

DOCUMENTO N.º 1.- MEMORIA

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES	4
2 OBJETO DEL PROYECTO	5
3 DIVISIÓN DE LAS ACTUACIONES Y FINANCIACIÓN DE LAS OBRAS.....	8
4 SITUACIÓN ACTUAL	9
5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MEDIO FÍSICO	10
5.1 Localización	10
5.2 Climatología	10
5.3 Geología y geomorfología.....	11
5.4 Hidrogeología	13
6 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES.....	14
7 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.....	15
7.1 Definición y análisis de alternativas.....	15
7.1.1 Justificación de la solución adoptada	17
7.2 Descripción de la solución adoptada	18
8 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO	18
9 INGENIERÍA DEL PROYECTO	20
9.1 Ingeniería del diseño.....	20
9.2 Superficie objeto del proyecto.....	20
9.3 Cartografía y topografía	21
9.4 Sistema de riego. Parámetros definitorios	21
9.4.1 Elección del sistema de riego	21
9.4.2 Necesidades de agua.....	22
9.4.3 Organización de los riegos	22
10 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS	23

10.1 Balsa de regulación	23
10.2 Tubería de abastecimiento	24
10.3 Estación de bombeo	24
10.3.1 Urbanización	25
10.4 Red de riego	25
10.4.1 Trazado de la red	27
10.4.2 Presión necesaria en hidrante	28
10.4.3 Caudales de diseño	29
10.4.4 Materiales y timbraje	29
10.4.5 Dimensionamiento de la red	29
10.4.6 Características constructivas de la red	35
10.4.7 Elementos singulares	38
10.5 Balsa de regulación	40
10.6 Arqueta de filtros	41
10.7 Sistema de telegestión	42
10.8 Cálculos eléctricos	43
10.8.1 Instalación en alta tensión. Centro de transformación	43
10.8.2 Instalación en baja tensión	44
10.9 Instalación fotovoltaica	48
10.10 Retirada y gestión de la red de riego existente	50
11 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS	50
11.1 Marco normativo	50
11.2 Clasificación de las obras	52
11.3 Declaración de obra completa	52
11.4 Estudio geotécnico	52
11.5 Estudio arqueológico	53
11.6 Estudio de seguridad y salud	53

11.7 Procedimiento de evaluación ambiental.....	55
11.8 Pliego de condiciones	55
11.9 Ocupación de terrenos y expropiaciones	55
11.10 Afecciones y permisos.....	56
11.11 Gestión de residuos.....	57
11.12 Sistema de adjudicación	57
11.13 Clasificación del contratista	58
11.14 Plazo de ejecución y programación de obras	58
11.15 Programa de control de calidad	58
11.16 Revisión de precios	59
12 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	60
13 PRESUPUESTO.....	65
14 CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE APROBACIÓN	67

1 ANTECEDENTES

La zona objeto del presente documento se circunscribe a la Zona Regable de la Comunidad de Regantes de la Ribera Alta del Porma que afecta a los Términos Municipales de Santa Colomba de Curueño, Vegas del Condado, Valdefresno y Villaturiel. Todos estos municipios pertenecen a la provincia de León.

La Comunidad de Regantes de la Ribera Alta del Porma se constituyó el 23 de octubre de 1947. Se constituye a petición de la Agrupación de Propietarios de los Ayuntamientos de Vegas del Condado y Valdefresno, con un aprