13.2 CRITERIOS PARA LA ASIGNACIÓN DE HIDRANTES Y CAUDALES**

Para conformar las agrupaciones de riego se ha partido de la relación de propietarios, parcelas y superficies, que se recogen en el Anejo Nº 2 "Relación de Parcelas y Superficies". A partir de estas parcelas se trazan agrupaciones de cultivo en las que se engloban diferentes propietarios para que en un posterior amueblamiento facilitar la instalación de los sistemas planteados.

Como norma general se han establecido agrupaciones según los siguientes criterios:

- Como norma general, todas aquellas parcelas/explotaciones que tengan una superficie superior a las 5 ha tengan la consideración de hidrante único o agrupación única, asignándoles por tanto un hidrante de uso exclusivo (entendiendo por explotación a la agrupación de parcelas de la misma propiedad o cultivadas por un mismo comunero).
- Todas aquellas parcelas/explotaciones que tengan unas dimensiones inferiores a esas 5 ha se agruparán entre sí, salvo que su ubicación concreta, por estar rodeadas de parcelas/explotaciones que tengan la consideración de hidrante único por sus dimensiones, no permita tal agrupación.

- En estos casos se tenderá a no agrupar más de 8 parcelas/explotaciones por agrupación, con el objetivo de facilitar la organización posterior del riego.

La dotación establecida, considerada suficiente para un manejo adecuado del riego, es de 1,8 l/s\*ha. De la misma forma, la dotación mínima a colocar en parcela será de 15 l/s.

Las dotaciones definitivas establecidas son:

- Para hidrantes con  $Sup \leq 6$  ha ..... 15 l/s
- Para hidrantes con  $6 \text{ ha} < Sup \leq 10$  ha ..... 18 l/s
- Para hidrantes con  $Sup > 10$  ha .....  $Sup \times 1,8$  l/s

En el caso de instalaciones interiores ya existentes a fecha de redacción del proyecto en general se han mantenido las dotaciones actuales, ajustando dotaciones cuando ha sido preciso. En el Apéndice 2 del Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego" se incluye el estudio de estos casos.

**6.3.13.3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO**

Definidas las condiciones de servicio en todos y cada uno de los nodos que componen la red, su tipología y, los caudales circulantes en cada tramo, se ha realizado la optimización mediante el programa GESTAR y su módulo de cálculo DIOPCAL, tal y como se recoge en el Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego".

Los parámetros fijados para el desarrollo del proceso de cálculo son:

- Caudal ficticio continuo: ..... 0,71 l/s y ha
- Rendimiento de la red, r ..... 0,83
- Velocidad mínima admisible: ..... 0,5 m/s
- Velocidad máxima admisible: ..... 2,0 m/s
- Materiales:
  - $DN \leq 500$  mm ..... PVC-O
  - $DN \geq 400$  mm ..... PRVF

En las redes se han diseñado válvulas de vaciado en sus puntos más bajos, en previsión de facilitar los trabajos en las tareas de reparación o cualquier otra que pueda requerir el vaciado ocasional de las tuberías. Los diámetros de estos elementos se diseñan en función del volumen de agua a evacuar en cada punto.

De igual modo, a lo largo de toda la red se colocarán ventosas, en los puntos más elevados de ésta, para que realicen sus funciones durante el llenado, vaciado y funcionamiento de la tubería. Éstas serán de triple efecto con la finalidad de:

- Eliminar el aire durante el llenado.
- Introducir aire en el vaciado, evitando plegamientos.
- Eliminar aire y gases disueltos, durante el funcionamiento.

Tras estudiar los valores obtenidos, y aunque se podrían haber instalado diámetros de ventosa menores, para mayor seguridad únicamente se han instalado ventosas de 2", 3", 4", 6" y 8". Su localización concreta se detalla en los planos de Perfiles longitudinales.

#### 6.3.13.4 CÁLCULO MECÁNICO DE LAS TUBERÍAS

Para el cálculo mecánico de las tuberías se ha utilizado el programa MECANICO y el software disponible en la web de ASETUB, así como cálculos específicos aportados por alguno de los fabricantes de estas tuberías. Los cálculos mecánicos de las tuberías se justifican en el Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego".

Para contrarrestar el empuje originado por la presión interna de las tuberías en los puntos singulares (codos, reducciones, tes, etc.) se prevé la construcción de dados de anclaje, ejecutados "in situ" con bloques de hormigón en masa, cuyas dimensiones serán función del diámetro nominal de la tubería, de la presión de trabajo y de la geometría de la pieza a proteger. Los resultados obtenidos en este proceso de dimensionado se adjuntan en el anejo Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego".

#### 6.3.14 INSTALACIÓN EN MEDIA TENSIÓN

Se prevé la electrificación de los equipos de bombeo y automatismos a instalar en las dos Estaciones de Bombeo.

Para ello será necesaria la construcción de dos nuevas Líneas Aéreas de Media Tensión y los correspondientes Centros de Seccionamiento y Transformación.

#### Estación de Bombeo Senés

Para llevar a cabo las instalaciones previstas en la Estación de Bombeo de Senés ha sido necesaria la tramitación de un expediente de nuevo suministro ante la compañía eléctrica ERZ-ENDESA, con referencia de solicitud ATER001 0000532514-2. Para garantizar la disponibilidad de condiciones y de potencia la Comunidad de Regantes ha efectuado el pago de las mismas.

- **Nuevo suministro.** A partir del apoyo existente de la LEMT "MONTESUSÍN"
  - o Estos trabajos y consistirán en:
    - Instalación en servicio. Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio. Estos trabajos serán realizados íntegramente por la compañía de acuerdo al condicionado adjunto en Separata de Media Tensión.
      - Adecuación del apoyo existente.
      - Instalación de doble conversión A/S y 2 juegos de autoválvulas.
      - Instalación de autoválvulas con conjuntos terminales y antiescalo.
      - Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente y reinstalación de las redes aéreas actuales
      - Eliminación de los fusibles existentes en el comienzo de la derivación.
  - Nuevas instalaciones. Trabajos a realizar por el cliente.
    - Línea en doble circuito Subterránea de Media Tensión, RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20kV D/C, desde el apoyo existente hasta el nuevo centro de seccionamiento.
    - Edificio prefabricado para albergar el Centro de Seccionamiento con acceso desde vial público y diferenciado, Compañía y Usuario.
    - Celdas de protección propias del centro de seccionamiento, (línea, protección y medida). Las Celdas de Línea (Entrada, salida y entrega), gestionadas por la Compañía serán MOTORIZADAS. El resto de las celdas serán de accionamiento manual.
    - Construcción de una nueva Línea Subterránea/Aérea de Media Tensión (MT), LA-56 (47-AL1/8-ST1A) y RH5Z1 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV, particular entre el CS y el apoyo Nº 2, y entre este y el apoyo final de línea, y entre ese y el Centro de Transformación.
    - Edificio prefabricado para albergar el Centro de Transformación.
    - Celdas de protección propias del centro de transformación, (línea, protección),
    - Transformadores (MT/BT).

### Estación de Bombeo Robres

Para llevar a cabo las instalaciones previstas en la Estación de Bombeo de "ROBRES" ha sido necesaria la tramitación de un expediente de nuevo suministro ante la compañía eléctrica ERZ-ENDESA, con referencia de solicitud ATER001 0000532557-1. Para garantizar la disponibilidad de condiciones y de potencia la Comunidad de Regantes ha efectuado el pago de las mismas.

- **Nuevo suministro.** A partir del apoyo existente de la LEMT "TORRALBA"
  - o Estos trabajos y consistirán en:
    - Instalación en servicio. Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio. Estos trabajos serán realizados íntegramente por la compañía de acuerdo al condicionado adjunto en Separata de Media Tensión.
      - Adecuación del apoyo existente.
      - Instalación de doble conversión A/S y 2 juegos de autoválvulas.
      - Instalación de autoválvulas con conjuntos terminales y antiescalo.
      - Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente y reinstalación de las redes aéreas actuales
      - Eliminación de los fusibles existentes en el comienzo de la derivación.
- Nuevas instalaciones. Trabajos a realizar por el cliente.
  - Línea en doble circuito Subterránea de Media Tensión, RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20kV D/C, desde el apoyo existente hasta el nuevo centro de seccionamiento.
  - Edificio prefabricado para albergar el Centro de Seccionamiento con acceso desde vial público y diferenciado, Compañía y Usuario.
  - Celdas de protección propias del centro de seccionamiento, (línea, protección y medida). Las Celdas de Línea (Entrada, salida y entrega), gestionadas por la Compañía serán MOTORIZADAS. El resto de las celdas serán de accionamiento manual.
  - Construcción de una nueva Línea Subterránea/Aérea de Media Tensión (MT), LA-56 (47-AL1/8-ST1A) y RH5Z1 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV, particular entre el CS y el apoyo N° 1, y entre este y el apoyo final de línea, y entre ese y el Centro de Transformación.
  - Edificio prefabricado para albergar el Centro de Transformación.
  - Celdas de protección propias del centro de transformación, (línea, protección),
  - Transformadores (MT/BT).

### 6.3.15 INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN

Las redes eléctricas de baja tensión que da servicio a los diversos receptores de los edificios de bombeo previstos en el proyecto están constituidas por una red trifásica con neutro. La tensión entre fases es de 400V para la alimentación de las bombas, mientras que el resto de receptores son monofásicos a 230V o trifásicos a 400V.

#### Estación de Bombeo Senés

La potencia instalada de 947,1176 kW repartida entre los distintos usos como se refleja en el siguiente cuadro:

USO	POTENCIA
Fuerza Bombeo	34,8700 kW
Alumbrado Bombeo	2,2476 kW
Bombeo	910,0000 kW
<b>TOTAL</b>	<b>947,1176 kW</b>

#### Estación de Bombeo Robres

La potencia instalada de 1.248,057 kW repartida entre los distintos usos como se refleja en el siguiente cuadro:

USO	POTENCIA
Fuerza Bombeo	36,3500 kW
Alumbrado Bombeo	3,7076 kW
Bombeo	1.208,0000 kW
<b>TOTAL</b>	<b>1.248,0576 kW</b>

A la hora de la selección de los conductores se ha realizado una unificación de sus secciones, verificando que los factores de dimensionamiento (intensidad admisible y caída de tensión) cumplen lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E.B.T). Esto nos aportará en la fase de ejecución de la obra, una mayor agilidad en la realización del pedido de material.

En el Anejo N° 14 "Instalaciones Eléctricas. BT y Automatización" se recogen los cálculos detallados de las instalaciones proyectadas.

### 6.3.16 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

La actual situación del mercado energético conlleva el análisis de fuentes energéticas distintas a las convencionales. Tras el análisis de las diferentes alternativas se concluye que la alternativa a desarrollar contemplará el suministro energético para los bombeos a balsas elevadas basado en la energía solar fotovoltaica, combinada con la energía eléctrica convencional de la red eléctrica en los periodos donde la energía sea más barata, periodos P6 de la tarifa 6.1TD, evitando consumir energía de la red en el resto de periodos.

Se plantea que al menos el volumen equivalente a P2 del volumen del mes de máximas necesidades, julio, deberá ser elevado mediante energía solar fotovoltaica, para lo que se diseña las siguientes Instalaciones Solares Fotovoltaicas:

#### **Instalación Solar Fotovoltaica Senés**

Se proyecta instalar 1.836 paneles de 550 Wp, con una potencia total instalada de 1.009,80 kWp, sobre soportes formados por estructuras fijas con una orientación de 15º de forma que se maximice la producción energética en verano, que es cuando la demanda es mayor.

Estos módulos fotovoltaicos se instalarán junto a la Balsa Inferior Senés, con una superficie necesaria de 1,26 ha.

#### **Instalación Solar Fotovoltaica Robres**

Se proyecta instalar 2.646 paneles de 550 Wp, con una potencia total instalada de 1.455,30 kWp, sobre soportes formados por estructuras fijas con una orientación de 15º de forma que se maximice la producción energética en verano, que es cuando la demanda es mayor.

Estos módulos fotovoltaicos se instalarán junto a la Balsa Inferior Robres, con una superficie necesaria de 1,53 ha.

### 6.3.17 AUTOMATIZACIÓN

Tal y como se ha descrito con anterioridad en el proyecto se prevé la construcción de dos Estaciones de Bombeo con toda la aparamenta eléctrica, tanto de Media Tensión como en Baja Tensión, para dotarla de suministro eléctrico convencional y fotovoltaico.

Para una adecuada gestión de los equipos a instalar se prevé la automatización de las instalaciones, de forma que todos los elementos o infraestructura que condicionen su funcionamiento estén comunicados con los bombeos, implantando para ello una serie de

dispositivos y elementos de control y comunicación tanto en los propios bombeos como en las infraestructuras a controlar.

De forma general podemos decir que los puntos de control son:

- Obras de Toma:
  - o Obra de Toma Zona de Senés.
  - o Obra de Toma Zona de Robres.
- Balsas:
  - o Balsa Inferior Senés.
  - o Balsa Superior Senés.
  - o Balsa Inferior Robres.
  - o Balsa Intermedia Robres.
  - o Balsa Superior Robres.
- Estaciones de Bombeo:
  - o Estación de Bombeo Senés.
  - o Estación de Bombeo Robres.
- Instalaciones Solares Fotovoltaicas.
  - o Instalación Solar Fotovoltaica Senés.
  - o Instalación Solar Fotovoltaica Robres.
- Instalaciones Eléctricas, Centro de Transformación de las Estaciones de Bombeo.
- Redes de Riego:
  - o Piso Red Senés, abastecido por gravedad desde la Balsa Superior Senés.
  - o Piso Red Robres Bajo, abastecido por gravedad desde la Balsa Intermedia Robres.
  - o Piso Red Robres Alto, abastecido por gravedad desde la Balsa Superior Robres.

Toda esta información será transmitida por el telecontrol al Centro de Control de la C.R.

Este sistema, además, deberá permitir la comunicación bidireccional con el telecontrol, de forma que este pueda captar cuanta información sea necesaria, y desde el telecontrol se pueda consultar, almacenar información, o actuar en los horarios de bombeo.

Deberá facilitar la programación anual de las máximas potencias a satisfacer, de acuerdo con la tarifa contratada, en principio la tarifa 6.1.

### 6.3.18 TELECONTROL

En el Anejo Nº 14 "Telecontrol", se define el sistema de telecontrol previsto para el control de las infraestructuras de alta previstas (bombes, balsas, hidrantes, etc....).

Las principales características del telecontrol son:

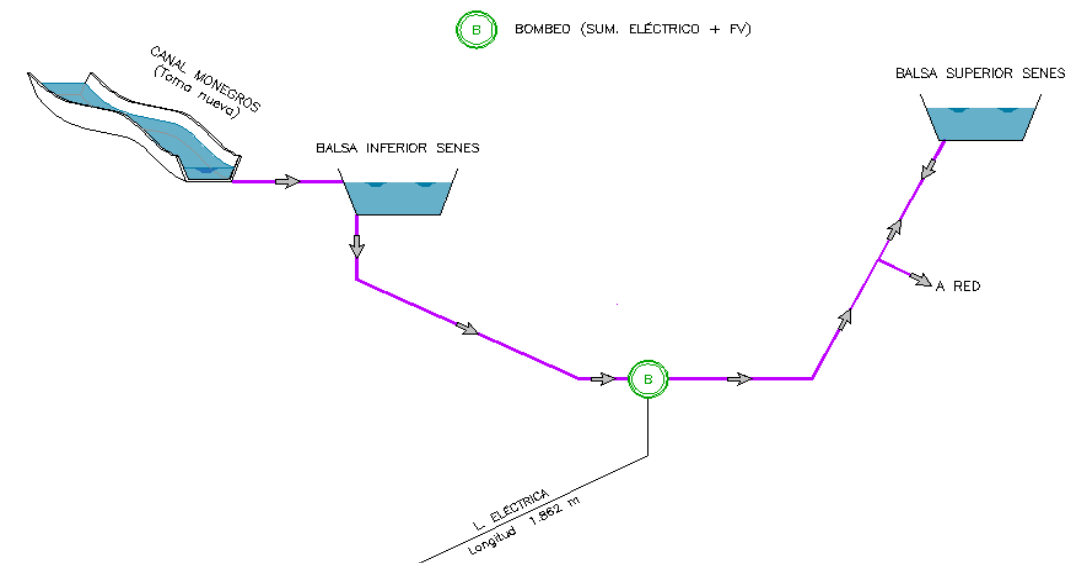
- Comunicaciones por sistema vía Radio, con banda libre.
- Remotas alimentadas por batería y placa solar fijada en mástil de al menos 3 metros de altura. Todos los equipos de campo serán IP66.
- Centro de control ubicado en el núcleo urbano de Robres.
- Comunicaciones centralizadas en el centro de control. Desde este se visualizará el estado de las principales infraestructuras. Además, deberá recopilarse y almacenarse toda la información procedente de la automatización de los Bombes, pudiéndose visualizar en tiempo real todos los parámetros de los equipos e infraestructuras que dependen de ella (balsas, etc....), y pudiendo actuar sobre la distribución horaria y programación de los bombes.
- Gestión y control total de la red de hidrantes. Envío de estado a Autómata para control de elementos de seguridad y gestión de la instalación.
- Desde el Centro de Control deberá poder analizarse el funcionamiento actual y pasado de las instalaciones, en las diferentes variables, de forma unificada o combinada. Como si estuviéramos en los autómatas de los bombes.
- En el centro de control se instalará todo el equipamiento completo para la adecuada gestión (PC, impresora, software y licencias, servidor, SAI, etc....)
- La visualización del SCADA de los bombes y las balsas desde el Centro de Control, estará adaptado a la obra ejecutada, siendo realista, tanto en el número y tipo de equipos, distribución, colectores, etc....
- Se completará la instalación con el control de la red de hidrantes con sistema vía radio desde el Centro de Control.

## 7 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

La actuación que comprende el proyecto, es la modernización de las infraestructuras de riego de la Comunidad de Regantes de COLLARADA, en la Provincia de Huesca. Esta zona comprende una superficie de riego total de 2.878,57 ha y se desarrolla en la margen izquierda del trazado del Canal de Monegros.

El funcionamiento hidráulico de la modernización de regadío planteada, queda representado en el siguiente esquema:

### Zona Senés

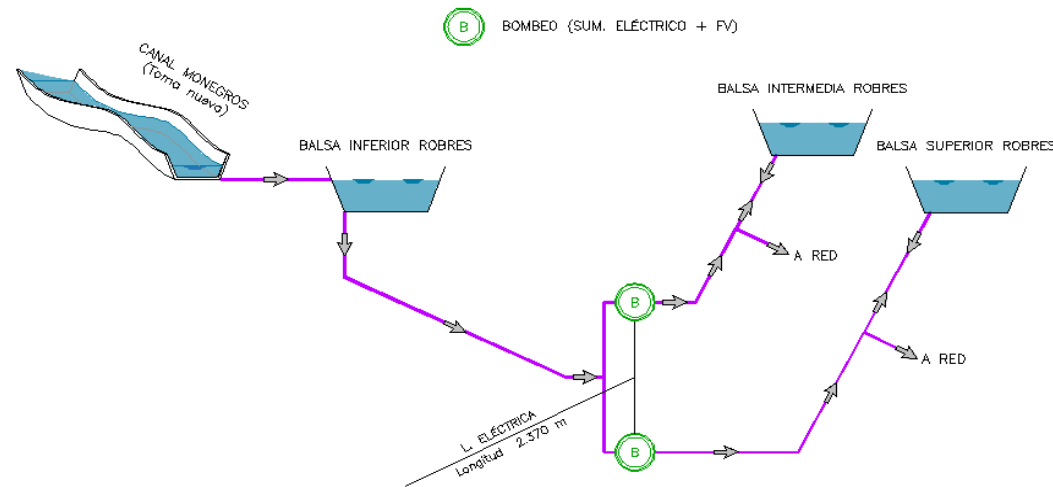


El sistema parte de la ejecución de una nueva obra de toma en el Canal de Monegros, que permitirá derivar caudales a una tubería de llenado (PRFV DN 800 PN6). Desde esta toma se deriva caudales a la Balsa Inferior Senés.

Desde la Balsa Inferior de Senés parte una tubería de conexión hasta la Estación de Bombeo, que deriva el caudal necesario para los equipos de bombeo que impulsan caudales a la Balsa Superior Senés. El colector de impulsión situado en el interior de la estación de bombeo cumple 2 funciones en virtud de la demanda de caudales en la red de riego: impulsar agua a la Balsa Inferior de Senés o distribuir el agua impulsada a la red de riego Senés.

El suministro eléctrico necesario para la estación de bombeo prevista se realizará mediante un sistema híbrido de energía fotovoltaica y energía eléctrica convencional.

### Zona Robres



El sistema parte de la ejecución de una nueva obra de toma en el Canal de Monegros, que permitirá derivar caudales a una tubería de llenado (PRFV DN 1000 PN6). Desde esta toma se deriva caudales a la Balsa Inferior Robres.

Desde la Balsa Inferior de Robres parte una tubería de conexión hasta la Estación de Bombeo, que deriva el caudal necesario para los equipos de bombeo que impulsan caudales a la Balsa Intermedia de Robres y la Balsa Superior Robres. Los colectores de impulsión 1 y 2 situados en el interior de la estación de bombeo cumplen 2 funciones en virtud de la demanda de caudales en las redes de riego: impulsar agua a las Balsas Intermedia de Robres y la Superior Robres respectivamente o distribuir el agua impulsada a las redes de riego Baja Robres y Alta Robres cada uno de ellos.

La tubería de aspiración será común a todos bombeos, teniendo su origen en la tubería de conexión de la Balsa Inferior Robres y la Estación de Bombeo.

El suministro eléctrico necesario para la estación de bombeo prevista se realizará mediante un sistema híbrido de energía fotovoltaica y energía eléctrica convencional.

La red principal diseñada para las dos zonas tiene una longitud total de 83.083,11 metros (78.125,65 m las redes riego y 4.957,46 m las tuberías de impulsión). Esta red finaliza en los hidrantes de riego, que en total son 304. Para los hidrantes compartidos, se ha diseñado de tal manera que la red terciaria distribuye el agua a cada parcela.

Así mismo, se prevé la ejecución de una red terciaria, desde los hidrantes hasta las tomas en parcela, con una longitud de 21.957 m en PEAD de 90 a 200 mm.

Para la correcta explotación de las infraestructuras de modernización, se decide implementar un sistema de telecontrol y telegestión de las redes de riego, hidrantes y tomas de parcela. El fin será controlar las infraestructuras principales de la instalación, los parámetros de servicio de la red y la organización del funcionamiento de los hidrantes y tomas de agrupación.

### **7.1 CAPTACIÓN EN EL CANAL DE MONEGROS ZONA SENÉS**

Dentro del capítulo de Captación de la Zona de Senés, quedarán incluidas todas aquellas infraestructuras y equipos previstos entre el Canal de Monegros y el final de la obra de entrada a la Balsa Inferior Senés.

#### 7.1.1 UBICACIÓN

Tal y como se ha indicado ya en apartados anteriores, este punto de captación se localiza aproximadamente en el P.K 34 + 530 del canal de Monegros, en su margen derecha, dentro del Término Municipal de Senés de Alcubierre (Huesca) en la Hoja 324-III (Robres) del Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1: 25.000, editado por el I.G.N.

Las coordenadas que definen su localización son las que se indican a continuación:

- X = 708.595
- Y = 4.641.200

A partir de este punto comienza el recorrido de la tubería de llenado, de Acero Helicosoldado DN 813 e = 7,90 mm hasta la arqueta del limpiarrejas, con una longitud de 3,70 m bajo el camino de servicio, tubería de PRFV DN 800 PN 10 desde el limpiarrejas hasta la balsa, con una longitud de 112,85 m, y de Acero Helicosoldado DN 813 e = 7,90 mm (caudalímetro y tramo bajo el dique de la balsa) con una longitud de 12,43 m.

### 7.1.2 TOMA NUEVA ZONA SENÉS EN EL CANAL DE MONEGROS

El emplazamiento finalmente elegido para la Balsa Inferior Senés hace que sea necesaria la construcción de una nueva toma en el Canal de Monegros.

Esta toma se plantea con una conexión con tubería Acero Helicosoldado DN 813 e = 7,90 mm, planteándose la instalación de una compuerta mural estanca a cuatro caras y en un sentido, de 1,20 m x 1,20 m, estando la compuerta motorizada y automatizada para asignar la consigna de caudal a entregar.

Esta tubería salvará el camino de servicio del canal y conectará con una arqueta en la que se prevé la instalación de un sistema de desbaste automático.

Desde la arqueta partirá una tubería de PRFV DN 800 PN 10 hasta la obra de entrada de la balsa, compuesta por un aliviadero invertido.

A continuación, se dimensiona el aliviadero y la tubería.

### 7.1.3 CONJUNTO REJA Y MAQUINA LIMPIARREJAS

En la obra de toma del Canal de Monegros prevista, al inicio de la tubería de llenado de la Balsa Inferior de Senés, se plantea, además de la instalación de una reja de desbaste, la instalación de un sistema limpiarrejas compuesto por la máquina limpiarrejas y por un sistema de expulsión que facilita la retirada de la suciedad.

### 7.1.4 ALIVIADERO OBRA DE VERTIDO A Balsa

Tal y como se ha indicado con anterioridad en el punto de vertido en balsa se prevé una obra de entrada tipo aliviadero invertido, garantizando un vertido laminar sobre la lámina impermeabilizante de la balsa y minimizando la energía de entrada, y por tanto los posibles daños.

El caudal de diseño para la infraestructura de llenado de la Balsa Inferior Senés es de 777 l/s.

Con lo que la longitud del labio del aliviadero será de 6,00 m para una altura de lámina de agua de 0,17 m, en la situación actual, y adoptando 387,37 m.s.n.m. como cota máxima de vertido, 0,33 m por debajo de la cota máxima de agua (N.A.M.O.). Con este planteamiento, en la situación actual, el calado será de 0,17 m.

La arqueta del aliviadero tendrá unas dimensiones interiores en planta de 6,00 x 1,50 m y una altura mínima de 2,0 m, en HA-25 armado de 20 cm de espesor, con doble mallazo de 12 mm de diámetro en cuadrícula de 0,15 x 0,15 m.

Para obtener mayor información sobre la ubicación de este elemento consultar el Documento "Planos" del presente proyecto, concretamente en el Plano Nº 05.08 "Balsa Inferior Senés Obra de Entrada".

### 7.1.5 TUBERÍA DE LLENADO DE LA Balsa INFERIOR SENÉS

Tal y como se ha indicado con anterioridad, la instalación deberá estar ajustada para la demanda actual. Así pues, se realizará el análisis para 777 l/s.

Se adopta el criterio de considerar un labio de 6,00 m para una altura de lámina de agua de 0,17 m, en la situación actual, y adoptando 387,37 m.s.n.m. como cota máxima de vertido, 0,33 m por debajo de la cota máxima de agua (N.A.M.O.), y 0,37 m con respecto a la cota de solera del Canal, 387,74 m.s.n.m., siendo este el gradiente mínimo considerado en el dimensionado de esta tubería, asumiendo por parte de la Comunidad de Regantes que los últimos 0,33m se llenarán con un caudal menor al teórico de diseño.

Para verificar la funcionalidad de este elemento, se determinó la pérdida de carga de esta conducción en el caso de que funcionara "en carga", mediante la fórmula de Darcy-Weisbach.

Caudal (l/s)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	P.d.C. Embocadura (m.c.a.)
777	136	1,54	0,1

El desnivel existente es 0,37 m (387,74-387,37), permite un transporte de caudal superior al de diseño por lo tanto la infraestructura permitirá transportar este caudal con holgura.

Así pues, la tubería de llenado será de Acero Helicosoldado DN 813 e = 7,90 mm hasta la arqueta del limpiarrejas, con una longitud de 3,70 m bajo el camino de servicio, tubería de PRFV DN 800 PN 10 desde el limpiarrejas hasta la balsa, con una longitud de 112,85 m, y de Acero Helicosoldado DN 813 e = 7,90 mm (caudalímetro y tramo bajo el dique de la balsa) con una longitud de 12,43 m.

El vertido de esta tubería en el vaso se realiza a través de un aliviadero invertido, tal y como se indica en los Planos Nº 04.01 y 05.08. Del mismo modo, para el control del agua derivada se instalará un caudalímetro de ultrasonidos, en un punto en el que la cota de la generatriz superior de la tubería está por debajo de la cota de solera del canal, es decir por debajo de la cota 387,74 m.s.n.m.



## 7.2 Balsa inferior Senés

Con la finalidad de poder realizar un almacenamiento y regulación del agua aportada del Canal de Monegros a través de la tubería de llenado, dimensionada en el Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego", está prevista la construcción de una Balsa de Regulación que pueda ser llenada desde el canal y que esté a la mayor cota posible para maximizar la eficiencia energética del sistema y reducir la necesidad de energía externa, desde la cual se suministres agua al sistema de bombas para que se eleva a la Balsa superior, lo que supone que desde esta infraestructura se derivará agua a toda la Zona de Senés y sus infraestructuras de riego.

La solución constructiva propuesta para la construcción de este elemento comprende la ejecución de un dique perimetral con materiales procedentes de la excavación adecuadamente compactados eliminando tanto el material vegetal como los rellenos antrópicos, impermeabilizándose mediante lámina de PEAD y geotextil. Las características constructivas del depósito de regulación se recogen a continuación:

- Cota de coronación: ..... 390,50 m.s.n.m.
- Cota Máxima Ordinaria de agua (N.A.M.O.):..... 387,70 m.s.n.m.
- Cota Máxima de agua (N.A.M.E.):..... 387,91 m.s.n.m.
- Resguardo (sobre N.A.M.O.): ..... 2,80 m
- Cota de fondo media: ..... 382,70 m.s.n.m.
- Calado máximo del agua (N.A.M.O.):..... 5,00 m
- Altura máxima del dique: ..... 0,56 m
- Anchura de coronación: ..... 5,00 m
- Talud exterior desmonte (H/V):..... 1/1
- Talud exterior terraplén (H/V): ..... 2/1
- Talud interior (H/V): ..... 2,5/1
- Densidad de compactación exigida: ..... 98% del Ensayo Proctor Modificado.
- Capacidad:..... 98.237,12 m<sup>3</sup>
- Drenaje perimetral para control de freático en fase de construcción y explotación.

El volumen que deberá de almacenar la mencionada balsa se determina en base al volumen de regulación semanal del sistema estableciéndose un caudal de llenado de la balsa de 24 horas/día y un caudal de salida de la balsa demandado por el sistema de bombas a balsa elevada en el mes de máximas necesidades (julio) y en un funcionamiento de 112 h/semanales, desde la que se dominan las 1.095,03 ha del Piso Senés, siendo el balance muy pequeño. No obstante, se plantea una balsa con una capacidad de regulación de dos días por ajustarse a las recomendaciones de Riegos del Alto Aragón.

La capacidad de almacenamiento teórica diaria para la Zona de Senés, 1.095,03 ha, será de 67.173,52 m<sup>3</sup>/día, es decir 134.347,04 m<sup>3</sup> para dos días de regulación en toda esta zona del sistema, adoptándose finalmente un volumen algo inferior por entender que debe considerarse la capacidad de almacenamiento de la balsa elevada. En este caso se fija un volumen de almacenamiento para esta balsa de 98.237,12 m<sup>3</sup>, lo que suponen casi 2 días de reserva en esta balsa para toda esta zona del sistema. A este volumen hay que sumar el volumen almacenado en la otra balsa de esta zona del sistema, Balsa Superior Senés, lo que supone un volumen total embalsado en el sistema de 189.051,11 m<sup>3</sup>, que son casi 3 días de reserva para toda la Zona de Senés.

### 7.2.1 OBRA DE ENTRADA

La obra de entrada de la Balsa inferior Senés, queda definida en el apartado 7.1, de la presente memoria. La justificación de cálculo de estos elementos se encuentra recogida en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación" y pueden verse en los Planos Nº 04.01 "Obra de Toma Senés" y Nº 05.08 "Balsa inferior Senés Obra de Entrada".

### 7.2.2 ALIVIADERO

Para la correcta evacuación del caudal excedente que se pueda producir ante una situación de nivel NAMO en la balsa y precipitación máxima se va a proyectar una obra de fábrica consistente en un aliviadero. El caudal de diseño será igual al caudal de entrada más el agua procedente de la lluvia, calculado a continuación.

El caudal de llenado adoptado será el considerado en la situación de bombeo más el agua de lluvia, es decir 1.065 l/s. La longitud del labio del aliviadero será de 6,00 m para una altura de lámina de agua de 0,21 m.

La tubería que evacuará el agua de alivio será de Acero Helicosoldado DN 813 e = 7,90 mm (en el primer tramo bajo el dique) con una longitud de 12,00 m, y de PRFV DN 800 PN 10 hasta el punto de vertido, con una longitud total de 264,28 m.

El vertido de esta tubería se realiza en un desagüe al otro lado del canal de Monegros, ya que, al estar la balsa excavada en su totalidad, no se encuentra cota suficiente para el vertido en la margen derecha del canal. El cruce del canal se llevará a cabo mediante hinca para evitar afecciones al Canal. En el punto de vertido en el desagüe se ha proyectado una protección con escollera en una longitud de 20 m.

### 7.2.3 TOMA DE FONDO

La toma de fondo se define como la infraestructura que conecta la Balsa Inferior Senés con la Estación de Bombeo Senés.

Para el dimensionado de la Toma de Fondo, se ha tenido en cuenta el caudal de abastecimiento al bombeo en la situación de diseño. En este caso el caudal de cabecera para el funcionamiento de la red es 1.062 l/s, tal y como se establece en el Anejo Nº 9 "Cálculos Hidráulicos del Bombeo".

La Toma de Fondo estará formada por una obra de fábrica con forma trapecial en planta con un lado largo de 7,95 metros, un lado corto de 4,53 y una altura de 2,00 m en hormigón H-30 con doble mallazo de 12 mm de diámetro en cuadrícula de 0,15 m x 0,15 m y por una tubería de Acero Helicosoldado DN 1422 e = 10,03 mm, embebida en HA-25 armado de 30 cm de espesor, con un régimen de funcionamiento en carga, que unirá el fondo de la Balsa con la cántara de la estación de bombeo. Con una longitud total hasta la cántara de 57 m.

La cota de captación de la Toma de Fondo será de 381,00 m.s.n.m.

### 7.2.4 DESAGÜE DE FONDO

Por exigencia de la Subdirección General de Regadíos y economía del agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, y atendiendo a la existencia de diques de contención que en un momento dado se puedan debilitar y precisen de una actuación inmediata de vaciado orientada a la eliminación del riesgo, se indica que la balsa debe contar con una infraestructura de desagüe de fondo dimensionada para que el tiempo máximo de vaciado sea de 24 horas.

En este caso en particular, esta balsa se encuentra 100% excavada, por lo que el riesgo para el que se dimensiona la infraestructura del desagüe de fondo no existe, por lo que se entiende que no debe proyectarse esta infraestructura.

### 7.2.5 RED DE DRENAJE DE LA Balsa

Debido a la impermeabilización proyectada en la balsa y geometría de la balsa se ha diseñado un drenaje perimetral y central.

La red de drenaje consta de cuatro drenajes principales, dos perimetrales y dos centrales, de PVC ranurado DN 160 que permiten una sectorización de la balsa. Estos vierten de forma individual a la arqueta de control correspondiente, la cual, al ser registrable permite ubicar las posibles fugas.

Por su parte, las tuberías del drenaje estarán envueltas en geotextil, con relleno granular compuesto por grava 20/40.

Estos drenajes confluyen en un único punto junto a la toma de fondo, en la parte interior de la balsa, para cruzar el dique de la balsa en cuatro tuberías, una por cada uno de los drenajes. Una vez cruzan la balsa, estas descargarán en una arqueta de control de drenajes ubicada en la estación de bombeo. Desde dicha arqueta de control se verterá el agua a la cántara gracias a una bomba de achique.

Estos cuatro drenajes son capaces de desalojar más de los 39 l/s, previstos en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación".

### 7.2.6 IMPERMEABILIZACIÓN

En la impermeabilización de la balsa se pueden diferenciar dos elementos:

#### **Geotextil**

En la construcción de la balsa, la capa impermeable constará de una geomembrana. Para proteger esta membrana contra el punzonamiento y la abrasión, tanto durante la instalación como después de completada, se situará un geotextil de forma adyacente a la geomembrana.

Se elige un geotextil de 250 (g/m<sup>2</sup>) y una resistencia al punzonamiento de 2850 N.

#### **Lámina impermeabilizante**

Lámina impermeabilizante en polietileno de alta densidad (PEAD) de 2,0 mm de espesor.

El anclaje de las láminas en la coronación se realizará mediante zanja con materiales compactos con dimensiones acorde a lo definido en planos.

En cuanto al anclaje de la lámina a pie de talud, y según los resultados obtenidos del cálculo, se instalarían 4 bordillos tipo T3, con un lastre total de 468 kg/m. Como solución constructiva se plantea la colocación de tres mangas de polietileno rellenas de material granular, con un peso mínimo 525 kg/ml, para un máximo de cálculo de 444 kg/m correspondiente a la situación más expuesta.

#### 7.2.7 CORONACIÓN

La anchura de coronación será de 5,00 m, considerándose ésta como la anchura suficiente para poder transitar por la misma.

En la coronación se aplicará una capa de 0,20 m de zahorra natural compactada al 98% PM, con pendiente al exterior del 2% a fin de que haga la función de camino de servicio a lo largo de todo el perímetro.

#### 7.2.8 CERRAMIENTO

Con el fin de evitar la caída en el interior del vaso de personas o animales se prevé la instalación de un cerramiento metálico que englobe la Balsa a pie de canal.

Se prevé la instalación de una valla metálica de simple torsión, con una altura mínima de 2 m, postes cada 3 m y postes maestros cada 30 m. El diámetro del alambre será de 2,2mm con un paso de retícula de 50 mm. El anclaje de los postes se realizará mediante dados de hormigón HM-20, con dimensiones de 0,50 x 0,50 x 0,50 m y un muro de hormigón continuo de 15 cm que una los dados de anclaje.

### 7.3 ESTACIÓN DE BOMBEO SENÉS

#### 7.3.1 OBRA CIVIL

Para poder alojar todos los elementos previstos en esta Estación de Bombeo se ha previsto la construcción de una nave de planta rectangular, con unas dimensiones totales de 15,00 m de luz y 24,40 m de longitud, con una altura libre de pilar de 5,95 metros.

Tal y como se detalla en el Estudio Geotécnico, para el emplazamiento finalmente elegido por la propiedad para la ubicación de este edificio ha sido posible efectuar tomas de muestras. Para poder dimensionar la cimentación y estructura del edificio los geólogos han facilitado datos técnicos a considerar para el suelo existente, basándose en los datos empíricos de las muestras tomadas en la parcela donde se ubica la estación.

A continuación, se describen las principales características del edificio y de los equipos a instalar.

#### 7.3.1.1 CIMENTACIÓN Y SOLERA

Por su parte, la estructura de esta edificación descansará sobre la cimentación de la misma, realizada a base de zapatas aisladas con vigas de atado entre las mismas determinando el contorno de la edificación.

Las zapatas se unifican entre los 3 grupos en cuanto a profundidad de las mismas y tipología de armadura, empleándose en los tres casos armaduras de 20 mm de diámetro cada 15 cm, en ambas direcciones y caras de la zapata. Todas ellas se realizarán con HA-35/B/15-20/XC2+XA3+SR.

##### Zapata Central

Son las zapatas de los pilares centrales, es decir, de los 4 pórticos centrales de la nave. Se dispone un total de 8 zapatas de esta tipología, siendo las zapatas de referencia: ZB, ZC, ZH, ZJ. Siendo las dimensiones de las zapatas de 240 x 240 x 115 cm con armadura de 20 mm cada 15 cm en ambas caras y direcciones.

##### Zapata Esquina

Son las zapatas de los pilares de esquina, es decir, de los pilares principales de los pórticos extremos. Se dispone un total de 4 zapatas de esta tipología, siendo las zapatas de referencia: ZA, ZG, ZK y ZD. Siendo las dimensiones de las zapatas de 210 x 210 x 115 cm con armadura de 20 mm cada 15 cm en ambas caras y direcciones.

##### Zapata Hastial

Son las zapatas de los pilares hastiales, es decir, de los 2 pilares ubicados en la fachada hastial de ambos extremos de la nave. Se dispone un total de 2 zapatas de esta tipología, siendo las zapatas de referencia: ZE y ZF. Siendo las dimensiones de las zapatas de 250 x 250 x 115 cm con armadura de 20 mm cada 15 cm en ambas caras y direcciones.

Todas las zapatas estarán conectadas por una viga de atado son de 40 x 40 cm con 4 barras de 12 mm de diámetro y estribos de 8 mm de diámetro cada 25 cm.

La solera estará formada en primer lugar por una capa de material seleccionado compactado al 98% P.M. de 0,40 m. de espesor, sobre la cual se colocará una capa de 0,50 m. de espesor de hormigón HA-25/B/20/XC2+SR armado mediante mallazo de redondos de 6 mm de diámetro en paso de 0,20 x 0,20 m, con un tratamiento superficial de fratasado.

### 7.3.1.2 ESTRUCTURA

Se proyecta la nave con estructura de hormigón prefabricado formada por un pórtico de 15 m de luz, en total se colocarán 4 pórticos separados 8,13 m consiguiendo de esta forma una longitud de nave de 24,4 m aproximadamente. La estructura de la edificación se ha decidido realizar mediante perfiles de hormigón prefabricado, empleándose una estructura de hormigón prefabricado, entre los pilares de los pórticos centrales irán dispuestas vigas de tipo delta a modo de cubierta, y en el caso de los pilares de los pórticos hastiales irá una riostra frontal, y los cerramientos laterales estarán resueltos mediante fábrica de bloque prefabricado de hormigón.

Los pórticos estarán ejecutados mediante pilares de hormigón prefabricado con unas dimensiones de (40 cm x 50 cm) en los pilares centrales y de esquina, y para los hastiales unas dimensiones de (50 cm x 40 cm) considerándose las cargas del puente grúa en el caso de los pilares de la primera tipología, para la capacidad de carga deseada y para la luz de la nave, en el proceso de cálculos de la estructura realizados.

En los pórticos centrales se dispondrán vigas delta entre los pilares y en los hastiales vigas que conectarán los pilares esquina con el pilar hastial.

### 7.3.1.3 CUBIERTA

La cubierta poseerá vertiente a dos aguas, con una pendiente del 10 % y además de los obligados canalones de recogida de pluviales y bajantes. Será un cerramiento con panel de 30 mm de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0,5 mm de espesor.

### 7.3.1.4 CERRAMIENTOS Y ALBAÑILERÍA

En el interior del edificio se espera el apoyo de parte de los elementos de bombeo sobre el terreno, debiendo realizarse una adecuada base de apoyo, que se prevé realizar para ello una solera de hormigón.

Parte de las instalaciones, como pueden ser conducciones, filtro... se apoyarán en la solera de hormigón a realizar, y en los casos necesarios en macizos de hormigón que apoyaran sobre la misma, como podrían ser las bancadas para las bombas. La solera deberá disponer de una adecuada base de apoyo, que se realizará con material seleccionado compactado al 98% P.M. y con un espesor mínimo de 40 cm.

La solera será de un espesor de 25 cm realizada con hormigón HA-25/B/20/XC2+SR y con una armadura en ambas direcciones de 6 mm de diámetro cada 20 cm. Con acabado fratasado, y con la realización de cortes en la solera frente a la fisuración.

En la parte exterior del edificio, y en todo su contorno, se realizará en una anchura de 30 cm un zócalo realizado con hormigón con pendiente hacia el exterior. Este servirá para evacuar el agua a un punto más alejado de los muros y para permitir la correcta compactación del material de la explanada en la zona de contacto con el edificio.

El edificio dispondrá de un cerramiento lateral realizado mediante paneles de hormigón prefabricado, con tres alturas de paneles. Estos paneles se apoyarán entre sí, verticalmente apoyando el inferior sobre la viga de atado dispuesto entre las zapatas.

Además de estos elementos la edificación dispondrá de dos puertas de acceso para peatones y para vehículos de mediano tamaño (4 m x 4 m). Y dispondrá de ventanas y huecos de ventilación repartidos por el edificio. Además de incluir la instalación de extractores de aire para permitir la renovación del aire del interior.

### 7.3.2 OBRA CIVIL EN EL INTERIOR DE LA ESTACIÓN. CANTARA

En el interior de la Estación de Bombeo Senés nos encontramos con una cantara de aspiración para las bombas de impulsión a la Balsa Superior de Senés.

Para mayor nivel de detalle consultar el Plano Nº 06.03. "Estación de Bombeo Senés Obra Civil"

Este foso está comunicado con la Balsa Inferior Senés, por medio de la tubería de la toma de fondo de ésta, ejecutada mediante una tubería de Acero Helicosoldado DN 1422 e = 10,03 mm, con una pendiente del 0,05 % hacia el foso, lo que supone que la cota de entrada de dicha toma de fondo a este foso se sitúa en la cota 380,80 m.s.n.m., siendo la cota de inicio en la tubería de fondo la cota 381,00 m.s.n.m.

Las dimensiones interiores de este foso serán de 3,00 metros de ancho y 10,00 metros de largo, con una profundidad de 9,80 m, situándose 0,05 m sobre la cota de solera del edificio, que se fija en la cota 390,55 m.s.n.m. De este modo, se garantizará que los equipos de bombeo puedan aprovechar la variación de nivel de la Balsa Inferior de Senés hasta la cota 390,60 m.s.n.m., y cuenten con sumergencia y distancias al fondo suficientes para su buen funcionamiento. Por su parte, la cota de solera de este foso de aspiración será la 380,80 m.s.n.m.

Los laterales y solera de este pozo se realizarán en su totalidad a base de muros de hormigón HA-25/B/20/XC2+SR, con un espesor de 0,70 m para los alzados de los muros y de 0,70m para la

losa de fondo, armados con Acero B-500-S según figura en el Plano Nº 06.03. "Estación de Bombeo Senés Obra Civil".

Para el apoyo de los equipos de bombeo se prevé la colocación de una estructura de forjado mediante perfiles metálicos IPE-200, dispuestos de acuerdo a los puntos de apoyo de los equipos bombeo.

Para evitar riesgos de caídas al interior del foso se prevé la colocación de una rejilla de tipo Tramex con trampilla practicable para acceso de personal tanto en el foso de bombas como en la arqueta de control de drenajes. Para acceder al interior tanto del pozo de aspiración como de la arqueta de control de drenajes se dispondrá la correspondiente escalera a base de patés de acero galvanizado de 0,38 x 0,25 y Ø 18 mm.

Del mismo modo, para independizar esta parte de la instalación de la Balsa Inferior Senés ante posibles situaciones de mantenimiento se plantea la instalación de una compuerta mural, de 1,40 x 1,40 m.

### 7.3.3 EQUIPOS DE BOMBEO

Se proyecta la construcción de una estación de bombeo, abastecida desde la Balsa Inferior Senés, para dar suministro a la Balsa Superior Senés.

En esta estación de bombeo, se encuentran los equipos de bombeo que alimentan a la Impulsión Senés desde una cántara abastecida desde la Balsa Inferior Senés.

Como se ha indicado anteriormente, esta edificación albergará los equipos de bombeo previstos para la impulsión del agua hasta la Balsa Superior Senés, para dominar por gravedad, a través de la misma tubería de impulsión, toda la Red de Riego del Piso Senés. Es decir, la tubería de impulsión prevista tendrá dos funciones, por un lado, la de impulsión en la fase de bombeo para el llenado de la Balsa Superior Senés, y por otra, la de distribución a la Red de Riego del Piso Senés.

Para ajustar el funcionamiento a la generación fotovoltaica se prevé la instalación de variadores de frecuencia en todas las bombas, entrando y saliendo del sistema en función de la generación existente. El fraccionamiento previsto en el bombeo se analiza de forma específica en el mencionado Anejo Nº 9 "Cálculos Hidráulicos del Bombeo".

El Bombeo se han diseñado con todos los elementos necesarios para asegurar su buen funcionamiento, así como su protección frente a eventuales transitorios en la red de riego producidos por la posible parada en el funcionamiento de los equipos de bombeo como consecuencia de la interrupción en el suministro de energía.

### Equipos de Bombeo

Para impulsar el caudal previsto en la impulsión a la Balsa Superior Senés se prevé instalar un total de cinco bombas verticales sumergidas:

- Una bomba vertical sumergida de 118,56 l/s (425 m<sup>3</sup>/h) a 58,27 m.c.a., con caudal mínimo de 38,89 l/s (140 m<sup>3</sup>/h), accionada mediante variador de frecuencia solar híbrido de forma que pueda trabajar a 47,3 m.c.a. con el mismo caudal, y a 66,82 m.c.a. con algo menos del caudal nominal, y que a su vez sea capaz de trabajar al menor caudal posible para maximizar el aprovechamiento de la energía fotovoltaica disponible.
- Cuatro bombas verticales sumergidas de 236,11 l/s (850 m<sup>3</sup>/h) a 58,27 m.c.a. con caudal mínimo de 118,56 l/s (425 m<sup>3</sup>/h), cada una. Todas ellas reguladas mediante variador de frecuencia solar híbrido de forma que pueda trabajar a 47,3 m.c.a. con el mismo caudal, y a 66,82 m.c.a. con algo menos del caudal nominal, y a su vez serán capaces de solaparse con los otros equipos con rendimientos hidráulicos elevados.

De este modo la potencia total instalada en el bombeo a Balsa Superior Senés será de 1x110 kW + 4x200kW. La potencia absorbida será la suma de las potencias absorbidas de todas las bombas, para el caso del punto de diseño 910 kW.

### 7.3.4 VALVULERÍA Y ACCESORIOS

Sobre la cántara de hormigón armado, abastecida desde la Balsa Inferior Senés, se colocarán las cinco bombas verticales sumergidas, una de 100 kW y cuatro de 200 kW, a partir de las bombas se colocarán los siguientes elementos:

- En cada uno de los cuatro colectores DN 450 que conectan con las cuatro bombas verticales de 200 kW encontramos: 1 cono de ampliación DN 300 - DN 450, 1 válvula de retención de discos concéntricos DN 450, 1 carrete de desmontaje DN 450 y 1 válvula de mariposa DN 450.
- En el colector DN 300 que conectan con la bomba vertical de 110 kW encontramos: 1 cono de ampliación DN 200 - DN 300, 1 válvula de retención de discos concéntricos DN 300, 1 carrete de desmontaje DN 300 y 1 válvula de mariposa DN 300.

Los colectores de salida conectarán con un colector mayor de DN 1000, que impulsará el agua hasta la Balsa Superior Senés. En este colector encontramos los siguientes elementos:

- 3 Ventosa automática trifuncional de 6" de cuerpo compacto e interior de acero inoxidable con válvula de compuerta DN 150.
- 2 Transductores de presión con salida de 4-20 mA, alimentación 12 a 32 V DC, precisión 0,1m.c.a. y rangos de 0-16 m.c.a., con manómetro con idéntico rango de medida y precisión, precedidos de válvula de seccionamiento tipo bola.
- 1 Carrete de desmontaje DN 200
- 1 Válvula de alivio rápido DN 300
- Conjunto de filtración automático para un caudal de 1062 l/s a base de filtros de mallas autolimpiantes eléctricos de 1500 micras provistos de malla en acero inoxidable, para una presión de trabajo de 10 Atm, voltaje de control 24 V DC y tensión de operación de los filtros 24 V AC Monofásico.
- 1 Carrete telescópico de desmontaje de diámetro nominal de DN 1000 de acero al carbono revestido con epoxy.
- 1 Válvula de mariposa cuerpo de fundición nodular, con bridas estándar, eje de acero inoxidable, lenteja de acero inoxidable, anillo con EPDM, con p.p. de juntas y tornillería; presión de trabajo de hasta 16 Atm, de DN 1000.
- 1 Carrete de desmontaje DN 150
- 1 Válvula de compuerta DN 150
- Accesorios de unión entre tuberías, calderería y valvulería.

A continuación, el colector tendrá continuidad y tras un cuello de cisne se cambiará a tubería de PRFV DN 1000 PN 10, dando inicio a la Impulsión Senés a la Balsa Superior Senés. A unos pocos metros del inicio se instalará caudalímetro de ultrasonidos situado dentro de una arqueta en el exterior del edificio de la Estación de Bombeo Senés para el control de los caudales bombeados.

Se prevé la instalación de un puente grúa para una carga de 4 t y 15,0 metros de luz, para facilitar el montaje y desmontaje de los distintos equipos instalados, en caso de avería. Además de un caudalímetro de ultrasonidos antes de la entrada en el edificio de bombeo situado dentro de una arqueta en el exterior del edificio de la Estación de Bombeo para el control de los caudales gestionados por el sistema.

Todas las instalaciones descritas anteriormente pueden encontrarse en el plano 6.04 "Estación de Bombeo Senés. Instalaciones".

#### 7.4 TUBERÍA DE IMPULSIÓN A Balsa SUPERIOR SENÉS

Se denomina Tubería de Impulsión Senés, a la encargada de conducir el agua desde la Estación de Bombeo Senés hasta la Balsa Superior Senés, desde la que se regulará y almacenará el agua correspondiente al Piso Senés. Es importante recalcar que esta infraestructura tendrá las funciones de impulsión a la Balsa Superior Senés, y a la vez, de distribución del Piso Senés.

El trazado previsto para la Impulsión Senés a la Balsa Superior Senés estará compuesto por una tubería con las siguientes características:

- Longitud:.....2.051,53 m.
- Tubería: ..... PRFV DN 1000 PN 10.
- Rugosidad (K):..... 0,01 mm.
- Caudal..... 1.061,92 l/s.

Se prevé una cama de apoyo de la tubería para evitar problemas de asentamientos no deseados, estará compuesta por grava 6/12 mm y 0,15 m de espesor. A continuación, se realizará relleno también con grava 6/12 mm hasta 0,10 m por encima de la generatriz superior de la tubería. Posteriormente se procederá a la cubrición con una capa de 0,30 m de relleno con material seleccionado compactado al 95 % del Proctor Normal. Por último, se realizará un relleno ordinario hasta la cota del terreno. En caso de llegar a profundidades mayores de 3 metros se requerirá la excavación de bermas a cada lado de la zanja de 1 metro de ancho y 3 metros de ancho.

#### 7.5 Balsa SUPERIOR SENÉS

Con la finalidad de poder realizar un almacenamiento y regulación para poder aprovechar la energía fotovoltaica disponible en la Estación de Bombeo Senés y la posibilidad de elevar agua a una determinada cota mediante bombas en el periodo tarifario P6 de la tarifa 6.1TD, y que a la vez la eficiencia sea lo mayor posible en el sistema, se plantea la construcción una balsa elevada, la Balsa Superior Senés, que permitirán abastecer por presión a la Zona de Senés, estableciéndose un único piso de riego con aporte desde la Balsa Superior Senés.

La solución constructiva propuesta para la construcción de este elemento comprende la ejecución de un dique perimetral con materiales procedentes de la excavación adecuadamente compactados eliminando tanto el material vegetal como los rellenos antrópicos, impermeabilizándose mediante lámina de PEAD y geotextil. Las características constructivas del depósito de regulación se recogen a continuación:

- Cota de coronación: ..... 440,00 m.s.n.m.
- Cota Máxima Ordinaria de agua (N.A.M.O.):..... 439,10 m.s.n.m.
- Cota Máxima de agua (N.A.M.E.):..... 439,29 m.s.n.m.
- Resguardo (sobre N.A.M.O.): .....0,90 m
- Cota de fondo media: ..... 435,00 m.s.n.m.
- Calado máximo del agua (N.A.M.O.):.....4,10 m
- Altura máxima del dique: .....4,70 m
- Anchura de coronación: .....5,00 m
- Talud exterior desmonte (H/V):..... 1/1
- Talud exterior terraplén (H/V): ..... 2/1
- Talud interior (H/V): ..... 2,5/1
- Densidad de compactación exigida: ..... 98% del Ensayo Proctor Modificado.
- Capacidad:..... 90.813,99 m<sup>3</sup>
- Drenaje perimetral para control de freático en fase de construcción y explotación.

El volumen que deberá de almacenar la mencionada balsa se determina en base al volumen de regulación semanal del sistema estableciéndose un caudal de llenado de la balsa de 112 horas/semana y un caudal de salida de la balsa de 24 h/día para la red del Piso Senés, que domina 1.095,03 ha, siendo estos los parámetros que determinan el balance de esta infraestructura. No obstante, se plantea una balsa con una capacidad de regulación suficiente para atender posibles problemas de suministro.

La capacidad de almacenamiento teórica diaria para el sistema, será de 67.173,52 m<sup>3</sup>/día, adoptándose finalmente un volumen superior para atender posibles fallos de regulación del canal, en este caso 90.813,99 m<sup>3</sup>, lo que suponen casi un día y medio de reserva en esta balsa para esta zona del sistema. A este volumen hay que sumar el volumen almacenado en la otra balsa de esta zona del sistema, Balsa Inferior Senés, lo que supone un volumen total embalsado en el sistema de 189.051,11 m<sup>3</sup>, que son casi 3 días de reserva para toda la Zona de Senés.

#### 7.5.1 ALIVIADERO

Para la correcta evacuación del caudal excedente que se pueda producir ante una situación de nivel NAMO en la balsa y precipitación máxima se va a proyectar una obra de fábrica consistente en un aliviadero. El caudal de diseño será igual al caudal de entrada más el agua procedente de la lluvia, calculado a continuación.

El caudal de llenado adoptado será el considerado en la situación de bombeo más el agua de lluvia, es decir 1.342 l/s. La longitud del labio del aliviadero será de 9,00 m para una altura de lámina de agua de 0,19 m.

La tubería que evacuará el agua de alivio será de Acero Helicosoldado DN 711 e = 7,90 mm (en el primer tramo bajo el dique) con una longitud de 15,00 m y tras este tramo se inicia un tramo de 125 m que se realiza con tubería de PRFV DN 700 mm.

El vertido de esta tubería se realiza en una zona en la que la pendiente del terreno resulta favorable para el desagüe en caso necesario, tal y como se indica en el Plano Nº 08.09. En la obra de salida se instalará una reja que evite la entrada de animales a la balsa a través del aliviadero.

#### 7.5.2 TOMA DE FONDO Y OBRA DE ENTRADA

En el caso de la Balsa Superior Senés la infraestructura de llenado y la obra de toma de fondo es la misma. Partiendo de la Estación de Bombeo Senés, se elevará el agua a través de la Tubería de Impulsión Senés hasta la Arqueta de válvulas de la Balsa Superior Senés.

La Toma de Fondo estará formada por una tubería de Acero Helicosoldado DN 1016 e = 10,03 mm, embebida en una viga de hormigón armado en el tramo que cruza el dique, con un régimen de funcionamiento en carga, que unirá el fondo de la Balsa con la red de riego. Con una longitud total de 35 m.

La cota de captación de la Toma de Fondo será de 435,00 m.s.n.m.

En este caso la función de protección frente a roturas se realizará con el caudalímetro de ultrasonidos DN 1000 y la válvula principal prevista en esta arqueta será una válvula de mariposa motorizada DN 1000 alimentada a 24 VDC, mediante paneles solares y baterías. El accionamiento de la misma se realizará en modo manual, o en automático a través de un autómatas que, con la lectura del caudalímetro previsto aguas debajo de esta arqueta, y tomando como referencia la lectura del caudal instantáneo y los incrementos súbitos, dará orden de cerrar la válvula. Este mecanismo se implementa para proteger frente a inundaciones por vaciado de la balsa en momentos de roturas de las tuberías de la red de riego. El estado de la válvula y la lectura del caudalímetro será comunicado al centro de control a través de la remota prevista en la balsa.

### 7.5.3 DESAGÜE DE FONDO

Por exigencia de la Subdirección General de Regadíos y economía del agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la balsa deberá contar con doble conducto de desagüe de fondo y estar dimensionado para que el tiempo máximo de vaciado sea de 24 horas.

Atendiendo a este requerimiento se analiza la solución óptima desde el punto de vista técnico-económico, concluyendo que la toma de fondo se ajustará a las necesidades de la red de riego, y el desagüe de fondo a las necesidades del vaciado.

Tras el estudio de las diferentes opciones se proyecta una tubería del desagüe de fondo, con una longitud de 140 metros, cota en punto de vertido 430, es decir con un desnivel de entre 9 m y 5 m.

Atendiendo a este desnivel y la cota variación de la cota de lámina en la balsa se concluye que en una tubería DN 500 el vaciado se realizará en un tiempo inferior a las 24 horas fijadas, por tanto, este será el diámetro elegido para el desagüe de fondo de la balsa.

Se proyecta una tubería de Acero Helicosoldado DN 508 e = 6,40 mm, en el tramo del interior del dique, embebida en una viga de hormigón armado y un segundo tramo de Hormigón DN 500 Clase C 90. Con un total de 450 m de longitud que, partiendo de Arqueta de válvulas de la Balsa Superior Senés.

El vertido de esta tubería se realiza en una zona en la que la pendiente del terreno resulta favorable para el desagüe en caso necesario, tal y como se indica en el Plano N° 08.08. En la obra de salida se instalará una reja que evite la entrada de animales a la balsa a través del aliviadero.

### 7.5.4 RED DE DRENAJE DE LA Balsa

Debido a la impermeabilización proyectada en la balsa y geometría de la balsa se ha diseñado un drenaje perimetral y central.

La red de drenaje consta de cinco drenajes principales, tres perimetrales y dos centrales, de PVC ranurado DN 160 que permiten una sectorización de la balsa. Estos vierten de forma individual a la arqueta de control correspondiente, la cual, al ser registrable permite ubicar las posibles fugas.

Por su parte, las tuberías del drenaje estarán envueltas en geotextil, con relleno granular compuesto por grava 20/40.

Estos drenajes confluyen en un único punto junto a la toma de fondo, en la parte interior de la balsa, para cruzar el dique de la balsa en cinco tuberías, una por cada uno de los drenajes. Una vez cruzan la balsa, estas descargarán en la arqueta de desagüe de fondo. Desde dicha arqueta se proyecta una tubería de PVC-O de DN 250 PN 10 que conectará con la tubería de desagüe descrita anteriormente. Se proyecta una válvula de seccionamiento que permitirá aislar la red de drenaje cuando se proceda al vaciado de la balsa a través de la tubería de desagüe.

Estos cuatro drenajes son capaces de desalojar más de los 53 l/s, previstos en el Anejo N° 10 "Balsas de Regulación".

### 7.5.5 IMPERMEABILIZACIÓN

En la impermeabilización de la balsa se pueden diferenciar dos elementos:

#### **Geotextil**

En la construcción de la balsa, la capa impermeable constará de una geomembrana. Para proteger esta membrana contra el punzonamiento y la abrasión, tanto durante la instalación como después de completada, se situará un geotextil de forma adyacente a la geomembrana.

Se elige un geotextil de 250 (g/m<sup>2</sup>) y una resistencia al punzonamiento de 2850 N.

#### **Lámina impermeabilizante**

Lámina impermeabilizante en polietileno de alta densidad (PEAD) de 2,0 mm de espesor.

El anclaje de las láminas en la coronación se realizará mediante zanja con materiales compactos con dimensiones acorde a lo definido en planos.



En cuanto al anclaje de la lámina a pie de talud, y según los resultados obtenidos del cálculo, se instalarían 3 bordillos tipo T3, con un lastre total de 351 kg/m. Como solución constructiva se plantea la colocación de dos mangas de polietileno rellenas de material granular, con un peso mínimo 350 kg/ml, para un máximo de cálculo de 289 kg/m correspondiente a la situación más expuesta.

#### 7.5.6 CORONACIÓN

La anchura de coronación será de 5,00 m, considerándose ésta como la anchura suficiente para poder transitar por la misma.

En la coronación se aplicará una capa de 0,20 m de zahorra natural compactada al 98% PM, con pendiente al exterior del 2% a fin de que haga la función de camino de servicio a lo largo de todo el perímetro.

#### 7.5.7 CERRAMIENTO

Con el fin de evitar la caída en el interior del vaso de personas o animales se prevé la instalación de un cerramiento metálico que englobe la Balsa a pie de canal.

Se prevé la instalación de una valla metálica de simple torsión, con una altura mínima de 2 m, postes cada 3 m y postes maestros cada 30 m. El diámetro del alambre será de 2,2mm con un paso de retícula de 50 mm. El anclaje de los postes se realizará mediante dados de hormigón HM-20, con dimensiones de 0,50 x 0,50 x 0,50 m y un muro de hormigón continuo de 15 cm que una los dados de anclaje.

### 7.6 CAPTACIÓN EN EL CANAL DE MONEGROS ZONA ROBRES

Dentro del capítulo de Captación de la Zona de Robres, quedarán incluidas todas aquellas infraestructuras y equipos previstos entre el Canal de Monegros y el final de la obra de entrada a la Balsa Inferior Robres.

#### 7.6.1 UBICACIÓN

Tal y como se ha indicado ya en apartados anteriores, este punto de captación se localiza aproximadamente en el P.K 42 + 660 del canal de Monegros, en su margen izquierda, dentro del Término Municipal de Robres (Huesca) en la Hoja 324-III (Robres) del Mapa Topográfico Nacional de España a escala 1: 25.000, editado por el I.G.N.

Las coordenadas que definen su localización son las que se indican a continuación:

- X = 713.065
- Y = 4.637.144

A partir de este punto comienza el recorrido de la tubería de llenado, de Acero Helicosoldado DN 1016 e = 10,03 mm hasta la arqueta del limpiarrejas, con una longitud de 22,33 m bajo el camino de servicio, tubería de PRFV DN 1000 PN 10 desde el limpiarrejas hasta la balsa, con una longitud de 31,68 m, y de Acero Helicosoldado DN 1016 e = 10,03 mm (caudalímetro y tramo bajo el dique) con una longitud de 8,31 m.

#### 7.6.2 TOMA NUEVA ZONA ROBRES EN EL CANAL DE MONEGROS

El emplazamiento finalmente elegido para la Balsa Inferior Robres hace que sea necesaria la construcción de una nueva toma en el Canal de Monegros.

Esta toma se plantea con una conexión con tubería Acero Helicosoldado DN 1016 e = 10,03 mm, planteándose la instalación de una compuerta mural estanca a cuatro caras y en un sentido, de 1,20 m x 1,20 m, estando la compuerta motorizada y automatizada para asignar la consigna de caudal a entregar.

Esta tubería salvará el camino de servicio del canal y conectará con una arqueta en la que se prevé la instalación de un sistema de desbaste automático.

Desde la arqueta partirá una tubería de PRFV DN 1000 PN 10 hasta la obra de entrada de la balsa, compuesta por un aliviadero invertido.

A continuación, se dimensiona el aliviadero y la tubería.

#### 7.6.3 CONJUNTO REJA Y MAQUINA LIMPIARREJAS

En la obra de toma del Canal de Monegros prevista, al inicio de la tubería de llenado de la Balsa Inferior de Robres, se plantea, además de la instalación de una reja de desbaste, la instalación de un sistema limpiarrejas compuesto por la máquina limpiarrejas y por un sistema de expulsión que facilita la retirada de la suciedad.

#### 7.6.4 ALIVIADERO OBRA DE VERTIDO A Balsa

Tal y como se ha indicado con anterioridad en el punto de vertido en balsa se prevé una obra de entrada tipo aliviadero invertido, garantizando un vertido laminar sobre la lámina impermeabilizante de la balsa y minimizando la energía de entrada, y por tanto los posibles daños.

El caudal de diseño para la infraestructura de llenado de la Balsa Inferior Robres es de 1.266 l/s.

Con lo que la longitud del labio del aliviadero será de 9,00 m para una altura de lámina de agua de 0,14 m, en la situación actual, y adoptando 385,4 m.s.n.m. como cota máxima de vertido, 0,60 m por debajo de la cota máxima de agua (N.A.M.O.). Con este planteamiento, en la situación actual, el calado será de 0,14 m.

La arqueta del aliviadero tendrá unas dimensiones interiores en planta de 9,00 x 1,50 m y una altura mínima de 2,10 m, en HA-25 armado de 20 cm de espesor, con doble mallazo de 12 mm de diámetro en cuadrícula de 0,15 x 0,15 m.

Para obtener mayor información sobre la ubicación de este elemento consultar el Documento "Planos" del presente proyecto, concretamente en el Plano Nº 09.08 "Balsa Inferior Robres Obra de Entrada".

#### 7.6.5 TUBERÍA DE LLENADO DE LA Balsa INFERIOR SENÉS

Tal y como se ha indicado con anterioridad, la instalación deberá estar ajustada para la demanda actual. Así pues, se realizará el análisis para 1.266 l/s.

Se adopta el criterio de considerar un labio de 9,00 m para una altura de lámina de agua de 0,14 m, en la situación actual, y adoptando 385,4 m.s.n.m. como cota máxima de vertido, 0,60 m por debajo de la cota máxima de agua (N.A.M.O.), y 0,37 m con respecto a la cota de solera del Canal, 386,18 m.s.n.m., siendo este el gradiente mínimo considerado en el dimensionado de esta tubería, asumiendo por parte de la Comunidad de Regantes que los últimos 0,60 m se llenarán con un caudal menor al teórico de diseño.

Para verificar la funcionalidad de este elemento, se determinó la pérdida de carga de esta conducción en el caso de que funcionara "en carga", mediante la fórmula de Darcy-Weisbach.

Caudal (l/s)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	P.d.C. Embocadura (m.c.a.)
1.266	71	1,62	0,1

El desnivel existente es 0,78 m (386,16-385,40), permite un transporte de caudal superior al de diseño por lo tanto la infraestructura permitirá transportar este caudal con holgura.

Así pues, la tubería de llenado será de Acero Helicosoldado DN 1016 e = 10,03 mm hasta la arqueta del limpiarrejas, con una longitud de 22,33 m bajo el camino de servicio, tubería de PRFV DN 1000 PN 10 desde el limpiarrejas hasta la balsa, con una longitud de 31,68 m, y de Acero Helicosoldado DN 1016 e = 10,03 mm (caudalímetro y tramo bajo el dique) con una longitud de 8,31 m.

El vertido de esta tubería en el vaso se realiza a través de un aliviadero invertido, tal y como se indica en los Plano Nº 04.02 y 09.08. Del mismo modo, para el control del agua derivada se instalará un caudalímetro de ultrasonidos, en un punto en el que la cota de la generatriz superior de la tubería está por debajo de la cota de solera del canal, es decir por debajo de la cota 386,16 m.s.n.m.

#### 7.7 Balsa INFERIOR ROBRES

Con la finalidad de poder realizar un almacenamiento y regulación del agua aportada del Canal de Monegros a través de la tubería de llenado, dimensionada en el Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego", está prevista la construcción de una Balsa de Regulación que pueda ser llenada desde el canal y que esté a la mayor cota posible para maximizar la eficiencia energética del sistema y reducir la necesidad de energía externa, desde la cual se suministres agua al sistema de bombas para que se eleva a las Balsas superior, lo que supone que desde esta infraestructura se derivará agua a toda la Zona de Robres y sus infraestructuras de riego.

La solución constructiva propuesta para la construcción de este elemento comprende la ejecución de un dique perimetral con materiales procedentes de la excavación adecuadamente compactados eliminando tanto el material vegetal como los rellenos antrópicos, impermeabilizándose mediante lámina de PEAD y geotextil. Las características constructivas del depósito de regulación se recogen a continuación:

- Cota de coronación: ..... 387,00 m.s.n.m.
- Cota Máxima Ordinaria de agua (N.A.M.O.):..... 386,00 m.s.n.m.
- Cota Máxima de agua (N.A.M.E.):..... 386,21 m.s.n.m.
- Resguardo (sobre N.A.M.O.): ..... 1,00 m
- Cota de fondo media: ..... 381,00 m.s.n.m.
- Calado máximo del agua (N.A.M.O.): ..... 5,00 m
- Altura máxima del dique: ..... 7,84 m
- Anchura de coronación: ..... 5,00 m
- Talud exterior desmonte (H/V): ..... 1/1
- Talud exterior terraplén (H/V): ..... 2/1
- Talud interior (H/V): ..... 2,5/1
- Densidad de compactación exigida: ..... 98% del Ensayo Proctor Modificado.
- Capacidad: ..... 151.959,43 m<sup>3</sup>
- Drenaje perimetral para control de freático en fase de construcción y explotación.

El volumen que deberá de almacenar la mencionada balsa se determina en base al volumen de regulación semanal del sistema estableciéndose un caudal de llenado de la balsa de 24 horas/día y un caudal de salida de la balsa demandado por el sistema de bombas a balsas elevadas en el mes de máximas necesidades (julio) y en un funcionamiento de 112 h/semanales, desde la que se dominan las 1.783,54 ha de los dos Pisos de Robres, siendo el balance muy pequeño. No obstante, se plantea una balsa con una capacidad de regulación de dos días por ajustarse a las recomendaciones de Riegos del Alto Aragón.

La capacidad de almacenamiento teórica diaria para la Zona de Senés, 1.783,54 ha, será de 109.409,48 m<sup>3</sup>/día, es decir 218.818,96 m<sup>3</sup> para dos días de regulación en toda esta zona del sistema, adoptándose finalmente un volumen algo inferior por entender que debe considerarse la capacidad de almacenamiento de la balsa elevada. En este caso se fija un volumen de almacenamiento para esta balsa de 151.959,43 m<sup>3</sup>, lo que suponen casi 2 días de reserva en esta balsa para toda esta zona del sistema. A este volumen hay que sumar el volumen almacenado en las otras balsas de esta zona del sistema, Balsa Intermedia Robres y Balsa Superior Robres, lo que supone un volumen total embalsado en el sistema de 310.512,98 m<sup>3</sup>, que son más de 3 días de reserva para toda la Zona de Robres.

#### 7.7.1 OBRA DE ENTRADA

La obra de entrada de la Balsa Inferior Robres, queda definida en el apartado 7.6, de la presente memoria. La justificación de cálculo de estos elementos se encuentra recogida en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación" y pueden verse en los Planos Nº 04.02 "Obra de Toma Robres" y Nº 09.08 "Balsa Inferior Robres Obra de Entrada".

#### 7.7.2 ALIVIADERO

Para la correcta evacuación del caudal excedente que se pueda producir ante una situación de nivel NAMO en la balsa y precipitación máxima se va a proyectar una obra de fábrica consistente en un aliviadero. El caudal de diseño será igual al caudal de entrada más el agua procedente de la lluvia, calculado a continuación.

El caudal de llenado adoptado será el considerado en la situación de bombeo más el agua de lluvia, es decir 1.644 l/s. La longitud del labio del aliviadero será de 9,00 m para una altura de lámina de agua de 0,22 m.

La tubería que evacuará el agua de alivio será de Acero Helicosoldado DN 813 de e = 7,90 mm (en el primer tramo bajo el dique) con una longitud de 12,00 m y tras este tramo se inicia un tramo de 141 m que se realiza con tubería de PRFV DN 800 mm.

El vertido de esta tubería se realiza en un pequeño desagüe existente al Sur de la Balsa Inferior de Robres, tributario de un desagüe de mayor entidad, (D-46-6), cuya pendiente resulta favorable para el desagüe en caso necesario, tal y como se indica en el Plano Nº 09.10. En la obra de salida se instalará una reja que evite la entrada de animales a la balsa a través del aliviadero.

#### 7.7.3 TOMA DE FONDO

La toma de fondo se define como la infraestructura que conecta la Balsa Inferior Robres con la Estación de Bombeo Robres.

Para el dimensionado de la Toma de Fondo, se ha tenido en cuenta el caudal de abastecimiento al bombeo en la situación de diseño. En este caso el caudal de cabecera para el funcionamiento de la red es 1.729 l/s, tal y como se establece en el Anejo Nº 9 "Cálculos Hidráulicos del Bombeo".

La Toma de Fondo estará formada por una tubería de Acero Helicosoldado DN 1219 e = 10,03 mm (en el primer tramo bajo el dique) con una longitud de 35,00 m, y tras este tramo se inicia un tramo de 105 m que se realiza con tubería de PRFV DN 1200 mm hasta la Estación de Bombeo Robres.

#### 7.7.4 DESAGÜE DE FONDO

Por exigencia de la Subdirección General de Regadíos y economía del agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la balsa deberá contar con doble conducto de desagüe de fondo y estar dimensionado para que el tiempo máximo de vaciado sea de 24 horas.

Atendiendo a este requerimiento se analiza la solución óptima desde el punto de vista técnico-económico, concluyendo que la toma de fondo se ajustará a las necesidades de la red de riego, y el desagüe de fondo a las necesidades del vaciado.

Tras el estudio de las diferentes opciones se concluye que la tubería del desagüe de fondo, con longitud 264 metros de longitud, con cota en punto de vertido 377 en el desagüe D-46-6 de la Confederación Hidrográfica del Ebro, que discurre al Oeste de la balsa, tendrá un desnivel de entre 9 y 4 m.

Atendiendo a este desnivel y la cota variación de la cota de lámina en la balsa se concluye que en una tubería DN 700 el vaciado se realizará en un tiempo inferior a las 24 horas fijadas, por tanto, este será el diámetro elegido para el desagüe de fondo de la balsa.

Se proyecta una tubería de Acero Helicosoldado DN 771 e = 7,90 mm, en el tramo del interior del dique, embebida en una viga de hormigón armado y un segundo tramo de Hormigón DN 800 Clase C 90. Con un total de 210 m de longitud que, partiendo de Arqueta de válvulas de la Balsa Inferior Robres.

#### 7.7.5 RED DE DRENAJE DE LA Balsa

Debido a la impermeabilización proyectada en la balsa y geometría de la balsa se ha diseñado un drenaje perimetral y central.

La red de drenaje consta de cuatro drenajes principales, dos perimetrales y dos centrales, de PVC ranurado DN 200 que permiten una sectorización de la balsa. Estos vierten de forma individual a la arqueta de control correspondiente, la cual, al ser registrable permite ubicar las posibles fugas.

Por su parte, las tuberías del drenaje estarán envueltas en geotextil, con relleno granular compuesto por grava 20/40.

Estos drenajes confluyen en un único punto junto a la toma de fondo, en la parte interior de la balsa, para cruzar el dique de la balsa en cuatro tuberías, una por cada uno de los drenajes. Una vez cruzan la balsa, estas descargarán en la arqueta de desagüe de fondo. Desde dicha arqueta se proyecta una tubería de PVC-O de DN 250 PN 10 que conectará con la tubería de desagüe descrita anteriormente. Se proyecta una válvula de seccionamiento que permitirá aislar la red de drenaje cuando se proceda al vaciado de la balsa a través de la tubería de desagüe.

Estos cuatro drenajes son capaces de desalojar más de los 63 l/s, previstos en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación".

#### 7.7.6 IMPERMEABILIZACIÓN

En la impermeabilización de la balsa se pueden diferenciar dos elementos:

##### **Geotextil**

En la construcción de la balsa, la capa impermeable constará de una geomembrana. Para proteger esta membrana contra el punzonamiento y la abrasión, tanto durante la instalación como después de completada, se situará un geotextil de forma adyacente a la geomembrana.

Se elige un geotextil de 250 (g/m<sup>2</sup>) y una resistencia al punzonamiento de 2850 N.

##### **Lámina impermeabilizante**

Lámina impermeabilizante en polietileno de alta densidad (PEAD) de 2,0 mm de espesor.

El anclaje de las láminas en la coronación se realizará mediante zanja con materiales compactos con dimensiones acorde a lo definido en planos.

En cuanto al anclaje de la lámina a pie de talud, y según los resultados obtenidos del cálculo, se instalarían 3 bordillos tipo T3, con un lastre total de 351 kg/m. Como solución constructiva se plantea la colocación de dos mangas de polietileno rellenas de material granular, con un peso mínimo 350 kg/ml, para un máximo de cálculo de 341 kg/m correspondiente a la situación más expuesta.

#### 7.7.7 CORONACIÓN

La anchura de coronación será de 5,00 m, considerándose ésta como la anchura suficiente para poder transitar por la misma.

En la coronación se aplicará una capa de 0,20 m de zahorra natural compactada al 98% PM, con pendiente al exterior del 2% a fin de que haga la función de camino de servicio a lo largo de todo el perímetro.

#### 7.7.8 CERRAMIENTO

Con el fin de evitar la caída en el interior del vaso de personas o animales se prevé la instalación de un cerramiento metálico que englobe la Balsa a pie de canal.

Se prevé la instalación de una valla metálica de simple torsión, con una altura mínima de 2 m, postes cada 3 m y postes maestros cada 30 m. El diámetro del alambre será de 2,2mm con un paso de retícula de 50 mm. El anclaje de los postes se realizará mediante dados de hormigón HM-20, con dimensiones de 0,50 x 0,50 x 0,50 m y un muro de hormigón continuo de 15 cm que una los dados de anclaje.

### 7.8 ESTACIÓN DE BOMBEO ROBRES

#### 7.8.1 OBRA CIVIL

Para poder alojar todos los elementos previstos en esta Estación de Bombeo se ha previsto la construcción de una nave de planta rectangular, con unas dimensiones totales de 18,00 m de luz y 42,70 m de longitud, con una altura libre de pilar de 5,95 metros.

Tal y como se detalla en el Estudio Geotécnico, para el emplazamiento finalmente elegido por la propiedad para la ubicación de este edificio ha sido posible efectuar tomas de muestras. Para poder dimensionar la cimentación y estructura del edificio los geólogos han facilitado datos técnicos a considerar para el suelo existente, basándose en los datos empíricos de las muestras tomadas en la parcela donde se ubica la estación.

A continuación, se describen las principales características del edificio y de los equipos a instalar.

##### 7.8.1.1 CIMENTACIÓN Y SOLERA

Por su parte, la estructura de esta edificación descansará sobre la cimentación de la misma, realizada a base de zapatas aisladas con vigas de atado entre las mismas determinando el contorno de la edificación.

Las zapatas se unifican entre los 3 grupos en cuanto a profundidad de las mismas y tipología de armadura, empleándose en los tres casos armaduras de 20 mm de diámetro cada 15 cm, en ambas direcciones y caras de la zapata. Todas ellas se realizarán con HA-35/B/15-20/XC2+XA3+SR.

##### Zapata Central

Son las zapatas de los pilares centrales, es decir, de los 4 pórticos centrales de la nave. Se dispone un total de 8 zapatas de esta tipología, siendo las zapatas de referencia: ZB, ZC, ZD, ZE, ZM, ZN, ZP y ZR. Siendo las dimensiones de las zapatas de 270 x 270 x 115 cm con armadura de 20 mm cada 15 cm en ambas caras y direcciones.

##### Zapata Esquina

Son las zapatas de los pilares de esquina, es decir, de los pilares principales de los pórticos extremos. Se dispone un total de 4 zapatas de esta tipología, siendo las zapatas de referencia: ZA, ZF, ZL y ZS. Siendo las dimensiones de las zapatas de 200 x 200 x 100 cm con armadura de 20 mm cada 15 cm en ambas caras y direcciones.

##### Zapata Hastial

Son las zapatas de los pilares hastiales, es decir, de los 2 pilares ubicados en la fachada hastial de ambos extremos de la nave. Se dispone un total de 4 zapatas de esta tipología, siendo las zapatas de referencia: ZG, ZH, ZJ y ZK. Siendo las dimensiones de las zapatas de 260 x 260 x 115 cm con armadura de 20 mm cada 15 cm en ambas caras y direcciones.

Todas las zapatas estarán conectadas por una viga de atado son de 40 x 40 cm con 4 barras de 12 mm de diámetro y estribos de 8 mm de diámetro cada 25 cm.

La solera estará formada en primer lugar por una capa de material seleccionado compactado al 98% P.M. de 0,40 m. de espesor, sobre la cual se colocará una capa de 0,25 m. de espesor de hormigón HA-25/B/20/XC2+SR armado mediante mallazo de redondos de 6 mm de diámetro en paso de 0,20 x 0,20 m, con un tratamiento superficial de fratasado.

### 7.8.1.2 ESTRUCTURA

Se proyecta la nave con estructura de hormigón prefabricado formada por un pórtico de 18 m de luz, en total se colocarán 6 pórticos separados 8,54 m consiguiendo de esta forma una longitud de nave de 42,70 m aproximadamente. La estructura de la edificación se ha decidido realizar mediante perfiles de hormigón prefabricado, empleándose una estructura de hormigón prefabricado, entre los pilares de los pórticos centrales irán dispuestas vigas de tipo delta a modo de cubierta, y en el caso de los pilares de los pórticos hastiales irá una riostra frontal, y los cerramientos laterales estarán resueltos mediante fábrica de bloque prefabricado de hormigón.

Los pórticos estarán ejecutados mediante pilares de hormigón prefabricado con unas dimensiones de (40 cm x 50 cm) en los pilares centrales y de esquina, y para los hastiales unas dimensiones de (50 cm x 40 cm) considerándose las cargas del puente grúa en el caso de los pilares de la primera tipología, para la capacidad de carga deseada y para la luz de la nave, en el proceso de cálculos de la estructura realizados.

En los pórticos centrales se dispondrán vigas delta entre los pilares y en los hastiales vigas que conectarán los pilares esquina con el pilar hastial.

### 7.8.1.3 CUBIERTA

La cubierta poseerá vertiente a dos aguas, con una pendiente del 10 % y además de los obligados canalones de recogida de pluviales y bajantes. Será un cerramiento con panel de 30 mm de espesor total conformado con doble chapa de acero de 0,5 mm de espesor.

### 7.8.1.4 CERRAMIENTOS Y ALBAÑILERÍA

En el interior del edificio se espera el apoyo de parte de los elementos de bombeo sobre el terreno, debiendo realizarse una adecuada base de apoyo, que se prevé realizar para ello una solera de hormigón.

Parte de las instalaciones, como pueden ser conducciones, filtro... se apoyarán en la solera de hormigón a realizar, y en los casos necesarios en macizos de hormigón que apoyaran sobre la misma, como podrían ser las bancadas para las bombas. La solera deberá disponer de una adecuada base de apoyo, que se realizará con material seleccionado compactado al 98% P.M. y con un espesor mínimo de 40 cm.

La solera será de un espesor de 25 cm realizada con hormigón HA-25/B/20/XC2+SR y con una armadura en ambas direcciones de 6 mm de diámetro cada 20 cm. Con acabado fratasado, y con la realización de cortes en la solera frente a la fisuración.

En la parte exterior del edificio, y en todo su contorno, se realizará en una anchura de 30 cm un zócalo realizado con hormigón con pendiente hacia el exterior. Este servirá para evacuar el agua a un punto más alejado de los muros y para permitir la correcta compactación del material de la explanada en la zona de contacto con el edificio.

El edificio dispondrá de un cerramiento lateral realizado mediante paneles de hormigón prefabricado, con tres alturas de paneles. Estos paneles se apoyarán entre sí, verticalmente apoyando el inferior sobre la viga de atado dispuesto entre las zapatas.

Además de estos elementos la edificación dispondrá de dos puertas de acceso para peatones y para vehículos de mediano tamaño (4 m x 4 m). Y dispondrá de ventanas y huecos de ventilación repartidos por el edificio. Además de incluir la instalación de extractores de aire para permitir la renovación del aire del interior.

### 7.8.2 EQUIPOS DE BOMBEO

Se proyecta la construcción de una estación de bombeo, abastecida desde la Balsa Inferior Robres, para dar suministro a la Balsa Intermedia Robres y a la Balsa Superior Robres.

En esta estación de bombeo, se encuentran los equipos de bombeo que alimentan cada una de las impulsiones desde un colector común de aspiración que parte desde la Balsa Inferior Robres.

Como se ha indicado anteriormente, esta edificación albergará los equipos de bombeo previstos para la impulsión del agua hasta la Balsa Intermedia Robres y la Balsa Superior Robres, para dominar por gravedad, a través de las mismas tuberías de impulsión, toda la Red de Riego del Piso Bajo Robres y del Piso Alto Robres. Es decir, las tuberías de impulsión previstas tendrán dos funciones, por un lado, la de impulsión en la fase de bombeo para el llenado de la Balsa Intermedia Robres y la Balsa Superior Robres, y por otra, la de distribución a la Red de Riego del Piso Bajo Robres y del Piso Alto Robres.

Para ajustar el funcionamiento a la generación fotovoltaica se prevé la instalación de variadores de frecuencia en todas las bombas, entrando y saliendo del sistema en función de la generación existente. El fraccionamiento previsto en el bombeo se analiza de forma específica en el mencionado Anejo Nº 9 "Cálculos Hidráulicos del Bombeo".

Los bombes se han diseñado con todos los elementos necesarios para asegurar su buen funcionamiento, así como su protección frente a eventuales transitorios en las redes de riego producidos por la posible parada en el funcionamiento de los equipos de bombeo como consecuencia de la interrupción en el suministro de energía.

### Equipos de Bombeo

A continuación, se describen cada uno de los equipos de bombeo a instalar en cada uno de las balsas elevadas:

#### - Bombeo Balsa Intermedia Robres.

- o Una Bomba de cámara partida de 152,78 l/s (550 m<sup>3</sup>/h) a 42,52 m.c.a., con caudal mínimo de 44,44 l/s (160 m<sup>3</sup>/h), accionada mediante variador de frecuencia solar híbrido de forma que pueda trabajar a 31,0 m.c.a. con el mismo caudal, y a 48,52 m.c.a. con algo menos del caudal nominal, y que a su vez sea capaz de trabajar al menor caudal posible para maximizar el aprovechamiento de la energía fotovoltaica disponible.
- o Cuatro bombas de cámara partida de 228,33 l/s (822 m<sup>3</sup>/h) a 42,52 m.c.a., con caudal mínimo de 152,78 l/s (550 m<sup>3</sup>/h), cada una. Todas ellas reguladas mediante variador de frecuencia solar híbrido de forma que pueda trabajar a 31,0 m.c.a. con el mismo caudal, y a 48,52 m.c.a. con algo menos del caudal nominal, y a su vez serán capaces de solaparse con los otros equipos con rendimientos hidráulicos elevados.

#### - Bombeo Balsa Superior Robres.

- o Una Bomba de cámara partida de 117,78 l/s (424 m<sup>3</sup>/h) a 59,83 m.c.a., con caudal mínimo de 36,11 l/s (130 m<sup>3</sup>/h), accionada mediante variador de frecuencia solar híbrido de forma que pueda trabajar a 49,0 m.c.a. con el mismo caudal, y a 64,38 m.c.a. con algo menos del caudal nominal, y que a su vez sea capaz de trabajar al menor caudal posible para maximizar el aprovechamiento de la energía fotovoltaica disponible.
- o Cuatro bombas de cámara partida de 182,22 l/s (656 m<sup>3</sup>/h) a 59,83 m.c.a., con caudal mínimo de 117,78 l/s (424 m<sup>3</sup>/h), cada una. Todas ellas reguladas mediante variador de frecuencia solar híbrido de forma que pueda trabajar a 49,0 m.c.a. con el mismo caudal, y a 64,38 m.c.a. con algo menos del caudal nominal, y a su vez serán capaces de solaparse con los otros equipos con rendimientos hidráulicos elevados.

De este modo la potencia total instalada en el bombeo será para el bombeo a la Balsa Intermedia Robres 1x90kW + 4x132kW, para el bombeo a Balsa Superior Robres 1x110kW + 3x160kW. La potencia absorbida total, para todos los equipos en el punto de diseño será de 1.208 kW.

### 7.8.3 VALVULERÍA Y ACCESORIOS

#### 7.8.3.1 GENERAL

El colector de admisión estará formado por una tubería de acero de calderería S 275 JR de 10 mm de espesor y protección Epoxy, de DN 1200. Al inicio de dicho colector, se colocarán los siguientes elementos:

- 1 Válvula de mariposa cuerpo de fundición nodular, con bridas estándar, eje de acero inoxidable, lenteja de acero inoxidable, anillo con EPDM, con p.p. de juntas y tornillería; presión de trabajo de hasta 16 Atm, de DN 1200.
- 1 Carrete telescópico de desmontaje de DN 1200 mm de acero al carbono revestido con epoxy.
- 1 filtro tipo W de DN 1200
- 1 Transductor de presión con salida de 4-20 mA, alimentación 12 a 32 V DC, precisión 0,1m.c.a. y rangos de 0-16 m.c.a., con manómetro con idéntico rango de medida y precisión, precedidos de válvula de seccionamiento tipo bola.
- 2 Ventosa automática trifuncional de 8" de cuerpo compacto e interior de acero inoxidable con válvula de compuerta de DN 200.
- Accesorios de unión entre tuberías, calderería y valvulería.

Se prevé la instalación de un puente grúa para una carga de 4 t y 18,0 metros de luz, para facilitar el montaje y desmontaje de los distintos equipos instalados, en caso de avería. Además de un caudalímetro de ultrasonidos antes de la entrada en el edificio de bombeo situado dentro de una arqueta en el exterior del edificio de la Estación de Bombeo para el control de los caudales gestionados por el sistema.

### 7.8.3.2 IMPULSIÓN Balsa INTERMEDIA ROBRES

El colector de aspiración se conectará a los cinco grupos motobombas de cámara partida, uno de 90 kW y cuatro de 132 kW, a través cinco colectores.

- En cada uno de los cuatro colectores DN 450 que conectan con las cuatro bombas de 132 kW encontramos: 1 válvula de mariposa DN 450, 1 carrete de desmontaje DN 450 y un cono de reducción DN 450 - DN 300 que conecta con la motobomba de 132 kW, a continuación, 1 cono de ampliación DN 250 - DN 450, 1 válvula de retención de discos concéntricos DN 450, 1 carrete de desmontaje DN 450 y 1 válvula de mariposa DN 450.
- En el colector DN 350 que conectan con la bomba de 90 kW encontramos: 1 válvula de mariposa DN 350, 1 carrete de desmontaje DN 350 y un cono de reducción DN 350 - DN 250 que conecta con la motobomba de 90 kW, a continuación, 1 cono de ampliación DN 200 - DN 350, 1 válvula de retención de discos concéntricos DN 350, 1 carrete de desmontaje DN 350 y 1 válvula de mariposa DN 350.
- 2 Válvulas de mariposa cuerpo de fundición nodular, con bridas estándar, eje de acero inoxidable, lenteja de acero inoxidable, anillo con EPDM, con p.p. de juntas y tornillería; presión de trabajo de hasta 16 Atm, de DN 400.
- 1 Carrete de desmontaje DN 400
- 1 válvula de retención de discos concéntricos DN 400
- Accesorios de unión entre tuberías, calderería y valvulería.

Los colectores de salida conectarán con un colector mayor de DN 1000, que impulsará el agua hasta la Balsa Intermedia Robres. En este colector encontramos los siguientes elementos:

- 3 Ventosa automática trifuncional de 6" de cuerpo compacto e interior de acero inoxidable con válvula de compuerta DN 150.
- 1 Carrete telescópico de desmontaje de DN 1000 de acero al carbono revestido con epoxy.
- 1 Válvula de mariposa cuerpo de fundición nodular, con bridas estándar, eje de acero inoxidable, lenteja de acero inoxidable, anillo con EPDM, con p.p. de juntas y tornillería; presión de trabajo de hasta 16 Atm, de DN 1000.
- 1 Transductor de presión con salida de 4-20 mA, alimentación 12 a 32 V DC, precisión 0,1m.c.a. y rangos de 0-16 m.c.a., con manómetro con idéntico rango de medida y precisión, precedidos de válvula de seccionamiento tipo bola.

- 1 Válvula de alivio rápido DN 200
- 1 Carrete de desmontaje DN 200
- 1 Válvula de compuerta DN 200
- 1 Carrete de desmontaje DN 150
- 1 Válvula de compuerta DN 150
- Accesorios de unión entre tuberías, calderería y valvulería.

A continuación, el colector tendrá continuidad y tras un cuello de cisne se cambiará a tubería de PRFV DN 1000 PN 10, dando inicio a la Impulsión Robres 1 a la Balsa Intermedia Robres. A unos pocos metros del inicio se instalará caudalímetro de ultrasonidos situado dentro de una arqueta en el exterior del edificio de la Estación de Bombeo Robres para el control de los caudales bombeados.

Todas las instalaciones descritas anteriormente pueden encontrarse en el plano 10.04 "Estación de Bombeo Robres Instalaciones".

### 7.8.3.3 IMPULSIÓN Balsa SUPERIOR ROBRES

El colector de aspiración se conectará a los cinco grupos motobombas de cámara partida, uno de 110 kW y tres de 160 kW, a través cinco colectores.

- En cada uno de los tres colectores DN 400 que conectan con las tres bombas de 160 kW encontramos: 1 válvula de mariposa DN 400, 1 carrete de desmontaje DN 400 y un cono de reducción DN 400 - DN 250 que conecta con la motobomba de 160 kW, a continuación, 1 cono de ampliación DN 200 - DN 400, 1 válvula de retención de discos concéntricos DN 400, 1 carrete de desmontaje DN 400 y 1 válvula de mariposa DN 400.
- En el colector DN 350 que conectan con la bomba de 110 kW encontramos: 1 válvula de mariposa DN 350, 1 carrete de desmontaje DN 350 y un cono de reducción DN 350 - DN 250 que conecta con la motobomba de 90 kW, a continuación, 1 cono de ampliación DN 200 - DN 350, 1 válvula de retención de discos concéntricos DN 350, 1 carrete de desmontaje DN 350 y 1 válvula de mariposa DN 350.
- 2 Válvulas de mariposa cuerpo de fundición nodular, con bridas estándar, eje de acero inoxidable, lenteja de acero inoxidable, anillo con EPDM, con p.p. de juntas y tornillería; presión de trabajo de hasta 16 Atm, de DN 400.
- 1 Carrete de desmontaje DN 400



- 1 válvula de retención de discos concéntricos DN 400
- Accesorios de unión entre tuberías, calderería y valvulería.

Los colectores de salida conectarán con un colector mayor de DN 1000, que impulsará el agua hasta la Balsa Superior Robres. En este colector encontramos los siguientes elementos:

- 3 Ventosa automática trifuncional de 6" de cuerpo compacto e interior de acero inoxidable con válvula de compuerta DN 150.
- 1 Carrete telescópico de desmontaje de DN 800 de acero al carbono revestido con epoxy.
- 1 Válvula de mariposa cuerpo de fundición nodular, con bridas estándar, eje de acero inoxidable, lenteja de acero inoxidable, anillo con EPDM, con p.p. de juntas y tornillería; presión de trabajo de hasta 16 Atm, de DN 800.
- 1 Transductor de presión con salida de 4-20 mA, alimentación 12 a 32 V DC, precisión 0,1m.c.a. y rangos de 0-16 m.c.a., con manómetro con idéntico rango de medida y precisión, precedidos de válvula de seccionamiento tipo bola.
- 1 Válvula de alivio rápido DN 200
- 1 Carrete de desmontaje DN 200
- 1 Válvula de compuerta DN 200
- 1 Carrete de desmontaje DN 150
- 1 Válvula de compuerta DN 150
- Accesorios de unión entre tuberías, calderería y valvulería.

A continuación, el colector tendrá continuidad y tras un cuello de cisne se cambiará a tubería de PRFV DN 900 PN 10, dando inicio a la Impulsión Robres 2 a la Balsa Superior Robres. A unos pocos metros del inicio se instalará caudalímetro de ultrasonidos situado dentro de una arqueta en el exterior del edificio de la Estación de Bombeo Robres para el control de los caudales bombeados.

Todas las instalaciones descritas anteriormente pueden encontrarse en el plano 10.04 "Estación de Bombeo Robres Instalaciones".

## 7.9 TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES 1 A Balsa INTERMEDIA ROBRES

Se denomina Tubería de Impulsión Robres 1, a la encargada de conducir el agua desde la Estación de Bombeo Robres hasta la Balsa Intermedia Robres, desde la que se regulará y almacenará el agua correspondiente al Piso Robres Bajo. Es importante recalcar que esta infraestructura tendrá las funciones de impulsión a la Balsa Intermedia Robres, y a la vez, de distribución del Piso Robres Bajo.

El trazado previsto para la Impulsión Robres 1 a la Balsa Intermedia Robres estará compuesto por una tubería con las siguientes características:

- Longitud:.....1.226,84 m.
- Tubería: ..... PRFV DN 1000 PN 10.
- Rugosidad (K):..... 0,01 mm.
- Caudal.....1.065,16 l/s.

Se prevé una cama de apoyo de la tubería para evitar problemas de asentamientos no deseados, estará compuesta por grava 6/12 mm y 0,15 m de espesor. A continuación, se realizará relleno también con grava 6/12 mm hasta 0,10 m por encima de la generatriz superior de la tubería. Posteriormente se procederá a la cubrición con una capa de 0,30 m de relleno con material seleccionado compactado al 95 % del Proctor Normal. Por último, se realizará un relleno ordinario hasta la cota del terreno. En caso de llegar a profundidades mayores de 3 metros se requerirá la excavación de bermas a cada lado de la zanja de 1 metro de ancho y 3 metros de ancho.

## 7.10 Balsa INTERMEDIA ROBRES

Con la finalidad de poder realizar un almacenamiento y regulación para poder aprovechar la energía fotovoltaica disponible en la Estación de Bombeo Robres y la posibilidad de elevar agua a una determinada cota mediante bombas en el periodo tarifario P6 de la tarifa 6.1TD, y que a la vez la eficiencia sea lo mayor posible en el sistema, se plantea la construcción de dos balsas elevadas, situadas a diferentes cotas, que permitirán abastecer por presión a la Zona de Robres, estableciéndose un total de 2 pisos de riego con aporte desde balsa elevada. Es decir, hay dos balsas elevadas situadas a diferentes cotas y cada una de ellas abastece a un piso de riego diferente.

En este caso se analiza la construcción de la Balsa Intermedia Robres que abastecerá de agua al Piso Robres Bajo, que es la situada a menor cota de las dos balsas elevadas.

La solución constructiva propuesta para la construcción de este elemento comprende la ejecución de un dique perimetral con materiales procedentes de la excavación adecuadamente compactados eliminando tanto el material vegetal como los rellenos antrópicos, impermeabilizándose mediante lámina de PEAD y geotextil. Las características constructivas del depósito de regulación se recogen a continuación:

- Cota de coronación: ..... 425,00 m.s.n.m.
- Cota Máxima Ordinaria de agua (N.A.M.O.):..... 424,00 m.s.n.m.
- Cota Máxima de agua (N.A.M.E.):..... 424,24 m.s.n.m.
- Resguardo (sobre N.A.M.O.): ..... 1,00 m
- Cota de fondo media: ..... 417,00 m.s.n.m.
- Calado máximo del agua (N.A.M.O.): ..... 7,00 m
- Altura máxima del dique: ..... 10,70 m
- Anchura de coronación: ..... 5,00 m
- Talud exterior desmonte (H/V): ..... 1/1
- Talud exterior terraplén (H/V): ..... 2/1
- Talud interior (H/V): ..... 2,5/1
- Densidad de compactación exigida: ..... 98% del Ensayo Proctor Modificado.
- Capacidad: ..... 97.535,98 m<sup>3</sup>
- Drenaje perimetral para control de freático en fase de construcción y explotación.

El volumen que deberá de almacenar la mencionada balsa se determina en base al volumen de regulación semanal del sistema estableciéndose un caudal de llenado de la balsa de 112 horas/semana y un caudal de salida de la balsa de 24 h/día para la red del Piso Robres Bajo, que domina 1.098,38 ha, siendo estos los parámetros que determinan el balance de esta infraestructura. No obstante, se plantea una balsa con una capacidad de regulación suficiente para atender posibles problemas de suministro.

La capacidad de almacenamiento teórica diaria para el sistema, será de 67.379,02 m<sup>3</sup>/día, adoptándose finalmente un volumen superior para atender posibles fallos de regulación del canal, en este caso 97.535,98 m<sup>3</sup>, lo que suponen casi un día y medio de reserva en esta balsa para esta zona del sistema. A este volumen hay que sumar el volumen almacenado en el resto de balsas de esta zona del sistema, Balsa Intermedia Robres y Balsa Superior Robres, lo que supone un volumen total embalsado en el sistema de 310.512,98 m<sup>3</sup>, que son más de 3 días de reserva para toda la Zona de Robres.

#### 7.10.1 ALIVIADERO

Para la correcta evacuación del caudal excedente que se pueda producir ante una situación de nivel NAMO en la balsa y precipitación máxima se va a proyectar una obra de fábrica consistente en un aliviadero. El caudal de diseño será igual al caudal de entrada más el agua procedente de la lluvia, calculado a continuación.

El caudal de llenado adoptado será el considerado en la situación de bombeo más el agua de lluvia, es decir 1.270 l/s. La longitud del labio del aliviadero será de 6,00 m para una altura de lámina de agua de 0,24 m.

La tubería que evacuará el agua de alivio será de Acero Helicosoldado DN 711 de e = 7,90 mm (en el primer tramo bajo el dique) con una longitud de 26,00 m y tras este tramo se inicia un tramo de 111 m que se realiza con tubería de PRFV DN 700 mm.

El vertido de esta tubería se realiza en una zona en la que la pendiente del terreno resulta favorable para el desagüe en caso necesario, tal y como se indica en el Plano Nº 12.09. En la obra de salida se instalará una reja que evite la entrada de animales a la balsa a través del aliviadero.

#### 7.10.2 TOMA DE FONDO Y OBRA DE ENTRADA

En el caso de la Balsa Intermedia Robres la infraestructura de llenado y la obra de toma de fondo es la misma. Partiendo de la Estación de Bombeo Robres, se elevará el agua a través de la Tubería de Impulsión Robres 1 hasta la Arqueta de válvulas de la Balsa Intermedia Robres.

La Toma de Fondo estará formada por una tubería de Acero Helicosoldado DN 1016 e = 10,03 mm, embebida en una viga de hormigón armado en el tramo que cruza el dique, con un régimen de funcionamiento en carga, que unirá el fondo de la Balsa con la red de riego. Con una longitud total de 50 m.

La cota de captación de la Toma de Fondo será de 417,00 m.s.n.m.

En este caso la función de protección frente a roturas se realizará con el caudalímetro de ultrasonidos DN 1000 y la válvula principal prevista en esta arqueta será una válvula de mariposa motorizada DN 1000 alimentada a 24 VDC, mediante paneles solares y baterías. El accionamiento de la misma se realizará en modo manual, o en automático a través de un autómatas que, con la lectura del caudalímetro previsto aguas debajo de esta arqueta, y tomando como referencia la lectura del caudal instantáneo y los incrementos súbitos, dará orden de cerrar la válvula. Este mecanismo se implementa para proteger frente a inundaciones por vaciado de la balsa en momentos de roturas de las tuberías de la red de riego. El estado de la válvula y la lectura del caudalímetro será comunicado al centro de control a través de la remota prevista en la balsa.

### 7.10.3 DESAGÜE DE FONDO

Por exigencia de la Subdirección General de Regadíos y economía del agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la balsa deberá contar con doble conducto de desagüe de fondo y estar dimensionado para que el tiempo máximo de vaciado sea de 24 horas.

Atendiendo a este requerimiento se analiza la solución óptima desde el punto de vista técnico-económico, concluyendo que la toma de fondo se ajustará a las necesidades de la red de riego, y el desagüe de fondo a las necesidades del vaciado.

Tras el estudio de las diferentes opciones se proyecta una tubería del desagüe de fondo, con una longitud de 144 metros, cota en punto de vertido 404, es decir con un desnivel de entre 13 m y 20 m.

Atendiendo a este desnivel y la cota variación de la cota de lámina en la balsa se concluye que en una tubería DN 500 el vaciado se realizará en un tiempo inferior a las 24 horas fijadas, por tanto, este será el diámetro elegido para el desagüe de fondo de la balsa.

Se proyecta una tubería de Acero Helicosoldado DN 508 e = 6,40 mm, en el tramo del interior del dique, embebida en una viga de hormigón armado y un segundo tramo de Hormigón DN 500 Clase C 90. Con un total de 144 m de longitud que, partiendo de Arqueta de válvulas de la Balsa Intermedia Robres.

### 7.10.4 RED DE DRENAJE DE LA Balsa

Debido a la impermeabilización proyectada en la balsa y geometría de la balsa se ha diseñado un drenaje perimetral y central.

La red de drenaje consta de cuatro drenajes principales, dos perimetrales y dos centrales, de PVC ranurado DN 200 que permiten una sectorización de la balsa. Estos vierten de forma individual a la arqueta de control correspondiente, la cual, al ser registrable permite ubicar las posibles fugas.

Por su parte, las tuberías del drenaje estarán envueltas en geotextil, con relleno granular compuesto por grava 20/40.

Estos drenajes confluyen en un único punto junto a la toma de fondo, en la parte interior de la balsa, para cruzar el dique de la balsa en cuatro tuberías, una por cada uno de los drenajes. Una vez cruzan la balsa, estas descargarán en la arqueta de desagüe de fondo. Desde dicha arqueta se proyecta una tubería de PVC-O de DN 250 PN 10 que conectará con la tubería de desagüe descrita anteriormente. Se proyecta una válvula de seccionamiento que permitirá aislar la red de drenaje cuando se proceda al vaciado de la balsa a través de la tubería de desagüe.

Estos cuatro drenajes son capaces de desalojar más de los 53 l/s, previstos en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación".

### 7.10.5 IMPERMEABILIZACIÓN

En la impermeabilización de la balsa se pueden diferenciar dos elementos:

#### **Geotextil**

En la construcción de la balsa, la capa impermeable constará de una geomembrana. Para proteger esta membrana contra el punzonamiento y la abrasión, tanto durante la instalación como después de completada, se situará un geotextil de forma adyacente a la geomembrana.

Se elige un geotextil de 250 (g/m<sup>2</sup>) y una resistencia al punzonamiento de 2850 N.

#### **Lámina impermeabilizante**

Lámina impermeabilizante en polietileno de alta densidad (PEAD) de 2,0 mm de espesor.

El anclaje de las láminas en la coronación se realizará mediante zanja con materiales compactos con dimensiones acorde a lo definido en planos.

En cuanto al anclaje de la lámina a pie de talud, y según los resultados obtenidos del cálculo, se instalarían 4 bordillos tipo T3, con un lastre total de 468 kg/m. Como solución constructiva se plantea la colocación de tres mangas de polietileno rellenas de material granular, con un peso mínimo 525 kg/ml, para un máximo de cálculo de 457 kg/m correspondiente a la situación más expuesta.

### 7.10.6 CORONACIÓN

La anchura de coronación será de 5,00 m, considerándose ésta como la anchura suficiente para poder transitar por la misma.

En la coronación se aplicará una capa de 0,20 m de zahorra natural compactada al 98% PM, con pendiente al exterior del 2% a fin de que haga la función de camino de servicio a lo largo de todo el perímetro.

### 7.10.7 CERRAMIENTO

Con el fin de evitar la caída en el interior del vaso de personas o animales se prevé la instalación de un cerramiento metálico que englobe la Balsa a pie de canal.

Se prevé la instalación de una valla metálica de simple torsión, con una altura mínima de 2 m, postes cada 3 m y postes maestros cada 30 m. El diámetro del alambre será de 2,2mm con un paso de retícula de 50 mm. El anclaje de los postes se realizará mediante dados de hormigón HM-20, con dimensiones de 0,50 x 0,50 x 0,50 m y un muro de hormigón continuo de 15 cm que una los dados de anclaje.

### 7.11 TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES 2 A Balsa SUPERIOR ROBRES

Se denomina Tubería de Impulsión Robres 2, a la encargada de conducir el agua desde la Estación de Bombeo Robres hasta la Balsa Superior Robres, desde la que se regulará y almacenará el agua correspondiente al Piso Robres Alto. Es importante recalcar que esta infraestructura tendrá las funciones de impulsión a la Balsa Superior Robres, y a la vez, de distribución del Piso Robres Alto.

El trazado previsto para la Impulsión Robres 2 a la Balsa Superior Robres estará compuesto por una tubería con las siguientes características:

- Longitud: ..... 1.534,57 m.
- Tubería: .....PRFV DN 900 PN 10.
- Rugosidad (K): ..... 0,01 mm.
- Caudal ..... 664,44 l/s.

Se prevé una cama de apoyo de la tubería para evitar problemas de asentamientos no deseados, estará compuesta por grava 6/12 mm y 0,15 m de espesor. A continuación, se realizará relleno también con grava 6/12 mm hasta 0,10 m por encima de la generatriz superior de la tubería. Posteriormente se procederá a la cubrición con una capa de 0,30 m de relleno con material seleccionado compactado al 95 % del Proctor Normal. Por último, se realizará un relleno ordinario hasta la cota del terreno. En caso de llegar a profundidades mayores de 3 metros se requerirá la excavación de bermas a cada lado de la zanja de 1 metro de ancho y 3 metros de ancho.

### 7.12 Balsa SUPERIOR ROBRES

Igual que en el caso de la Balsa Intermedia Robres con la finalidad de poder realizar un almacenamiento y regulación para poder aprovechar la energía fotovoltaica disponible en la Estación de Bombeo Robres y la posibilidad de elevar agua a una determinada cota mediante bombas en el periodo tarifario P6 de la tarifa 6.1TD, y que a la vez la eficiencia sea lo mayor posible en el sistema, se plantea la construcción de esta balsa.

En este caso se analiza la construcción de la Balsa Superior Robres que abastecerá de agua al Piso Robres Alto, que es la situada a mayor cota de las dos balsas elevadas.

La solución constructiva propuesta para la construcción de este elemento comprende la ejecución de un dique perimetral con materiales procedentes de la excavación adecuadamente compactados eliminando tanto el material vegetal como los rellenos antrópicos, impermeabilizándose mediante lámina de PEAD y geotextil. Las características constructivas del depósito de regulación se recogen a continuación:

- Cota de coronación: ..... 440,00 m.s.n.m.
- Cota Máxima Ordinaria de agua (N.A.M.O.):..... 439,10 m.s.n.m.
- Cota Máxima de agua (N.A.M.E.):..... 439,30 m.s.n.m.
- Resguardo (sobre N.A.M.O.): .....0,90 m
- Cota de fondo media: ..... 435,00 m.s.n.m.
- Calado máximo del agua (N.A.M.O.):.....4,10 m
- Altura máxima del dique: .....6,54 m
- Anchura de coronación: .....5,00 m
- Talud exterior desmonte (H/V):..... 1/1
- Talud exterior terraplén (H/V): ..... 2/1
- Talud interior (H/V): ..... 2,5/1
- Densidad de compactación exigida: ..... 98% del Ensayo Proctor Modificado.
- Capacidad:..... 61.017,57 m<sup>3</sup>
- Drenaje perimetral para control de freático en fase de construcción y explotación.

El volumen que deberá de almacenar la mencionada balsa se determina en base al volumen de regulación semanal del sistema estableciéndose un caudal de llenado de la balsa de 112 horas/semana y un caudal de salida de la balsa de 24 h/día para la red del Piso sobre Bajo, que domina 685,16 ha, siendo estos los parámetros que determinan el balance de esta infraestructura. No obstante, se plantea una balsa con una capacidad de regulación suficiente para atender posibles problemas de suministro.

La capacidad de almacenamiento teórica diaria para el sistema, será de 42.030,46 m<sup>3</sup>/día, adoptándose finalmente un volumen superior para atender posibles fallos de regulación del canal, en este caso 61.017,57 m<sup>3</sup>, lo que suponen casi un día y medio de reserva en esta balsa para esta zona del sistema. A este volumen hay que sumar el volumen almacenado en el resto de balsas de esta zona del sistema, Balsa Intermedia Robres y Balsa Superior Robres, lo que supone un volumen total embalsado en el sistema de 310.512,98 m<sup>3</sup>, que son más de 3 días de reserva para toda la Zona de Robres.

#### 7.12.1 ALIVIADERO

Para la correcta evacuación del caudal excedente que se pueda producir ante una situación de nivel NAMO en la balsa y precipitación máxima se va a proyectar una obra de fábrica consistente en un aliviadero. El caudal de diseño será igual al caudal de entrada más el agua procedente de la lluvia, calculado a continuación.

El caudal de llenado adoptado será el considerado en la situación de bombeo más el agua de lluvia, es decir 1.270 l/s. La longitud del labio del aliviadero será de 6,00 m para una altura de lámina de agua de 0,24 m.

La tubería que evacuará el agua de alivio será de Acero Helicosoldado DN 610 de e = 6,40 mm (en el primer tramo bajo el dique) con una longitud de 14,00 m y tras este tramo se inicia un tramo de 76 m que se realiza con tubería de PRFV DN 600 mm.

El vertido de esta tubería se realiza en una zona en la que la pendiente del terreno resulta favorable para el desagüe en caso necesario, tal y como se indica en el Plano Nº 14.09. En la obra de salida se instalará una reja que evite la entrada de animales a la balsa a través del aliviadero.

#### 7.12.2 TOMA DE FONDO Y OBRA DE ENTRADA

En el caso de la Balsa Superior Robres la infraestructura de llenado y la obra de toma de fondo es la misma. Partiendo de la Estación de Bombeo Robres, se elevará el agua a través de la Tubería de Impulsión Robres 2 hasta la Arqueta de válvulas de la Balsa Superior Robres.

La Toma de Fondo estará formada por una tubería de Acero Helicosoldado DN 813 e = 7,90 mm, embebida en una viga de hormigón armado en el tramo que cruza el dique, con un régimen de funcionamiento en carga, que unirá el fondo de la Balsa con la red de riego. Con una longitud total de 30 m.

La cota de captación de la Toma de Fondo será de 435,00 m.s.n.m.

En este caso la función de protección frente a roturas se realizará con el caudalímetro de ultrasonidos DN 800 y la válvula principal prevista en esta arqueta será una válvula de mariposa motorizada DN 800 alimentada a 24 VDC, mediante paneles solares y baterías. El accionamiento de la misma se realizará en modo manual, o en automático a través de un autómata que, con la lectura del caudalímetro previsto aguas debajo de esta arqueta, y tomando como referencia la lectura del caudal instantáneo y los incrementos súbitos, dará orden de cerrar la válvula. Este mecanismo se implementa para proteger frente a inundaciones por vaciado de la balsa en momentos de roturas de las tuberías de la red de riego. El estado de la válvula y la lectura del caudalímetro será comunicado al centro de control a través de la remota prevista en la balsa.

### 7.12.3 DESAGÜE DE FONDO

Por exigencia de la Subdirección General de Regadíos y economía del agua del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, la balsa deberá contar con doble conducto de desagüe de fondo y estar dimensionado para que el tiempo máximo de vaciado sea de 24 horas.

Atendiendo a este requerimiento se analiza la solución óptima desde el punto de vista técnico-económico, concluyendo que la toma de fondo se ajustará a las necesidades de la red de riego, y el desagüe de fondo a las necesidades del vaciado.

Tras el estudio de las diferentes opciones se proyecta una tubería del desagüe de fondo, con una longitud de 75 metros, cota en punto de vertido 432, es decir con un desnivel de entre 7,10 m y 3 m.

Atendiendo a este desnivel y la cota variación de la cota de lámina en la balsa se concluye que en una tubería DN 500 el vaciado se realizará en un tiempo inferior a las 24 horas fijadas, por tanto, este será el diámetro elegido para el desagüe de fondo de la balsa.

Se proyecta una tubería de Acero Helicosoldado DN 508 e = 6,40 mm, en el tramo del interior del dique, embebida en una viga de hormigón armado y un segundo tramo de Hormigón DN 500 Clase C 90. Con un total de 75 m de longitud que, partiendo de Arqueta de válvulas de la Balsa Intermedia Robres.

### 7.12.4 RED DE DRENAJE DE LA Balsa

Debido a la impermeabilización proyectada en la balsa y geometría de la balsa se ha diseñado un drenaje perimetral y central.

La red de drenaje consta de cuatro drenajes principales, dos perimetrales y dos centrales, de PVC ranurado DN 160 que permiten una sectorización de la balsa. Estos vierten de forma individual a la arqueta de control correspondiente, la cual, al ser registrable permite ubicar las posibles fugas.

Por su parte, las tuberías del drenaje estarán envueltas en geotextil, con relleno granular compuesto por grava 20/40.

Estos drenajes confluyen en un único punto junto a la toma de fondo, en la parte interior de la balsa, para cruzar el dique de la balsa en cuatro tuberías, una por cada uno de los drenajes. Una vez cruzan la balsa, estas descargarán en la arqueta de desagüe de fondo. Desde dicha arqueta se proyecta una tubería de PVC-O de DN 250 PN 10 que conectará con la tubería de desagüe descrita anteriormente. Se proyecta una válvula de seccionamiento que permitirá aislar la red de drenaje cuando se proceda al vaciado de la balsa a través de la tubería de desagüe.

Estos cuatro drenajes son capaces de desalojar más de los 33 l/s, previstos en el Anejo Nº 10 "Balsas de Regulación".

### 7.12.5 IMPERMEABILIZACIÓN

En la impermeabilización de la balsa se pueden diferenciar dos elementos:

#### **Geotextil**

En la construcción de la balsa, la capa impermeable constará de una geomembrana. Para proteger esta membrana contra el punzonamiento y la abrasión, tanto durante la instalación como después de completada, se situará un geotextil de forma adyacente a la geomembrana.

Se elige un geotextil de 250 (g/m<sup>2</sup>) y una resistencia al punzonamiento de 2850 N.

#### **Lámina impermeabilizante**

Lámina impermeabilizante en polietileno de alta densidad (PEAD) de 2,0 mm de espesor.

El anclaje de las láminas en la coronación se realizará mediante zanja con materiales compactos con dimensiones acorde a lo definido en planos.

En cuanto al anclaje de la lámina a pie de talud, y según los resultados obtenidos del cálculo, se instalarían 2 bordillos tipo T3 más 2 bordillos tipo T2, con un lastre total de 319 kg/m. Como solución constructiva se plantea la colocación de dos mangas de polietileno rellenas de material granular, con un peso mínimo 350 kg/ml, para un máximo de cálculo de 289 kg/m correspondiente a la situación más expuesta.

### 7.12.6 CORONACIÓN

La anchura de coronación será de 5,00 m, considerándose ésta como la anchura suficiente para poder transitar por la misma.

En la coronación se aplicará una capa de 0,20 m de zahorra natural compactada al 98% PM, con pendiente al exterior del 2% a fin de que haga la función de camino de servicio a lo largo de todo el perímetro.

### 7.12.7 CERRAMIENTO

Con el fin de evitar la caída en el interior del vaso de personas o animales se prevé la instalación de un cerramiento metálico que englobe la Balsa a pie de canal.

Se prevé la instalación de una valla metálica de simple torsión, con una altura mínima de 2 m, postes cada 3 m y postes maestros cada 30 m. El diámetro del alambre será de 2,2mm con un paso de retícula de 50 mm. El anclaje de los postes se realizará mediante dados de hormigón HM-20, con dimensiones de 0,50 x 0,50 x 0,50 m y un muro de hormigón continuo de 15 cm que una los dados de anclaje.

## 7.13 RED DE TUBERÍAS Y VALVULERÍA

### 7.13.1 TIPOS DE TUBERÍAS EN FUNCIÓN DEL DIÁMETRO Y PRESIÓN

Para el diseño de la Red de Riego se han considerado los siguientes materiales:

- PVC-O, DN  $\leq$  500 mm
- PRFV, DN  $\geq$  400 mm

### 7.13.2 DETALLES DE LAS ZANJAS

Las zanjadas de las tuberías se proyectan de las dimensiones que se indican en el Plano N° 17.01 "Detalles Redes. Secciones Tipo".

Para las conducciones de PRFV se prevé una cama de apoyo compuesta por una capa de grava 6/12 mm de 15 cm de espesor, relleno también con grava 6/12 mm hasta 0,10m por encima de la generatriz superior de la tubería, completado con una capa de 0,30 m de relleno con material seleccionado compactado al 95 % del Proctor Normal y rematado con un relleno de material ordinario hasta completar la sección, por último, se realizará la reposición de la capa vegetal.

Para las conducciones de PVC-O (DN  $\geq$  400) se prevé una cama de apoyo compuesta por una capa de grava 6/12 mm de 15 cm de espesor, relleno también con grava 6/12 mm hasta una altura de DN/2, completado con un relleno de material seleccionado compactado al 95% PM hasta 0,30 m sobre la generatriz superior, y rematado con un relleno de material ordinario hasta completar la sección, por último, se realizará la reposición de la capa vegetal.

Para las conducciones de PVC-O (DN  $\leq$  355 mm) se prevé una cama de apoyo compuesta por una capa de grava 6/12 mm de 15 cm de espesor, relleno de material seleccionado compactado al 95% PM hasta 0,30 m sobre la generatriz superior, y rematado con un relleno de material ordinario hasta completar la sección, por último, se realizará la reposición de la capa vegetal.

Para las conducciones de PEAD de la red secundaria, inferior o igual a 200 mm se prevé una cama de apoyo de la tubería para evitar problemas de asentamientos no deseados, que estará compuesta por una capa de grava 6/12 mm de 15 cm de espesor. Posteriormente se realizará un relleno con material seleccionado compactado al 95 % del Proctor Normal con material procedente de la excavación 10 cm por encima de la clave superior de la tubería y rematado con un relleno de material ordinario hasta completar la sección, por último, se realizará la reposición de la capa vegetal.

Los taludes proyectados, están basados en lo indicado en el Anejo 6 Estudio Geotécnico, serán 1 H / 5 V hasta los 3 metros de profundidad, realizándose a los 3 metros una berma para continuar posteriormente la excavación con este talud.

Por las zanjadas proyectadas van a llegar a instalarse hasta 2 tuberías, manteniendo las distancias mínimas entre ellas que son necesarias para su correcta instalación, 0,4 m para tuberías con diámetros inferiores a 500 mm y 0,6 m para tuberías con diámetros iguales o superiores, tal y como queda recogido en la tabla del Plano N° 17.01 "Detalles Redes. Secciones Tipo". En el caso de que coincidan tres o más tuberías de la infraestructura primaria en un mismo tramo, se ejecutarán de forma que las dos de mayor diámetro vayan en una zanja, y que la tercera se ejecute en una zanja paralela, a una distancia aproximada de 5 metros del borde exterior de la tubería de la otra zanja, y sin salirse de la afección prevista.

### 7.13.3 VALVULERÍA

Al inicio de algunos ramales, se instalará una válvula de corte. Dichas válvulas serán válvulas de mariposa con reductor manual y la presión nominal que se establece en los planos y del diámetro de la tubería correspondiente.

En la obra existirá un único tipo de seccionamientos.

Tipo I. En arqueta ejecutada in-situ con profundidad igual a la rasante de la zanja.

Se ejecutarán siempre que la tubería de desagüe que deben incluir para evitar la inundación tenga posibilidad de salida a cauce natural relativamente cerca.

En caso de existir dos válvulas juntas o muy próximas, tanto del tipo I como del tipo II, se agruparán en nudos.

7.13.4 CALDERERÍA

La calderería tendrá las características que se detallan en el plano correspondiente:

- Construidas en acero al carbono A-42-B con bridas de Acero al Carbono ST-275-JR, según DIN 2576-PN10 o DIN 2502-PN 16.
- Soldaduras realizadas bajo Procedimiento Homologado, según código ASME-Sección IX.
- El acabado será a base de granallado de superficies hasta rugosidad SA 2,5 según Norma SIS-05-5900. Recubrimiento de pintura de polvo Epoxy-POLIESTER color AZUL RAL-5015 200 micras de espesor medio de película polimerizada. Polimerizada en Horno a 210 °C de temperatura.
- Las conexiones serán mediante anillo torneado para conexión con junta elástica para el caso del HPCC y PRFV, y con manguito portabridas para el PEAD

7.13.5 VENTOSAS

Se dispondrán ventosas metálicas trifuncionales antes o después de cada válvula de corte de los ramales, así como en los puntos elevados. Las ventosas se proyectan con las siguientes características:

Diámetro de las Ventosas:

TUBERÍA (mm)	VENTOSA (")	VÁLV. CORTE (mm)	UNIÓN	PURGADOR (mm)
D >1000	8"	Comp. 200	T con brida 8"	4,75
800-1000	6"	Comp. 150	T con brida 6"	4,75
500-700	4"	Comp. 100	T con brida 4"	4,75
315-400	3"	Comp. 80	T con brida 3"	3,00
D ≤ 280	2"	Bola. 50	T con brida 2"	2,00

7.13.6 HIDRANTES

Existirán dos tipos de hidrantes, hidrantes únicos e hidrantes compartidos. Tanto los hidrantes únicos como los compartidos constarán de los siguientes elementos:

- Una válvula de seccionamiento, tipo compuerta.
- Un filtro en "L" de paso de malla de 2 mm de tamaño igual a la válvula.
- Una ventosa con válvula de seccionamiento.
- Una válvula hidráulica con limitador de caudal y de presión, y solenoide para su accionamiento.
- contador tipo woltman con corrector de flujo
- Toma auxiliar, situadas antes de la válvula de seccionamiento. Estará compuesta por conexión roscada de 2" y tapón roscado.

Cada hidrante de agrupación de fincas, según figura en el Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego", dispone de una válvula hidráulica de diámetro acorde a lo estipulado en las tablas de dicho anejo, capaz de realizar las siguientes operaciones: regulador de presión y limitador de caudal, así como una segunda válvula compuerta y un contador para cada una de las tomas.

Los diámetros de los hidrantes en función de las superficies y caudales de las agrupaciones serán los detallados en el Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego". A continuación, se recoge una tabla resumen diferenciando la Red de Riego donde se localizan.

TAMAÑO (mm)	RED SENÉS		RED ROBRES BAJO		RED ROBRES ALTO	
	INDIVIDUAL	COMPARTIDO	INDIVIDUAL	COMPARTIDO	INDIVIDUAL	COMPARTIDO
80	2	2	1		3	1
100	58	27	64	18	27	12
150	25	5	26	4	16	
200	4		3		6	
<b>TOTALES</b>	<b>89</b>	<b>34</b>	<b>94</b>	<b>22</b>	<b>52</b>	<b>13</b>

En total se va a proceder a la instalación de 304 hidrantes entre las tres redes de riego.



Para hidrantes de 3" y 4", y los hidrantes compartidos de 3" de hasta tres tomas y de 4" de hasta 3 tomas se proyectarán arquetas prefabricadas de hormigón de 2,50 x 1,00 x 1,90 m, con acceso mediante puerta de acero galvanizado de doble hoja.

Para hidrantes de 6" y 8", y los hidrantes compartidos de 3" de más de tres tomas, de 4" de más de 3 tomas y de 6" se proyectarán armarios prefabricados de hormigón 2,50 x 1,50 x 2,20 m, con acceso mediante puerta de acero galvanizado de doble hoja.

Los armarios incorporarán un sistema de alarma anti-intrusismo.

Los detalles de los elementos anteriormente descritos quedan definidos en el Plano Nº 17.03.

#### 7.13.7 VÁLVULAS DE DESAGÜE

Se proyecta la instalación de válvulas de vaciado de las tuberías en los puntos bajos de las redes para su mantenimiento. Dichas válvulas se proyectan en función de los diámetros de las tuberías donde se montan.

DN TUBERÍA	Ø VÁLVULA (mm.)	TIPO
DN < 400	100	Compuerta.
DN ≥ 400	200	Compuerta.

En la obra existirán dos tipos de desagües:

- Tipo I. Salida a cauce natural.

Seccionamiento enterrado con accionamiento mediante eje telescópico, relleno de grava 6/12 y arqueta DN 1000 de tubo machihembrado con tapa de acero galvanizado en caliente. Tubería de PVC hasta cauce natural.

- Tipo II. Sin salida a cauce natural. Doble pozo.

Seccionamiento enterrado con accionamiento mediante eje telescópico, relleno de grava 6/12 y arqueta DN 1000 de tubo machihembrado con tapa de acero galvanizado en caliente. Tubería de PVC hasta cauce segundo pozo. Segundo pozo, compuesto por anillos de tubo machihembrado DN 1000, de hasta 3 metros de profundidad.

#### 7.13.8 OBRA CIVIL, ARQUETAS, ANCLAJES

Las arquetas para ventosas y desagües serán de tipo prefabricado. Dicha arqueta consistirá en un anillo de hormigón en masa machihembrado con tapa de chapa galvanizada. El tamaño de la arqueta será variable en función del diámetro de la ventosa. Se distinguirán anillos de 60 y 150 cm de diámetro.

En el caso de las ventosas se colocará en la tubería una pieza especial en T de la que partirá un tubo de acero galvanizado DIN 2448. Dentro de la arqueta irá colocada una válvula de corte y la ventosa trifuncional.

En el caso de los desagües se colocará una válvula de compuerta con eje de extensión telescópico para poder manipularla desde la superficie. En el interior de la arqueta irá colocado el mecanismo de accionamiento de dicha válvula.

Ambas arquetas descansarán sobre una cama de gravilla 20/40 que permitirá el correcto drenaje del agua en caso de fugas.

Para el caso de las válvulas de compuerta se utilizarán arquetas de tipo prefabricado consistentes en un anillo de hormigón en masa machihembrado con tapa de chapa galvanizada. El diámetro de dicha arqueta será de 100 cm.

Para las válvulas de seccionamiento de mariposa se realizarán con arquetas ejecutadas in situ de hormigón armado HA-35/P/20-IIa de dimensiones y armados variables según el tamaño de las válvulas.

Se proyectarán anclajes en los codos y tés de las tuberías de toda la red de riego, en hormigón HM- 20 y de las dimensiones recogidas en el Anejo Nº 8 "Cálculos Hidráulicos y Mecánicos de la Red de Riego".

#### 7.13.9 OBRAS ESPECIALES

Las denominadas como "Obra Especial Cruce de Camino" se ejecutarán de dos formas diferentes, en función de que se trate de un cruce de un camino de zahorra, o de un camino asfaltado.

#### 7.13.9.1 CRUCE CAMINO

En el caso de que se trate de un cruce en un camino de zahorras, la tubería de la red de riego discurrirá por el interior de una tubería de hormigón, de diámetro variable en función de la tubería de la red de riego, tal y como muestra la tabla del Plano Nº 17.01. Se rellenará dicha zanja con relleno seleccionado compactado al 95% PN, hasta una altura variable, completándose los últimos 0,3 m con zahorras compactadas hasta alcanzar la cota del camino.

#### 7.13.9.2 CRUCE CAMINO ASFALTADO

En el caso de que se trate de un cruce en un camino asfaltado o carretera, la tubería de la red de riego discurrirá por el interior de una tubería de hormigón, de diámetro variable en función de la tubería de la red de riego, tal y como muestra la tabla del Plano Nº 17.01. Se rellenará dicha zanja con hormigón HM-20 hasta una altura de 0,10 m por encima de la clave superior del tubo de hormigón, completándose con zahorra natural compactada al 98% P.M. hasta los últimos 0,2 m, que se rellenará con hormigón HM-20 hasta alcanzar la cota del camino. Por último, se realizará un triple tratamiento superficial o aglomerado (Según el acabado existente).

En el caso de zanjas con dos o más tuberías, se mantendrán todas las características de dicha obra especial, a excepción de la anchura de la zanja, que se ampliará en 0,6 metros por cada tubería, si el diámetro de las tuberías es mayor a 400 mm, y en 0,4 metros por cada tubería, si el diámetro es menor o igual a 400 mm, siendo esta longitud, la separación entre ambas tuberías.

Si se trata de un tramo del trazado que discurre por el camino, se proyectará una zanja de iguales dimensiones a la anteriormente descrita, únicamente eliminándose el tubo de hormigón prefabricado y rellenándose toda la zanja con material ordinario compactado al 95% del Proctor Normal.

#### 7.13.9.3 CRUCE CARRETERAS AUTONÓMICAS O CARRETERA CHE

Además de las obras especiales enumeradas anteriormente, se prevé la ejecución de varios cruces con tuberías de la red de riego, mediante medias calzadas o hinca, en la red de carreteras autonómicas y en carreteras de la Confederación Hidrográfica del Ebro (CHE), concretamente en las carreteras autonómicas A-1211, A-1214 y A-121, y las carreteras de la Confederación Hidrográfica del Ebro CHE-1407, CHE-1411, CHE-1414 y CHE-1433. En el tramo de cruce se utilizará acero helicosoldado para poder evitar las juntas de unión en el interior del cruce, teniendo así, las juntas de unión en el exterior en cada lado del cruce.

En el caso de que se trate de un cruce mediante el sistema de medias calzadas, la tubería de la red de riego discurrirá por el interior de una tubería de hormigón, de diámetro variable en función de la tubería de la red de riego, tal y como muestra la tabla del plano Nº 17.04. Se rellenará dicha zanja con hormigón HM-20 hasta una altura de 0,10 m bajo la rasante de la carretera, posteriormente se colocará una lámina plástica y se rematará completando el hormigonado hasta la cota de rasante. Transcurridas algunas semanas se retirará la capa de 0,10m de hormigón y la lámina plástica y se repondrá el aglomerado.

En el caso de zanjas con dos o más tuberías, se mantendrán todas las características de dicha obra especial, a excepción de la anchura de la zanja, que se ampliará en 0,6 metros por cada tubería, si el diámetro de las tuberías es mayor a 400 mm, y en 0,4 metros por cada tubería, si el diámetro es menor o igual a 400 mm, siendo esta longitud, la separación entre ambas tuberías.

En el caso de que se trate de un cruce mediante el sistema de hincado previo al inicio de la ejecución de las hincas y una vez se haya realizado el reajuste en obra de los trazados de las tuberías, se deberá realizar un estudio geológico previo en los puntos donde se vaya a ejecutar la hinca

#### 7.13.9.4 CRUCE ACEQUIAS CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO

Se proyectará la reposición de las acequias que se atraviesen, identificadas como Obra Especial Cruce Acequia CHE, mediante apertura de zanja sin romper la acequia actual siempre que sea posible, la colocación de una camisa de hormigón en masa prefabricado de diámetro mínimo 400 mm siendo, en cualquier caso, el diámetro instalado superior al de la tubería, posterior relleno con hormigón en masa desde la clave superior de la camisa de hormigón hasta la solera de la acequia.

#### 7.13.9.5 CRUCE ACEQUIAS COMUNIDAD DE REGANTES

Se proyectará el cruce de las acequias de la CR que se atraviesen, identificadas como Obra Especial Cruce Acequia, apertura de zanja sin romper la acequia actual siempre que sea posible, instalación de la tubería de la red de riego, posterior relleno con grava tipo 20/40 y losa de hormigón bajo la acequia existente para garantizar su correcto apoyo.

#### 7.13.9.6 CRUCE DESAGÜES

Otra de las obras especiales a definir es el paso bajo desagüe con red de riego, la cual se contempla mediante tubería de acero y losa de hormigón para proteger la tubería de la red y posterior protección superficial con hormigón en masa.

Del mismo modo, en los casos en los que la CHE ha autorizado se planteará ejecutar este mismo cruce, pero en aéreo. Ver autorización CHE y planos de detalle de cruce de desagüe.

#### 7.13.9.7 CRUCE CANAL DE MONEGROS

Sera necesario cruzar el Canal de Monegros y su camino de servicio CHE-1411 para ejecución de las impulsiones y del aliviadero de la Balsa Inferior Senés, se proyectan dos cruces simples y un doble, todos ellos mediante Hinca.

Previo al inicio de la ejecución de la hinca y una vez se haya realizado el reajuste en obra de los trazados de las tuberías, se deberá realizar un estudio geológico previo en los puntos donde se vaya a ejecutar la hinca. En la tabla siguiente se especifica el diámetro de la tubería y el diámetro de la vaina.

ID	DN TUBERÍA	DN VAINA	INFRAESTRUCTURA	P.K. (aprox.)	SISTEMA DE CRUCE
Cruce 1	PRFV 1000 mm	1400	Canal de Monegros	-	Hinca
Cruce 2	PRFV 800 mm	1200	Canal de Monegros	-	Hinca
Cruce 3	PRFV 1000 mm PRFV 900 mm	1400 1200	Canal de Monegros	-	Hinca

En el tramo de cruce se utilizará acero helicosoldado para poder evitar las juntas de unión en el interior del cruce, teniendo así, las juntas de unión en el exterior en cada lado del cruce.

#### 7.14 ELECTRIFICACIÓN MEDIA TENSIÓN

Se prevé la electrificación de los equipos de bombeo y automatismos a instalar en las dos Estaciones de Bombeo.

Para ello será necesaria la construcción de dos nuevas Líneas Aéreas de Media Tensión y los correspondientes Centros de Seccionamiento y Transformación.

##### Estación de Bombeo Senés

Para llevar a cabo las instalaciones previstas en la Estación de Bombeo de Senés ha sido necesaria la tramitación de un expediente de nuevo suministro ante la compañía eléctrica ERZ-ENDESA, con referencia de solicitud ATER001 0000532514-2. Para garantizar la disponibilidad de condiciones y de potencia la Comunidad de Regantes ha efectuado el pago de las mismas.

- **Nuevo suministro.** A partir del apoyo existente de la LEMT "MONTESUSÍN"
  - o Estos trabajos y consistirán en:
    - Instalación en servicio. Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio. Estos trabajos serán realizados íntegramente por la compañía de acuerdo al condicionado adjunto en Separata de Media Tensión.
      - Adecuación del apoyo existente.
      - Instalación de doble conversión A/S y 2 juegos de autoválvulas.
      - Instalación de autoválvulas con conjuntos terminales y antiescalo.
      - Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente y reinstalación de las redes aéreas actuales
      - Eliminación de los fusibles existentes en el comienzo de la derivación.
  - Nuevas instalaciones. Trabajos a realizar por el cliente.
    - Línea en doble circuito Subterránea de Media Tensión, RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20kV D/C, desde el apoyo existente hasta el nuevo centro de seccionamiento.
    - Edificio prefabricado para albergar el Centro de Seccionamiento con acceso desde vial público y diferenciado, Compañía y Usuario.
    - Celdas de protección propias del centro de seccionamiento, (línea, protección y medida). Las Celdas de Línea (Entrada, salida y entrega), gestionadas por la Compañía serán MOTORIZADAS y con telemando. El resto de las celdas serán de accionamiento manual.
    - Construcción de una nueva Línea Subterránea/Aérea de Media Tensión (MT), LA-56 (47-AL1/8-ST1A) y RH5Z1 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV, particular entre el CS y el apoyo Nº 2, y entre este y el apoyo final de línea, y entre ese y el Centro de Transformación.
    - Edificio prefabricado para albergar el Centro de Transformación.
    - Celdas de protección propias del centro de transformación, (línea, protección),
    - Transformadores (MT/BT).

### Estación de Bombeo Robres

Para llevar a cabo las instalaciones previstas en la Estación de Bombeo de "ROBRES" ha sido necesaria la tramitación de un expediente de nuevo suministro ante la compañía eléctrica ERZ-ENDESA, con referencia de solicitud ATER001 0000532557-1. Para garantizar la disponibilidad de condiciones y de potencia la Comunidad de Regantes ha efectuado el pago de las mismas.

- **Nuevo suministro.** A partir del apoyo existente de la LEMT "TORRALBA"
  - o Estos trabajos y consistirán en:
    - Instalación en servicio. Adecuaciones o reformas de instalaciones en servicio. Estos trabajos serán realizados íntegramente por la compañía de acuerdo al condicionado adjunto en Separata de Media Tensión.
      - Adecuación del apoyo existente.
      - Instalación de doble conversión A/S y 2 juegos de autoválvulas.
      - Instalación de autoválvulas con conjuntos terminales y antiescalo.
      - Entronque y conexión de las nuevas instalaciones con la red existente y reinstalación de las redes aéreas actuales
      - Eliminación de los fusibles existentes en el comienzo de la derivación.
  - Nuevas instalaciones. Trabajos a realizar por el cliente.
    - Línea en doble circuito Subterránea de Media Tensión, RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20kV D/C, desde el apoyo existente hasta el nuevo centro de seccionamiento.
    - Edificio prefabricado para albergar el Centro de Seccionamiento con acceso desde vial público y diferenciado, Compañía y Usuario.
    - Celdas de protección propias del centro de seccionamiento, (línea, protección y medida). Las Celdas de Línea (Entrada, salida y entrega), gestionadas por la Compañía serán MOTORIZADAS y con telemando. El resto de las celdas serán de accionamiento manual.
    - Construcción de una nueva Línea Subterránea/Aérea de Media Tensión (MT), LA-56 (47-AL1/8-ST1A) y RH5Z1 3x1x240 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV, particular entre el CS y el apoyo N° 1, y entre este y el apoyo final de línea, y entre ese y el Centro de Transformación.
    - Edificio prefabricado para albergar el Centro de Transformación.
    - Celdas de protección propias del centro de transformación, (línea, protección),
    - Transformadores (MT/BT).

### 7.14.1 LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

Para dotar de suministro eléctrico a las dos Estaciones de bombeo, a partir de las instalaciones de la compañía, cuyas actuaciones se describen en el apartado anterior, se proyectan las siguientes actuaciones.

#### Estación de Bombeo Senés

Línea Eléctrica desde el punto de entronque facilitado por la compañía hasta el CT de la Estación de Bombeo Senés con una longitud total en planta de 1.862 metros, con las siguientes características:

- Línea subterránea en circuito simple de Media Tensión, RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV del CS hasta el apoyo n° 2.
- Línea aérea en circuito simple de Media Tensión, LA-56 (47-AL1/8-ST1A). Línea con 17 apoyos de tipo celosía y que comprende 16 vanos, desde el apoyo n° 2 hasta el apoyo n° 18, con conversión Aéreo-Subterránea en el apoyo n° 2 y n° 18
- Línea subterránea en circuito simple de Media Tensión, RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV del apoyo n° 18 hasta el CT de la Estación de Bombeo.

La energía será suministrada por la compañía ENDESA 15.000 V/50 Hz tensión entre fase (fase - fase). Las características de esta línea corresponden con las de una línea de tercera categoría, con un nivel de aislamiento de conductores que corresponde a 24 kV.

#### Estación de Bombeo Robres

Línea Eléctrica desde el punto de entronque facilitado por la compañía hasta el CT de la Estación de Bombeo Robres con una longitud total en planta de 2.370 metros, con las siguientes características:

- Línea subterránea en circuito simple de Media Tensión, RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV del CS hasta el apoyo n° 1.
- Línea aérea en circuito simple de Media Tensión, LA-56 (47-AL1/8-ST1A). Línea con 20 apoyos de tipo celosía y que comprende 19 vanos, desde el apoyo n° 1 hasta el apoyo n° 20, con conversión Aéreo-Subterránea en el apoyo n° 1 y n° 20
- Línea subterránea en circuito simple de Media Tensión, RH5Z1 3x1x240mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV del apoyo n° 20 hasta el CT de la Estación de Bombeo.

La energía será suministrada por la compañía ENDESA 15.000 V/50 Hz tensión entre fase (fase - fase). Las características de esta línea corresponden con las de una línea de tercera categoría, con un nivel de aislamiento de conductores que corresponde a 24 kV.

#### 7.14.2 APARELLAJE

En este caso, la compañía suministradora, ERZ-ENDESA, obliga a la instalación de un Centro de Seccionamiento junto a los apoyos desde los que se dan los nuevos suministros, en este caso el apoyo existente de la línea LEMT "Montesusin" y el apoyo existente de la línea LEMT "Robres", puntos en los que debe realizarse la medida.

Tras los diferentes análisis se plantea la instalación del aparellaje de los Centros de Seccionamiento y de los Centros de Transformación en dos prefabricados independientes. Los Centros de Seccionamiento, al menos en la parte relativa a las celdas de seccionamiento y entrega deben ser cedidos a la compañía y de acceso exclusivo, mientras que el usuario podrá tener acceso al resto de celdas y el trafo.

##### 7.14.2.1 CENTROS DE SECCIONAMIENTO

El aparellaje para los dos centros de seccionamiento estará formado por celdas modulares con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, 24 kV, sistema CGM o similar. El esquema de celdas de MT comprende las siguientes unidades:

- 3 Celdas de línea motorizadas con telemando, con interruptor de seccionamiento y aislamiento integro en SF<sub>6</sub>.
- 1 Celda de Remonte.
- 1 Celda modular de Protección Automática: Dispuesta de un interruptor automático de corte en vacío en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra, antes y después de los fusibles).
- 1 Celda modular de Medida: Dispuestos en el interior los transformadores de medida de tensión e intensidad.
- Sistema de alimentación equipo medida y otrs BT. Inversor 1200VA, 24V a 230 AC, regulador MPPT 150/45, 2 paneles solares mono 450Wp/ud, Estructura y fijaciones, 2 batería2 monoblock Gel 250 Ah/12V, seccionamientos, protecciones en caja registrable sobre pared y cableados.

##### 7.14.2.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El aparellaje para los dos centros de transformación estará formado por celdas modulares con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, 24 kV, sistema CGM o similar. El esquema de celdas de MT comprende las siguientes unidades:

- 1 Celda de Línea, con interruptor de seccionamiento y aislamiento integro en SF<sub>6</sub>.
- 1 Celda modular de Protección Automática: Dispuesta de un interruptor automático de corte en vacío en serie con el seccionador de tres posiciones (conectado, seccionado y puesta a tierra, antes y después de los fusibles).

##### 7.14.3 TRANSFORMADOR DE POTENCIA

###### Estación de Bombeo Senés

La alimentación en BT de la Estación de Bombeo Senés se realizará mediante 1 trafo, de 1.600 kVA en baño de aceite, con una relación de transformación de 15/0,4 kV.

###### Estación de Bombeo Robres

La alimentación en BT de la Estación de Bombeo Robres se realizará mediante 1 trafo, de 2.000 kVA en baño de aceite, con una relación de transformación de 15/0,4 kV.

##### 7.14.4 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

La protección contra los contactos accidentales con elementos con tensión quedará garantizada por la instalación de celdas prefabricadas metálicas con enclavamientos mecánicos que impedirán el acceso al interior mientras no se conecte el correspondiente seccionador de puesta a tierra, según los siguientes enclavamientos:

- Enclavamiento de puertas: Impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra está desconectada.
- Enclavamiento de maniobra: Impide la maniobra del aparato principal y la apertura de la puesta a tierra con la puerta abierta.
- Impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa.

Se instalarán letreros de secuencias de maniobras para evitar accidentes.

En todas las puertas de acceso a recintos con aparellaje de MT se colocarán placas normalizadas de peligro de muerte. Las rejas de ventilación accesibles serán con perfil en forma de V de manera que impedirá la introducción de objetos desde el exterior.

#### 7.14.5 PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

La protección general y de los trafos queda asegurada por los interruptores automáticos principales y con los correspondientes relés de sobreintensidad de fases y neutro. Estos relés de la celda general irán regulados según normas de la compañía suministradora y se precintarán de acuerdo con la potencia finalmente contratada.

Las maniobras de las celdas se realizarán mediante las correspondientes bobinas de conexión y desconexión.

#### 7.14.6 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La puesta en tierra se hará según el que dispone la MIE RAT 13 y la Instrucción Técnica ITC-BT-18 del Reglamento sobre Condiciones de Seguridad a las Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, y del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, respectivamente.

La instalación de puesta a tierra de los se realizará de la siguiente manera:

- Tierras de protección: Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión de forma habitual pero que puedan estar por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, como pueden ser chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.
- Tierras de servicio: Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida. Para la puesta en tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm y longitud 2 m, unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo tendrá que ser inferior a 37 Ω. La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

#### 7.14.7 MEDIDAS ADICIONALES

Como medidas adicionales de seguridad, se instalará en el interior de los Centros los elementos siguientes:

- Banqueta aislante 36 kV
- Guantes aislantes 36 kV
- Puestas a tierra
- Placas de peligro de muerte en todos los elementos que contengan aparellaje en tensión
- Armario de primeros auxilios
- Instrucciones de las secuencias de maniobras.

#### 7.14.8 MEDIDAS DE PROTECCIÓN AMBIENTAL

En los tramos subterráneos no se plantean medidas relativas a afecciones sobre avifauna. No obstante en los tramos aéreos se tendrán en cuenta todas aquellas medidas relativas a anticolisión y antielectrocución.

En este sentido, para el diseño del tendido eléctrico se aplicarán las características constructivas y las medidas anticolisión y antielectrocución para las aves en los apoyos y cables eléctricos que se relacionan a continuación.

##### 7.14.8.1 PRESCRIPCIONES GENÉRICAS

Con carácter general se adoptarán las siguientes medidas:

- No se instalarán aisladores rígidos.
- No se instalarán puentes flojos no aislados por encima de travesaños o cabecera de los apoyos.
- No se instalarán autoválvulas y seccionadores en posición dominante, por encima de travesaños o cabecera de apoyos.
- En los apoyos especiales (con puentes, bajantes, seccionadores y fusibles autoválvulas) los elementos en tensión no sobrepasarán las cabeceras, crucetas y semicrucetas, y se aislarán los puentes de unión entre los elementos en tensión.

#### 7.14.8.2 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR RIESGOS DE COLISIÓN

En ambas infraestructuras se prevé la señalización del trazado mediante el empleo de bandas de balizamiento de neopreno en "X", a pesar de que no se atraviesan ninguno de los ámbitos siguientes: cauces fluviales, zonas húmedas, pasos de cresta, collados de rutas migratorias y/o colonias de nidificación.

Estas bandas, se ubican en tresbolillo de manera que la separación efectiva entre una banda y la siguiente sea como máximo de 10 metros.

#### 7.14.8.3 MEDIDAS PREVENTIVAS PARA EVITAR RIESGOS DE ELECTROCUCIÓN

Como medidas preventivas para evitar la electrocución de la avifauna se han adoptado los siguientes criterios de diseño:

Aislamiento: Los postes se proyectan con cadenas de aisladores suspendidos o de amarre, pero nunca rígidos, por ser el que presenta mayor peligrosidad hacia la avifauna. Los puentes accesibles deberán estar aislados.

Distancia entre conductores: La distancia adoptada entre conductores no aislados no será nunca inferior a 1,50 m, aunque normalmente será de 1,75 m. En apoyos de ángulo, debido a que la distancia entre conductores se reduce, deberán emplearse siempre crucetas de 2,33 m de separación entre conductores.

Crucetas: Apoyos fin de línea: Serán apoyos con armado horizontal, en los cuales se aislará un puente de paso de la fase central. Todos los puentes accesibles estarán aislados. En los de alineación, la distancia mínima de seguridad entre cada conductor y las zonas de posada sobre las crucetas o la cabecera del apoyo será como mínimo de 0,70 m. Los de amarre, especiales, y en general aquellos con aisladores de cadenas de amarre deberán tener una distancia mínima de 0,70 m entre la zona de posada y el punto más próximo en tensión. En los de armado de tipo bóveda la distancia entre el conductor central y la base de la bóveda no será inferior a 0,88 m. En los de tresbolillo, canadiense, triángulos provistos de un semicruceta superior, la distancia entre la semicruceta inferior y el conductor no será inferior a 1,50 m. En las crucetas horizontales se instalarán disuasores de anidamiento tipo paraguas, al menos 4 por apoyo.

Apoyos: Los apoyos con puentes, seccionadores, fusibles, transformadores, derivaciones, anclajes o fin de línea, se han diseñado de manera que se evite sobrepasar con elementos en tensión las crucetas o semirectas no auxiliares de los apoyos. En cualquier caso, se procederá al aislamiento de los puentes de unión entre los elementos de tensión. Se prohíbe la instalación de puentes flojos no aislados por encima o debajo de travesaños y cabeceras de postes. En cualquier caso, los puentes flojos estarán completamente aislados ("cable seco o cinta de aislamiento").

Seccionadores: Queda prohibida la instalación de seccionadores (unipolares o monomando) e interruptores con corte al aire, en posición dominante, por encima de los travesaños o cabeceras de los apoyos, debiendo estar las fases de conexión aisladas completamente.

### 7.15 ELECTRIFICACIÓN BAJA TENSIÓN

Las actuaciones planteadas consisten en la definición de las características de la Instalación Eléctrica de Baja Tensión que proveerá de suministro eléctrico a las instalaciones y equipos eléctricos proyectados en el TM Senés de Alcubierre y el TM de Robres (Huesca) y su automatización. A continuación, se describen los principales aspectos de estas instalaciones.

#### 7.15.1 ACOMETIDA DE BAJA TENSIÓN

La acometida para cada uno de los trafos estará formada por 8 líneas de 3x240/150 mm<sup>2</sup> Al en el caso de la Estación de Bombeo Senés, y de 10 líneas de 3x240/150 mm<sup>2</sup> Al en el caso de la Estación de Bombeo Robres, todas ellas enterradas bajo tubo de D= 225 mm, a un mínimo de 0,60 m de la superficie hasta la parte inferior del cable, que reposarán sobre un lecho de arena de río lavada de 5 cm de espesor mínimo, serán recubiertos los cables por arena hasta 10 cm de su parte superior. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los tubos y las paredes laterales. Por encima de la arena todos los cables tendrán una protección mecánica de PVC a un mínimo de 0,25 m desde la parte superior del tubo y 0,10 m de la superficie del terreno, que además servirá de señalización. El resto del relleno podrá ser de material procedente de la propia excavación o de zahorras compactadas. Se instalará un tubo de reserva y un tubo para señales de trafo.

### 7.15.2 CUADROS DE CONTROL DE LOS MOTORES

Los cuadros de control de las bombas se alimentan directamente desde el cuadro de acometida. Las características de las líneas y la ubicación prevista de los cuadros en la Sala de Cuadros de Baja Tensión de la Estación de Bombeo Senés se puede observar en el Plano Nº 06.05, mientras que en el caso de la Estación de Bombeo de Robres se pueden ver en el Plano Nº 10.05.

Se trata de cuadros metálicos modulares estándar, con puerta frontal. Los cuadros están preparados para la distribución trifásica a 400 V 50 Hz. La chapa de acero esta convenientemente tratada y pintada. Contienen todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones de acuerdo con los planos, esquemas y pliego de condiciones.

Estos cuadros incorporan los elementos de protección y maniobra de acuerdo con las potencias de las alimentaciones y líneas derivadas, adecuadas a su intensidad nominal.

Dispondrán de embarrado general de cobre desnudo de alta conductividad, adecuado para soportar la intensidad de régimen y la corriente de cortocircuito que se especifica en cada caso, dimensionada de forma que soporte, sin deformaciones, los esfuerzos térmicos y dinámicos producidos por el máximo cortocircuito que se pudiese presentar.

En el frontal de estos cuadros, se montarán los selectores, pulsadores, elementos de señalización y elementos necesarios para el funcionamiento manual de cada una de las bombas.

Se ha previsto cuadros independientes para cada uno de los equipos para poder adaptar la instalación al ritmo del desarrollo del regadío proyectado. De esta manera los cuadros proyectados son los siguientes:

#### Estación de Bombeo Senés

- 1 cuadros de control de motor de 110 kW con interruptor III de 250A 50kA a 400V, con protección diferencial asociada y variador de frecuencia de 110 kW.
- 4 cuadros de control de motor de 200 kW con interruptor III de 400A 50kA a 400V, con protección diferencial asociada y variador de frecuencia de 200 kW.
- Como se ha indicado en diferentes puntos de la presente memoria, se plantea el funcionamiento de todos los equipos con variador de frecuencia para poder adaptar la demanda de potencia a la generación fotovoltaica.
- Para el caso del funcionamiento del trafo en vacío del bombeo se prevé la instalación de una batería de condensadores de 80 kVAr, con contactor, inductancia y temporizador.

### Estación de Bombeo Robres

- 1 cuadros de control de motor de 90 kW con interruptor III de 160A 50kA a 400V, con protección diferencial asociada y variador de frecuencia de 90 kW.
- 4 cuadros de control de motor de 132 kW con interruptor III de 250A 50kA a 400V, con protección diferencial asociada y variador de frecuencia de 132 kW.
- 1 cuadros de control de motor de 110 kW con interruptor III de 250A 50kA a 400V, con protección diferencial asociada y variador de frecuencia de 110 kW.
- 3 cuadros de control de motor de 160 kW con interruptor III de 400A 50kA a 400V, con protección diferencial asociada y variador de frecuencia de 160 kW.
- Como se ha indicado en diferentes puntos de la presente memoria, se plantea el funcionamiento de todos los equipos con variador de frecuencia para poder adaptar la demanda de potencia a la generación fotovoltaica.
- Para el caso del funcionamiento del trafo en vacío del bombeo se prevé la instalación de una batería de condensadores de 100 kVAr, con contactor, inductancia y temporizador.

### 7.15.3 CUADROS DE SERVICIOS AUXILIARES 400/230V

Los cuadros de servicios auxiliares se alimentan desde los cuadros de acometida general.

Los cuadros de servicios auxiliares serán metálicos de tipo modular. La chapa de acero estará convenientemente tratada y pintada. Contendrá todos los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de las instalaciones de acuerdo con los planos, esquemas y pliego de condiciones.

Estos cuadros incorporan los elementos de protección y maniobra de acuerdo con las potencias de las alimentaciones y líneas derivadas, adecuadas a su intensidad nominal.

Dispondrán de embarrado general de cobre desnudo de alta conductividad, adecuado para soportar la intensidad de régimen y la corriente de cortocircuito que se especifica en cada caso, dimensionada de forma que soporte, sin deformaciones, los esfuerzos térmicos y dinámicos producidos por el máximo cortocircuito que se pudiese presentar.

Estos cuadros incorporan los elementos de arranque, protección y maniobra de los elementos auxiliares de las estaciones de bombeo, válvulas de mariposa, resistencias de caldeo, ventiladores, climatización, puente grúa etc. Así como la alimentación al cuadro de automatismos, según se puede observar en el esquema unifilar. La relación de equipos y líneas auxiliares con su potencia prevista, se puede observar los planos y en el Anejo Nº 14 "Instalaciones eléctricas. BT y Automatización".



En los frontales de estos cuadros se montarán los selectores, pulsadores, elementos de señalización y elementos necesarios para el funcionamiento manual de los servicios auxiliares de las instalaciones.

Los cuadros de control se situarán junto a los cuadros de Servicios Auxiliares, que incorporarán el autómata con sus módulos de entradas y salidas, módulos de comunicación y elementos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento automático de la estación de bombeo y el PC.

#### 7.15.4 CONDUCTORES Y CANALIZACIÓN DE CABLES

Los conductores serán de cobre, del tipo RZ1 o RV-K 0,6/1KV, con aislamiento nominal de 1000V para los cuadros y los equipos, y tipo ZZ-F/H1Z2Z2-K 0,6/1kV para las cadenas fotovoltaicas.

Se respetarán los radios de curvatura de los conductores, prescritos por los fabricantes.

Todos los materiales utilizados serán del tipo no propagador de llama.

Los sistemas de protección y conducción de los cableados proyectados son:

- Los conductores que alimentan los cuadros, para su correcta distribución irán colocados por el zócalo bajo los cuadros, y cuando atravesase perpendicularmente la sala de cuadros por canal revisable.
- Los conductores que darán suministro a las bombas, fuerza SSAA y los conductores de instrumentación y control irán alojados y protegidos bajo tubo de PVC corrugado y bandeja no perforada (una para alimentación de las bombas, otra para fuerza SSAA, otra para instrumentación y otra para iluminación y extracción). Al salir de la bandeja para dar conexión a cada motor de las bombas se protegerán con un cajón de chapa galvanizada de 3 mm de espesor, en forma de prisma rectangular vacío de 0,20 x 0,20 x 1,50, con sellado de material plástico o cartucho entre la base y el suelo, y racor de acero con tubo galvanizado en curvatura en la parte superior hasta la conexión. En el caso del bombeo EB Senés, el tramo sobre la cántara se prevé con canalización tipo Rejiband.
- Los conductores que darán suministro a la iluminación de la sala de bombas, a la iluminación exterior, bases de enchufes trifásicos de la sala de bombas y extractores, irán en una bandeja no perforada colocada horizontalmente y sujeta a la estructura de la Estación de bombeo.
- Los conductores que alimenta la iluminación de la sala de cuadros y sala de control, así como los conductores que da suministro a los enchufes monofásicos e iluminación de emergencia, irán colocados sujetos a la pared bajo tubo.

#### 7.15.5 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

Según la instrucción ITC-BT-24 se ha previsto el aislamiento de las partes activas de la instalación mediante aislamientos apropiados, función o doble aislamiento, conservando sus características iniciales en el tiempo que limiten la corriente de contacto a un valor inferior a 1 mA.

El sistema de protección contra contactos indirectos escogido es mediante la puesta a neutro de las masas y utilizando interruptores diferenciales que protejan la instalación en conjunto, según la Instrucción ITC-BT-24. Con tal fin, en su origen de los circuitos han instalados interruptores con bobina de desconexión por corriente residual. La sensibilidad de los mismos será de 30 mA o de 300 mA, garantizando una protección altamente eficaz.

Como protección general de seguridad de las instalaciones se han previsto transformadores toroidales en el retorno del neutro.

Los defectos que pudieran presentarse en los conductores, ya sea por sobrecargas o por cortocircuitos, están protegidos mediante interruptores automáticos magnetotérmicos o fusibles de calibre adecuado a la intensidad máxima admisible del conductor.

El poder de corte de los interruptores automáticos y cartuchos fusibles está dimensionado de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

#### 7.15.6 CAIDAS DE TENSIÓN ADMISIBLES

Para los circuitos de fuerza se admitirán caídas máximas de tensión del 5% mientras que para los receptores de alumbrado la caída máxima asumible será del 3%.

En el caso particular de las Instalaciones Solares Fotovoltaicas, las caídas máximas de tensión asumibles para el tramo comprendido entre los módulos fotovoltaicos y el inversor será del 1,5%.

#### 7.15.7 INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

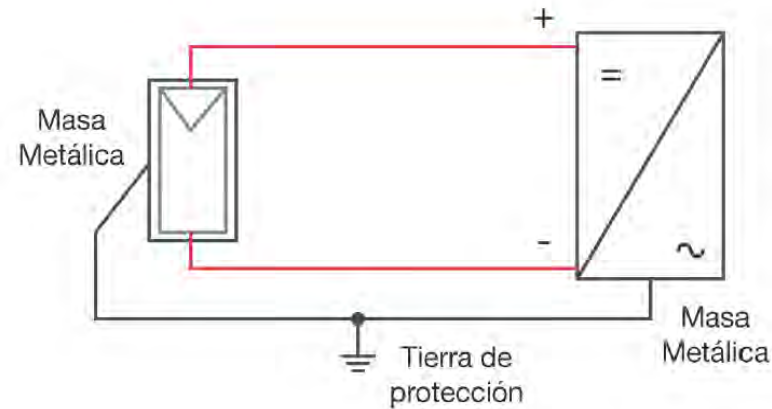
La red de tierras de BT estará formada por una malla de conductor de cobre de sección de 50 mm<sup>2</sup> y picas de 2 m de longitud unidas a varias picas en hilera, unidas entre sí por un conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Las dimensiones de las picas serán 14 mm de diámetro y longitud no inferior a 2 metros. La profundidad mínima a la cual tendrá que alojarse el electrodo es de 0,5 metros. Tendremos que seguir añadiendo tantas picas como sean necesarias hasta garantizar que cualquier demasado no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24V.

La red de tierras llegará a todas las partes metálicas de la instalación mediante conductores de cobre de sección de 50 mm<sup>2</sup>.

La puesta a tierra se hará según lo que dispone la instrucción Técnica ITC-BT-18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

En el caso particular de las Instalaciones Solares Fotovoltaicas deberán existir un sistema de tierras de protección y otro de servicio. La red de tierras de las Instalaciones Solares Fotovoltaicas deberá tener una configuración denominada "flotante". Este tipo de configuración consiste en el que ninguna de las partes activas eléctricamente esté puesta a tierra, mientras que los componentes metálicos de la instalación si estarán conectados a tierra (marcos, soportes, cajas de conexión DC, caja del interruptor principal e inversor).

En la imagen se muestra la configuración de generador flotante y masas a tierra.



En este tipo de configuración existe la tierra de protección a la cual se deben conectar todas las masas metálicas del sistema, así como los dispositivos de protección frente a sobretensiones. En este tipo de conexión toda la red de corriente continua del generador fotovoltaico se encuentra aislada de tierra.

#### 7.15.8 ILUMINACIÓN

El alumbrado en las Estaciones de Bombeo va a contar de luminarias Led estancas de 47 W instalados en las salas de bombeo, y focos Led de 104 W instaladas en los exteriores.

La alimentación de las luminarias led se hará a 230V, tensión que obtendremos entre Fase y Neutro. Las luminarias de led cumplen el grado de protección IP65.

En los Plano N° 06.05 y N° 10.05, se detallan los puntos de iluminación de las estaciones de bombeo.

Los conductores a emplear se detallan en los esquemas unifilares. El nivel de aislamiento del conductor deberá tener la designación RV-K 0'6/1KV, ya que se prevé la existencia de humedad.

#### 7.15.9 VENTILACIÓN

La elección de los equipos de la instalación de ventilación se ha realizado basándose en los criterios establecidos por la norma DIN1946. Según esta norma se ha considerado a la estación de bombeo como una sala de máquinas en donde la renovación de aire recomendada está establecida entre 10 y 40 veces.

Se instalarán dos equipos extractores en los lugares indicados en los Plano N° 06.05 y N° 10.05, cuyas características son:

EB	Nº Ventiladores	Caudal Máximo (m³/h)	Voltaje (V)	Consumo Eléctrico (W)	Volumen Edificio (m³)	Renovación (Nº/h)
Senés	4 Unidades	6.300	400 (Trifásica)	370	2.196	11,5
Robres	8 Unidades	6.300	400 (Trifásica)	370	4.612	10,9

#### 7.15.10 POTENCIA INSTALADA Y A CONTRATAR

##### Estación de Bombeo Senés

En el caso de la instalación de la Estación de Bombeo Senés, se considera un factor de simultaneidad de 1 para el alumbrado y 0,8 para fuerza, podrán funcionar un máximo de 5 bombas a la vez (coincidiendo con el suministro eléctrico procedente de la red), y se añade un 25% de la potencia de la bomba mayor.

Con estas consideraciones, la potencia transportada es la siguiente: 808,1436 kW. En caso de considerar el 100% de la potencia instalada, 947,1176 kW

##### Estación de Bombeo Robres

En el caso de la instalación de la Estación de Bombeo Robres, se considera un factor de simultaneidad de 1 para el alumbrado y 0,8 para fuerza, podrán funcionar un máximo de 5 bombas a la vez (coincidiendo con el suministro eléctrico procedente de la red), y se añade un 25% de la potencia de la bomba mayor.

Con estas consideraciones, la potencia transportada es la siguiente: 1.039,1876 kW. En caso de considerar el 100% de la potencia instalada, 1.248,0576 kW

La Dirección Facultativa y la Propiedad habrán de fijar las potencias realmente necesarias para ajustar los transformadores de intensidad de la celda de medida a la potencia necesaria, dado el escalonamiento existente en los trafos de intensidad fijados por la Compañía. De esta manera se evitará la contratación de potencias excesivas en los estadios iniciales de funcionamiento.

### 7.16 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Se han proyectado dos Instalaciones Solares Fotovoltaicas:

#### **Instalación Solar Fotovoltaica Senés**

Se proyecta instalar 1.836 paneles de 550 Wp, con una potencia total instalada de 1.009,80 kWp, sobre soportes formados por estructuras fijas con una orientación de 15º de forma que se maximice la producción energética en verano, que es cuando la demanda es mayor.

Estos módulos fotovoltaicos se instalarán junto a la Balsa Inferior Senés, con una superficie necesaria de 1,26 ha.

Los equipos de bombeo estarán accionados por variadores de frecuencia híbridos especiales para bombeo fotovoltaico, y permitirá el suministro mediante CC (fotovoltaica) y CA (red eléctrica). El accionamiento de las bombas mediante un variador de frecuencia permite aprovechar al máximo la energía solar, de forma que adapte a la velocidad de giro del motor, a la energía que se produce (dentro de unos rangos de funcionamiento).

Los strings se agruparán en cajas de nivel 1, en la que se instalarán fusibles de protección y un seccionador para el conjunto de la agrupación. Desde este punto, partirá el cableado de la agrupación hasta la caja nivel 2, caja que contendrá las protecciones del conjunto de las agrupaciones y el corte total del parque. Desde este punto partirá el cableado de acometida fotovoltaica hasta la sección de bombeo, en este caso 5 conductores por fase de 400mm<sup>2</sup> Al.

Asimismo, se dispondrá de un sistema automatizado de control de la instalación que los controlará para garantizar un óptimo funcionamiento.

#### **Instalación Solar Fotovoltaica Robres**

Se proyecta instalar 2.646 paneles de 550 Wp, con una potencia total instalada de 1.455,30 kWp, sobre soportes formados por estructuras fijas con una orientación de 15º de forma que se maximice la producción energética en verano, que es cuando la demanda es mayor.

Estos módulos fotovoltaicos se instalarán junto a la Balsa Inferior Robres, con una superficie necesaria de 1,53 ha.

Los equipos de bombeo estarán accionados por variadores de frecuencia híbridos especiales para bombeo fotovoltaico, y permitirá el suministro mediante CC (fotovoltaica) y CA (red eléctrica). El accionamiento de las bombas mediante un variador de frecuencia permite aprovechar al máximo la energía solar, de forma que adapte a la velocidad de giro del motor, a la energía que se produce (dentro de unos rangos de funcionamiento).

Los strings se agruparán en cajas de nivel 1, en la que se instalarán fusibles de protección y un seccionador para el conjunto de la agrupación. Desde este punto, partirá el cableado de la agrupación hasta la caja nivel 2, caja que contendrá las protecciones del conjunto de las agrupaciones y el corte total del parque. Desde este punto partirá el cableado de acometida fotovoltaica hasta la sección de bombeo, en este caso 5 conductores por fase de 400mm<sup>2</sup> Al.

Asimismo, se dispondrá de un sistema automatizado de control de la instalación que los controlará para garantizar un óptimo funcionamiento.

Esta información se justifica y se amplía en el Anejo Nº 13 "Instalación Fotovoltaica".

### 7.17 AUTOMATIZACIÓN

Las actuaciones planteadas consisten en la definición de las características de la Automatización que controlará la red de riego del regadío de la Comunidad de Regantes Collarada (Huesca).

El sistema cuenta con los siguientes elementos, divididos en dos zonas, Zona Senés y Zona Robres:

#### **Zona Senés:**

- Balsa Inferior Senés.
- Estación de Bombeo Senés.
- Instalación Solar Fotovoltaica para el suministro al bombeo Senés.
- Balsa Superior Senés.

#### **Zona Robres:**

- Balsa Inferior Robres
- Estación de Bombeo Robres
- Instalación Solar Fotovoltaica para el suministro al bombeo Robres
- Balsa Intermedia Robres
- Balsa Superior Robres

#### **Centro de Control:**

- Situado en el núcleo urbano de Robres. Sede de la Comunidad de Regantes

### 7.17.1 ELEMENTOS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

#### 7.17.1.1 ESTACIÓN DE SENÉS, Balsa inferior Senés e instalación solar fotovoltaica SENÉS

Los equipos instalados en la estación de bombeo serán los siguientes:

- 1 Control trafo.
- 1 Control batería condensadores, batería Trafo vacío
- 1 Motobombas de 110 kW.
- 4 Motobombas de 200 kW.
- 5 Variadores de frecuencia solar híbridos con inductancia de línea y filtro dV/dt incluido.
- 1 Caudalímetros
- 2 Transductores de presión, en admisión e impulsiones.
- 1 Batería filtrado automática de mallas.
- 1 Finales de carrera NC, válvula anticipadora/alivio activa
- 1 Finales de carrera NC, válvula mariposa Abierta
- 2 Sensores de intrusismo uno en cada puerta acceso.
- 1 Sensor de termostato para temperatura ambiente edificio (Sala bombas y sala cuadros).
- 1 Sensores de nivel por presión hidrostático en cántara (nivel balsa Pie Canal).
- 1 Boyas indicadora de nivel máximo y mínimo en cántara.
- 1 Compuerta motorizada en toma Canal.
- 1 Limpiarrejas automático para desbaste en toma Canal.
- 1 Caudalímetro en obra de toma Canal.
- PC con SCADA para control de la estación de bombeo y módulos remotos.
- Conexión modbus entre equipos variadores y el autómata.
- Red comunicaciones fotovoltaica:
  - En Caja Campo 2 (CC2). Swich comunicaciones con todas las CC1-x y los sensores (2 sondas de radiación, 2 sondas de temperatura en placa y 2 sondas de temperatura ambiente; en instalaciones fijas), en instalaciones con seguidor, además, anemómetro y monitorización de los Suntrackers (si es instalación fija la monitorización suntracker no existirá).

- Red Ethernet tipo UTP exterior CAT6 con conexión RJ-45 entre CC1-x, sensores y la CC2.
- Switch Ethernet para concentración de circuitos CC1-x en CC2.
- Conversor Ethernet a Fibra Óptica monomodo 9/125
- Red Fibra Óptica 9/125 monomodo entre CC2 y PC bombeo, y Conversor Ethernet a Fibra Óptica monomodo 9/125 y viceversa, y conexión a PLC y PC.
- Suministro eléctrico a equipos de medición.
- Además, en bombeo se medirán: tensión CC y AC, intensidad CC y AC, potencias, etc...

#### 7.17.1.2 ESTACIÓN DE ROBRES, Balsa inferior Robres e instalación solar fotovoltaica ROBRES

Los equipos instalados en la estación de bombeo serán los siguientes:

- 1 Control trafo.
- 1 Control batería condensadores, batería Trafo vacío
- 1 Motobombas de 90 kW.
- 4 Motobombas de 160 kW.
- 1 Motobombas de 110 kW.
- 3 Motobombas de 200 kW.
- 9 Variadores de frecuencia solar híbridos con inductancia de línea y filtro dV/dt incluido.
- 2 Caudalímetros
- 2 Transductores de presión, en admisión e impulsiones.
- 1 Filtro automático tipo W.
- 2 Finales de carrera NC, válvula anticipadora/alivio activa
- 13 Finales de carrera NC, válvula mariposa Abierta
- 1 Válvula mariposa motorizada con A/C controlada por relés.
- 4 Sensores de intrusismo uno en cada puerta acceso.
- 1 Sensor de termostato para temperatura ambiente edificio (Sala bombas y sala cuadros).
- 1 Sensores de nivel por presión hidrostático en balsa Pie Canal.
- 1 Boyas indicadora de nivel máximo en balsa Pie Canal.
- 1 Válvula mariposa motorizada con A/C controlada por relés en toma fondo balsa
- 1 Compuerta motorizada en toma Canal.

- 1 Limpiarregas automático para desbaste en toma Canal.
- 1 Caudalímetro en obra de toma Canal.
- PC con SCADA para control de la estación de bombeo y módulos remotos.
- Conexión modbus entre equipos variadores y el autómata.
- Red comunicaciones fotovoltaica:
  - En Caja Campo 1 (CC1-x). Dispositivos de medición de corriente para las series fotovoltaicas de hasta 9 entradas.
  - En Caja Campo 2 (CC2). Swich comunicaciones con todas las CC1-x y los sensores (2 sondas de radiación, 2 sondas de temperatura en placa y 2 sondas de temperatura ambiente; en instalaciones fijas), en instalaciones con seguidor, además, anemómetro y monitorización de los Suntrackers (si es instalación fija la monitorización suntracker no existirá).
  - Red Ethernet tipo UTP exterior CAT6 con conexión RJ-45 entre CC1-x, sensores y la CC2.
  - Switch Ethernet para concentración de circuitos CC1-x en CC2.
  - Conversor Ethernet a Fibra Óptica monomodo 9/125
  - Red Fibra Óptica 9/125 monomodo entre CC2 y PC bombeo, y Conversor Ethernet a Fibra Óptica monomodo 9/125 y viceversa, y conexión a PLC y PC.
  - Suministro eléctrico a equipos de medición.
  - Además, en bombeo se medirán: tensión CC y AC, intensidad CC y AC, potencias, etc...

#### 7.17.1.3 BALSAS SUPERIOR SENÉS, BALSA INTERMEDIA ROBRES Y BALSA SUPERIOR ROBRES

Los equipos instalados previos a la conexión con las tomas de fondo de las balsas serán los siguientes:

- 1 Caudalímetro
- 1 Sensor de nivel por presión hidrostático.
- 1 Boya indicadora de nivel de máximo.
- 1 Sensor de intrusismo en puerta acceso
- 1 Transductor de presión.
- 1 Válvula mariposa motorizada con A/C controlada por relés.
- Autómata con SCADA y pantalla táctil 12", representación real elementos de control, en cuadro.

Se prevé la instalación de una remota RADIO con comunicación bidireccional con autómata de control previsto en este punto, para comunicar y recibir órdenes desde la estación de bombeo, es decir, el autómata del bombeo podrá mandar órdenes para accionar los elementos de control de la toma de fondo de la balsa, y esta a su vez mandarle estados y señales de los elementos de control del bombeo. La comunicación entre estos dos puntos será vía RADIO, por su parte la remota de la estación de bombeo comunicará con el Centro de Control vía GPRS.

#### 7.17.2 SISTEMA DE COMUNICACIONES

##### 7.17.2.1 COMUNICACIÓN RADIO/GPRS

El sistema de comunicación de los equipos remotos con la estación de bombeo se realizará mediante el envío y recepción de señales de RADIO de frecuencia libre. En los equipos remotos el módulo propuesto lleva integrada la comunicación vía RADIO. Toda la información y señales de la instalación se concentrarán en cada uno de los Bombeos desde donde se visualizará y gestionará toda la instalación de esa Zona, y a través de una VPN se podrá tener acceso desde un bombeo al otro. Del mismo modo, entre los Bombeos y el Centro de Control ubicado en la Sede de la CR existirá conexión vía GPRS y VPN, desde donde se visualizará y gestionará telemáticamente toda la instalación (bombeo, balsas, tomas, red de riego, etc...), almacenando toda la información de las variables de funcionamiento de todas las infraestructuras, siendo para ello imprescindible que estas señales puedan ser visualizadas en tiempo real desde dicha sede y se almacenen adecuadamente para conservar los históricos de funcionamiento de todas ellas para su análisis.

Las comunicaciones con la unidad maestra (Concentradora) de la estación de Bombeo, se realizarán mediante comunicación Modbus, y se unirán a una red Modbus interior y se comunicarán con el PLC que procesará y gestionará las señales que le llegan de estos módulos remotos vía Unidad Maestra.

Este sistema es escalable, ya que la unidad maestra soporta hasta 128 módulos remotos, para futuras ampliaciones, con la condición que los módulos remotos deberán comunicar mediante el mismo protocolo Modbus.

Dentro de este sistema la unidad maestra actuará como Maestra de las unidades Remotas, y a su vez como esclava del PLC de las estaciones de bombeo.

### 7.17.2.2 COMUNICACIÓN BUS DE CAMPO

En el caso del bombeo para la comunicación del analizador de redes, variadores y centro de transformación, y el PLC, se prevé una red Modbus. En este caso el PLC será el maestro de la red, siendo los demás equipos esclavos suyos. Para ello se prevén 3 switches de 8 bocas RJ45 para la intercomunicación.

### 7.17.2.3 COMUNICACIÓN ETHERNET TCP

Se prevé la instalación de una red Ethernet con cable tipo UTP Exterior CAT6, con conexiones RJ-45 y Switches de conexión, que comunicará:

- El PLC con el PC con el SCADA del edificio de bombeo, y desde estos, y a través de una comunicación vía GPRS o VPN, comunicará con el Centro de Control, es decir con la sede de la CR.
- El sistema de monitorización de señales de tensión e intensidad de las cadenas de módulos, previsto en las diferentes Cajas de Campo nº 1 (CC1-x), y de los sensores de temperatura e irradiancia, con la Caja de Campo nº 2 (CC2). Desde este, y a través de una comunicación vía Fibra Óptica monomodo 9/125 enterrada bajo tubo, comunicará con el PLC y el PC del Bombeo. Usando convertidores de medios PoE 10/100 Base TX a 100 Base-FX para facilitar las conversiones y mantener una alta calidad en las comunicaciones.

Los Conversores de Medios PoE conectan de forma transparente cobre a fibra, al tiempo que proporcionan Power over Ethernet (PoE) a dispositivos que cumplan las normas PoE y PoE+. Este tipo de conversores permitirán incluso la futura conexión de cámaras IP. Las características principales del conversor de medios son:

- Fibra 10/100/1000Base-T a 100/1000Base-X
- Alimentación IEEE 802.3 PoE & PoE+ PSE
- Compatible con dispositivos PoE antiguos anteriores a la norma
- Puertos de fibra fijos o ranura vacía para SFP Cisco y otros estándar
- Funciones avanzadas: PD Reset, Fiber redundancy, Smart Link Pass-Through, Fiber Fault Alert, Auto-MDIX y Loopback

Las comunicaciones entre sensores y elementos de control con el autómata se realizarán vía cable de comunicaciones apantallado con pares balanceados para minorar posibles efectos del ruido eléctrico que puedan afectar al control.

### 7.18 TELECONTROL

Se prevé la instalación de un sistema que posibilite el telecontrol en alta de apertura y cierre de hidrantes, lectura de contadores, sensor de intrusismo en arquetas y condiciones de presión de la red. Básicamente, este Sistema de Telegestión de regadíos estará compuesto por los siguientes elementos:

- Estaciones Remotas.
- Sistema de Comunicaciones.
- Sistema de Alimentación.
- Centro de Control.
- Programa de Telegestión.

Todos estos elementos actuarán como un conjunto que posibilitará una gestión eficiente de las instalaciones y un uso más racional y cómodo del agua.

También se contempla el uso de una aplicación SCADA para la telegestión de las instalaciones de las Estaciones de Bombeo, Balsas de Regulación e Instalaciones Solares fotovoltaicas.

El sistema de comunicaciones previsto será vía radio con frecuencia libre (aunque, sin necesidad de cambiar de equipo, quedan posibilitados los sistemas mixtos GPRS/Radio o similares).

La alimentación de las remotas de campo se prevé por baterías con placas solares sobre soporte de 3 metros. Ver anejo Nº 15 "Telecontrol"

### 7.19 MEDIDAS AMBIENTALES. HUMEDALES ARTIFICIALES.

Se incluyen en el presupuesto del presente Proyecto una serie de medidas a ejecutar en la fase de ejecución de las obras, la mayor parte de ellas definidas en el Estudio de Impacto Ambiental redactado en febrero de 2022.

Dentro de éstas se incluye la definición de las actuaciones necesarias para la construcción de 2 humedales artificiales en el tramo inferior de cada uno de los desagües D-34, D-36 y D-46, incluyendo la dotación de un dispositivo aforador y de un punto de control de calidad del agua en cada uno de estos tres desagües, aguas abajo de su respectivo humedal de reducción de nutrientes y antes de su incorporación al río Flumen.

De una forma breve y esquemática, las actuaciones contempladas en cada uno de estos desagües son las que se describen a continuación.

Humedal D-34/D-36 (D-1 en Informe dimensionado)

En la parcela 57 del polígono 15 del Término Municipal de Grañen, ocupando una superficie de 5,94 ha. El llenado del humedal se realizará a partir de dos pequeños azudes situados en el Desagüe D-34 y D-36, los cuales recogerán todos los retornos riego de la zona norte (Subcuencas 2 y 3), de la Comunidad de Regantes de Collarada y serán transportados hasta el humedal a través de conducciones en hormigón DN 400 de 818 m de longitud.

Según el estudio de retornos el caudal máximo a derivar será de 150 l/s entre ambas subcuencas, aunque el análisis cuenca a cuenca determina 100 l/s en D-34 y 75 l/s en D-36, y la superficie total del lecho de entre 5 y 7 ha. Se plantea una superficie de 5,94 ha, ajustada a las necesidades del estudio.

A partir del azud encontramos una tubería de salida, comprendida entre la arqueta de derivación y el punto de vertido en el lecho, previsto en tubo simple de Hormigón Armado clase C-90 DN 400.

Aplicando balance de energía obtenemos los siguientes resultados:

Colector	Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota vertido (m.s.n.m.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
D-34 a D-36	322,77	322,41	208	111	0,88
D-36 a Lechos	322,41	320,25	610	306	1,56

Atendiendo a lo anterior obtenemos que con una tubería de hormigón armado tipo clase C-90 DN400, que una primero el colector D-34 con el colector D-36 y luego continúe hasta los lechos, el caudal máximo a transportar hasta el lecho será de 111 y 306 l/s, respectivamente, superior al máximo resultante del estudio, y superior al caudal máximo estudiado en cada subcuenca.

Humedal D-46

En las parcelas 83, 120, 121, 122 y 170 del polígono 14 del Término Municipal de Grañen, ocupando una superficie de 5,10 ha. El llenado del humedal se realizará a partir de un pequeño azud situado en el Desagüe D-46, el cual recogerá parte los retornos riego de la zona sur (Subcuenca 15), de la Comunidad de Regantes de COLLARADA y serán transportados hasta el humedal a través de una conducción en hormigón DN 500 de 346 m de longitud.

Según el estudio de retornos el caudal máximo a derivar será de 220 l/s entre ambas subcuencas, y la superficie total del lecho de entre 4 y 6 ha. Se plantea una superficie de 5,10 ha, ajustada a las necesidades del estudio.

A partir del azud encontramos una tubería de salida, comprendida entre la arqueta de derivación y el punto de vertido en el lecho, previsto en tubo simple de Hormigón Armado clase C-90 DN 500 de 346,4 m de longitud.

Aplicando balance de energía obtenemos los siguientes resultados:

Colector	Cota inicio (m.s.n.m.)	Cota vertido (m.s.n.m.)	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Velocidad (m/s)
D-46	338,40	337,19	346,4	295	1,50

Atendiendo a lo anterior obtenemos que con una tubería de hormigón armado tipo clase C-90 DN500 derivando desde el colector el caudal máximo a transportar hasta el lecho será de 295 l/s, superior al máximo resultante del estudio, y superior al caudal máximo estudiado en la subcuenca.

Para una mayor y más completa información puede consultarse el Estudio de Impacto Ambiental.

**8 PROTECCIÓN CATÓDICA**

En el proyecto se prevé la protección de todas las tuberías metálicas o con elementos metálicos en su composición (Acero Helicosoldado), y en todas aquellas piezas aisladas de calderería, (AHS, PVC-O y PRFV).

Para la protección se utilizarán como electrodos dispersores de corriente, ánodos de magnesio de 4,1 Kg. de peso unitario, con un cable RV 0,6/1 kV de 1 x 6 mm<sup>2</sup> de sección para su conexión al cable anódico. Estos ánodos irán recubiertos con una capa de mezcla activadora de aproximadamente 20 Kg/ánodo.

Para las piezas especiales aisladas (codos y tes de calderería), se utilizarán ánodos de magnesio de 4,1 kg de peso unitario, con un cable de 1 x 6 mm<sup>2</sup> de sección para su conexión a la pieza especial. Estos ánodos irán recubiertos con una capa de mezcla activadora de aproximadamente 10 Kg/ánodo.

**9 PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS Y PERIODO DE GARANTÍA**

La duración total de las obras se ha estimado en 20 meses, incluida la puesta en marcha. La programación de las obras se detalla en el Anejo N° 17 "Programa de las Obras", siendo el resumen del mismo el cronograma que se presentan en dicho anejo.

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

## 10 CONTROL DE CALIDAD

En cuanto al control de calidad, en el Anejo Nº 26 "Plan de Control de Calidad" se detallan los ensayos que se deberán llevar a cabo en la ejecución de las obras, así como su frecuencia de muestreo. Estos ensayos son los mínimos necesarios que deberá realizar el Contratista, con independencia de lo estipulado posteriormente en su Plan de Aseguramiento de la Calidad de Obra (PAC).

## 11 SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, con el Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre, el presente Proyecto debe contar, como parte de la documentación técnica necesaria, con un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Este Estudio de Seguridad y Salud, incluido en el Anejo Nº 22 "Estudio de Seguridad y Salud", establece durante la ejecución de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgo de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Por lo tanto, las indicaciones reflejadas en el citado estudio servirán para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas.

## 12 GESTIÓN DE RESIDUOS

En Cumplimiento con la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, con el Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón, De Gestión de Residuos de Construcción y demolición, y demás normativa aplicable.

En el Anejo Nº 21 "Plan de Gestión de Residuos" se detallan los aspectos a tener en cuenta.

## 13 PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

La clasificación que se propone para el contratista para esta tipología de obra y según 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, y el Real Decreto 773/2015 de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, es:

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

## 14 REVISIÓN DE PRECIOS

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

## 15 CALIFICACIÓN AMBIENTAL

La gestión ambiental del Proyecto se ha ceñido a cumplir con la legislación vigente en materia de Protección Ambiental, en este caso la Ley 9/2018 de 5 de diciembre por la que se modifica la Ley 21/2013 de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental.

El proyecto y el Estudio de Impacto Ambiental redactado en este momento serán remitidos al Órgano Sustantivo, en este caso, la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria (Subdirección General de Regadíos, Caminos Naturales e Infraestructuras Rurales), para que dé traslado al Órgano Ambiental, en este caso, la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, dependiente de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, para que emita su pronunciamiento sobre el procedimiento de evaluación ambiental del proyecto.



Este proyecto quedaría encuadrado dentro de los supuestos recogidos en el Anexo I del Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre de Evaluación Ambiental, concretamente en el Grupo 1, apartado C "Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, incluida la transformación en regadío y la mejora o consolidación del regadío, que afecten a más de 100 ha".

Según el Artículo 7.1.a, Ley 21/2013, deberá ser sometido a Evaluación de Impacto Ambiental Ordinaria por parte de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, dependiente de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Ver anejo Nº 24 "Estudio de Impacto Ambiental".

## 16 SERVICIOS AFECTADOS. PERMISOS Y LICENCIAS

En cuanto a los servicios afectados, permisos y licencias, en el Anejo Nº 20 "Servicios Afectados, Permisos y Licencias" se detallan los tramites en los organismos y administraciones en los que se deben tramitar permisos y licencias en los ulteriores pasos previos a la ejecución material de las obras definidas en el presente proyecto.

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

- CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO
  - Tomas en Canal de Monegros.
  - Cruces y paralelismos CHE-1407, CHE-1411, CHE-1414 y CHE-1433.
  - Cruces con el Canal de Monegros y su camino de servicio CHE-1411.
  - Cruces y paralelismos con acequias y desagües.
  - Vertido de aliviaderos de balsas a cauces naturales.
- SERVICIO PROVINCIAL DE HUESCA DEPARTAMENTO DE VERTEBRACIÓN DEL TERRITORIO, MOVILIDAD Y VIVIENDA
  - Cruces y paralelismos carreteras autonómicas A-1211, A-1214 y A-121.
- INSTITUTO ARAGONÉS DE GESTIÓN AMBIENTAL
  - Afecciones a vías pecuarias.
- DIRECCIÓN GENERAL DE PATRIMONIO Y CULTURA DEL GOBIERNO DE ARAGÓN.

- AYUNTAMIENTO DE ALCUBIERRE (Cruce caminos vecinales)
- AYUNTAMIENTO DE ROBRES (Cruce caminos vecinales)
- AYUNTAMIENTO DE ALMUNIENTE (Cruce caminos vecinales)

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

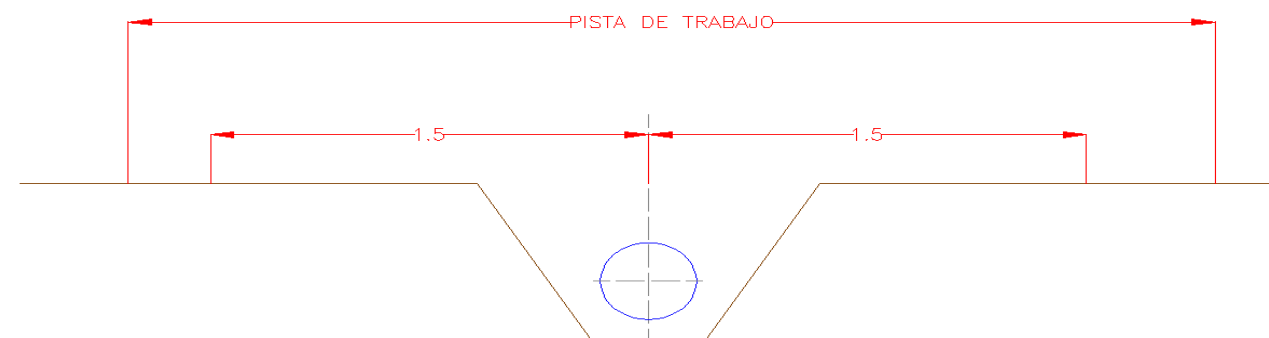
## 17 EXPROPIACIONES, OCUPACIONES TEMPORALES Y SERVIDUMBRES

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

En la fase de ejecución de las obras puede ser necesario recurrir a expedientes de expropiación forzosa para algunas de las parcelas afectadas. Por este motivo, se detallan en el Anejo Nº 19 "Relación de Bienes Afectados" las parcelas catastrales que se van a ver afectadas por esta ocupación permanente y la superficie afectada.

Igualmente, en el citado anejo, se especifican una serie de parcelas que van a ser objeto de ocupación temporal, como consecuencia de la instalación de las tuberías de la Red de Distribución, así como aquellas con ocupación temporal o permanente originada por la ejecución de las líneas eléctricas de media tensión.

Las anchuras de trabajo establecidas han sido las siguientes:



DN	PISTA DE TRABAJO		
	1 TUBERÍA	2 TUBERÍAS	3 TUBERÍAS
$\varnothing < 400$	10 m	11 m	12 m
$400 \leq \varnothing < 600$	14 m	15 m	16 m
$600 \leq \varnothing < 900$	17 m	18 m	19 m
$\varnothing \geq 1000$	20 m	21 m	22 m

- RED SECUNDARIA/TERCIARIAS: En este caso la anchura se mantiene fija, en 10 m de anchura en todas las terciarias.
- TUBERÍAS DE LOS HUMEDALES: La anchura en función del tamaño de la tubería seguirá el mismo criterio que en la red de riego.

## 18 DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

El presente proyecto constituye una obra completa, entendiéndose por tal la susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que posteriormente pueden ser objeto, y comprender todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de la obra.

## 19 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PRESENTE PROYECTO

### DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA

- ANEJO Nº 1.- PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS. FICHA TÉCNICA
- ANEJO Nº 2.- RELACIÓN DE PARCELAS Y SUPERFICIES
- ANEJO Nº 3.- ESTUDIO AGRONÓMICO
- ANEJO Nº 4.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- ANEJO Nº 5.- DATOS TOPOGRÁFICOS
- ANEJO Nº 6.- PARÁMETROS BÁSICOS DE RIEGO Y DOTACIONES
- ANEJO Nº 7.- ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEJO Nº 8.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y MECÁNICOS DE LA RED DE RIEGO
- ANEJO Nº 9.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS DEL BOMBEO
- ANEJO Nº 10.- BALSAS DE REGULACIÓN
- ANEJO Nº 11.- ANÁLISIS DEL RIESGO Y PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LAS BALSAS
- ANEJO Nº 12.- CÁLCULOS ESTRUCTURALES
- ANEJO Nº 13.- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
- ANEJO Nº 14.- INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN BAJA TENSIÓN Y AUTOMATIZACIÓN
- ANEJO Nº 15.- TELECONTROL Y TELEGESTIÓN DEL RIEGO
- ANEJO Nº 16.- INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN FEADER/PEPAC 2023-2027
- ANEJO Nº 17.- PROGRAMACIÓN DE LAS OBRAS
- ANEJO Nº 18.- JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS
- ANEJO Nº 19.- RELACIÓN DE BIENES AFECTADOS
- ANEJO Nº 20.- SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS
- ANEJO Nº 21.- PLAN DE GESTIÓN DE RESIDUOS
- ANEJO Nº 22.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA
- ANEJO Nº 23.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
- ANEJO Nº 24.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
- ANEJO Nº 25.- REPORTAJE FOTOGRÁFICO
- ANEJO Nº 26.- PLAN DE CALIDAD

**DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS**

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS			MEMORIA		
Nº	NOMBRE DE PLANO	HOJAS	Nº	NOMBRE DE PLANO	HOJAS
1	SITUACIÓN E ÍNDICE DE PLANOS	1	09.05	BALSA INFERIOR ROBRES. PERFILES DIQUE	8
2	EMPLAZAMIENTO	1	09.06	BALSA INFERIOR ROBRES. PERFILES FONDO	6
3	PLANTA GENERAL DE OBRAS	1	09.07	BALSA INFERIOR ROBRES. SECCION TIPO	2
04.01	OBRA DE TOMA EN SENÉS	2	09.08	BALSA INFERIOR ROBRES. OBRA DE ENTRADA	1
04.02	OBRA DE TOMA EN ROBRES	2	09.09	BALSA INFERIOR ROBRES. TOMA DE FONDO	5
05.01	BALSA INFERIOR SENÉS. PLANTA GENERAL	1	09.10	BALSA INFERIOR ROBRES. ALIVIADERO	1
05.02	BALSA INFERIOR SENÉS. ESTADO ACTUAL	1	09.11	BALSA INFERIOR ROBRES. RED DE DRENAJE	1
05.03	BALSA INFERIOR SENÉS. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA	1	09.12	BALSA INFERIOR ROBRES. CAMINO	1
05.04	BALSA INFERIOR SENÉS. PLANTA DE PERFILES	1	10.01	ESTACIÓN DE BOMBEO ROBRES. EMPLAZAMIENTO	1
05.05	BALSA INFERIOR SENÉS. PERFILES DIQUE	6	10.02	ESTACIÓN DE BOMBEO ROBRES. URBANIZACIÓN	6
05.06	BALSA INFERIOR SENÉS. PERFILES FONDO	6	10.03	ESTACIÓN DE BOMBEO ROBRES. OBRA CIVIL	5
05.07	BALSA INFERIOR SENÉS. SECCION TIPO	1	10.04	ESTACIÓN DE BOMBEO ROBRES. INSTALACIONES	2
05.08	BALSA INFERIOR SENÉS. OBRA DE ENTRADA	1	10.05	ESTACION DE BOMBEO ROBRES. BAJA TENSIÓN	11
05.09	BALSA INFERIOR SENÉS. TOMA DE FONDO	1	11.01	TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES P1. PLANTA GENERAL	4
05.10	BALSA INFERIOR SENÉS. ALIVIADERO	2	11.02	TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES P1. PERFIL LONGITUDINAL	2
05.11	BALSA INFERIOR SENÉS. RED DE DRENAJE	1	12.01	BALSA INTERMEDIA ROBRES. PLANTA GENERAL	1
05.12	BALSA INFERIOR SENÉS. CAMINO DE ACCESO	1	12.02	BALSA INTERMEDIA ROBRES. ESTADO ACTUAL	1
05.13	BALSA INFERIOR SENÉS. DIQUE	3	12.03	BALSA INTERMEDIA ROBRES. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA	1
06.01	ESTACIÓN DE BOMBEO SENÉS. EMPLAZAMIENTO	1	12.04	BALSA INTERMEDIA ROBRES. PLANTA DE PERFILES	1
06.02	ESTACIÓN DE BOMBEO SENÉS. URBANIZACIÓN	7	12.05	BALSA INTERMEDIA ROBRES. PERFILES DIQUE	6
06.03	ESTACIÓN DE BOMBEO SENÉS. OBRA CIVIL	6	12.06	BALSA INTERMEDIA ROBRES. PERFILES FONDO	5
06.04	ESTACIÓN DE BOMBEO SENÉS. INSTALACIONES	3	12.07	BALSA INTERMEDIA ROBRES. SECCION TIPO	2
06.05	ESTACION DE BOMBEO SENÉS. BAJA TENSIÓN	10	12.08	BALSA INTERMEDIA ROBRES. OBRA DE ENTRADA Y TOMA DE FONDO	5
07.01	TUBERÍA DE IMPULSIÓN SENÉS. PLANTA GENERAL	5	12.09	BALSA INTERMEDIA ROBRES. ALIVIADERO	2
07.02	TUBERÍA DE IMPULSIÓN SENÉS. PERFIL LONGITUDINAL	4	12.10	BALSA INTERMEDIA ROBRES. RED DE DRENAJE	1
08.01	BALSA SUPERIOR SENÉS. PLANTA GENERAL	1	12.11	BALSA INTERMEDIA ROBRES. CAMINO	3
08.02	BALSA SUPERIOR SENÉS. ESTADO ACTUAL	1	13.01	TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES P2. PLANTA GENERAL	4
08.03	BALSA SUPERIOR SENÉS. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA	1	13.02	TUBERÍA DE IMPULSIÓN ROBRES P2. PERFIL LONGITUDINAL	3
08.04	BALSA SUPERIOR SENÉS. PLANTA DE PERFILES	1	14.01	BALSA SUPERIOR ROBRES. PLANTA GENERA	1
08.05	BALSA SUPERIOR SENÉS. PERFILES DIQUE	8	14.02	BALSA SUPERIOR ROBRES. ESTADO ACTUAL	1
08.06	BALSA SUPERIOR SENÉS. PERFILES FONDO	6	14.03	BALSA SUPERIOR ROBRES. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA	1
08.07	BALSA SUPERIOR SENÉS. SECCION TIPO	2	14.04	BALSA SUPERIOR ROBRES. PLANTA DE PERFILES	1
08.08	BALSA SUPERIOR SENÉS. OBRA DE ENTRADA Y TOMA DE FONDO	5	14.05	BALSA SUPERIOR ROBRES. PERFILES DIQUE	5
08.09	BALSA SUPERIOR SENÉS. ALIVIADERO	2	14.06	BALSA SUPERIOR ROBRES. PERFILES FONDO	5
08.10	BALSA SUPERIOR SENÉS. RED DE DRENAJE	1	14.07	BALSA SUPERIOR ROBRES. SECCION TIPO	2
09.01	BALSA INFERIOR ROBRES. PLANTA GENERAL	1	14.08	BALSA SUPERIOR ROBRES. OBRA DE ENTRADA Y TOMA DE FONDO	5
09.02	BALSA INFERIOR ROBRES. ESTADO ACTUAL	1	14.09	BALSA SUPERIOR ROBRES. ALIVIADERO	2
09.03	BALSA INFERIOR ROBRES. DEFINICIÓN GEOMÉTRICA	1	14.10	BALSA SUPERIOR ROBRES. RED DE DRENAJE	1
09.04	BALSA INFERIOR ROBRES. PLANTA DE PERFILES	1	14.11	BALSA SUPERIOR ROBRES. CAMINO	1
			15.01	AGRUPACIONES DE RIEGO	28

Nº	NOMBRE DE PLANO	HOJAS
15.02	AGRUPACIONES DE RIEGO. TOMA Y TERCARIAS	66
16.01	RED DE RIEGO. PLANTA GENERAL DE REDES	111
16.02	RED DE RIEGO. PERFILES LONGITUDINALES	94
17.01	DETALLES DE LA RED. SECCIONES TIPO	3
17.02	DETALLES DE LA RED. ARQUETAS	4
17.03	DETALLES DE LA RED. HIDRANTES	6
17.04	DETALLES DE LA RED. HINCAS	4
17.05	DETALLES DE LA RED. CRUCES DE CANAL	3
17.06	DETALLES DE LA RED. ANCLAJES	1
18.01	INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS. SENÉS	2
18.02	INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS. ROBRES	2
19.01	MEDIDAS AMBIENTALES. PLANTA GENERAL	1
19.02.01	MEDIDAS AMBIENTALES. D46. PLANTA GENERAL	1
19.02.02	MEDIDAS AMBIENTALES. D46. AZUD DERIVACIÓN	1
19.02.03	MEDIDAS AMBIENTALES. D46. TUBERÍA LLENADO	2
19.02.04	MEDIDAS AMBIENTALES. D46. HUMEDAL	1
19.02.05	MEDIDAS AMBIENTALES. D46. MOVIMIENTO DE TIERRAS	7
19.02.06	MEDIDAS AMBIENTALES. D46. DETALLES	2
19.03.01	MEDIDAS AMBIENTALES. D34, D36. PLANTA GENERAL	1
19.03.02	MEDIDAS AMBIENTALES. D34, D36. AZUD DERIVACIÓN	1
19.03.03	MEDIDAS AMBIENTALES. D34, D36. TUBERÍA LLENADO	2
19.03.04	MEDIDAS AMBIENTALES. D34, D36. HUMEDAL	1
19.03.05	MEDIDAS AMBIENTALES. D34, D36. MOVIMIENTO DE TIERRAS	8
19.03.06	MEDIDAS AMBIENTALES. D34, D36. DETALLES	2
19.04	MEDIDAS AMBIENTALES.PUNTOS DE RECARGA	1

**DOCUMENTO Nº 3.- PLIEGO DE CONDICIONES**

**DOCUMENTO Nº 4.- PRESUPUESTOS**

4.1.- MEDICIONES AUXILIARES

4.2.- MEDICIONES.

4.3.- CUADRO DE PRECIOS Nº 1.

4.4.- CUADRO DE PRECIOS Nº 2.

4.5.- PRESUPUESTOS PARCIALES.

4.6.- RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS

**SEPARATA- INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN MEDIA TENSIÓN**

**20 PRESUPUESTO**

**20.1 PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

CAPÍTULO	RESUMEN	IMPORTE (€)
1	OBRA DE TOMA.....	239.488,49 €
2	B. INFERIOR SENÉS.....	843.015,86 €
3	B. ELEVADA SENÉS.....	581.902,90 €
4	B. INFERIOR ROBRES.....	762.716,66 €
5	B. INTERMEDIA ROBRES.....	603.388,70 €
6	B. ELEVADA ROBRES.....	408.814,64 €
7	IMPULSIONES.....	1.478.033,65 €
8	E.B. SENES.....	885.783,63 €
9	E.B. ROBRES.....	1.283.859,74€
10	RED SENES.....	2.737.281,39 €
11	RED BAJA ROBRES.....	3.061.410,47 €
12	RED ALTA ROBRES.....	1.927.309,06 €
13	BAJA TENSIÓN.....	707.185,72 €
14	AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL.....	577.911,85 €
15	MEDIA TENSIÓN.....	439.717,25 €
16	INST. FOTOVOLTAICAS.....	1.529.066,66 €
17	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	7.919,64 €
18	MEDIDAS AMBIENTALES.....	323.834,33 €
19	SEGURIDAD Y SALUD.....	139.332,50 €
20	PUBLICIDAD.....	1.702,23 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>		<b>18.539.675,37 €</b>

El Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto asciende a la expresada cantidad de DIECIOCHO MILLONES QUINIENTOS TREINTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS SETENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS DE EURO (18.539.675,37 €).

**20.2 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (IVA EXCLUIDO)**

	<b>IMPORTE (€)</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL.....</b>	<b>18.539.675,37 €</b>
GASTO GENERALES 13%.....	2.410.157,80 €
BENEFICIO INDUSTRIAL 6%.....	1.112.380,52 €
TOTAL.....	3.522.538,32 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN ANTES DE IVA.....</b>	<b>22.062.213,69 €</b>

El Presupuesto Base de Licitación antes de IVA del Proyecto asciende a la expresada cantidad de VEINTIDÓS MILLONES SESENTA Y DOS MIL DOSCIENTOS TRECE EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS DE EURO (22.062.213,69 €).

**20.3 PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN (IVA INCLUIDO)**

	<b>IMPORTE (€)</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN ANTES DE IVA.....</b>	<b>22.062.213,69 €</b>
IVA 21% .....	4.633.064,87 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN IVA INCLUIDO.....</b>	<b>26.695.278,57 €</b>

El Presupuesto Base de Licitación después de IVA del Proyecto asciende a la expresada cantidad de VEINTISÉIS MILLONES SEISCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS SETENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS DE EURO (26.695.278,57 €).

Zaragoza, noviembre de 2023

D. Daniel Cameo Moreno

Colegiado Nº 1059 del Colegio Oficial de Ingenieros

Agrónomos de Aragón, Navarra y País Vasco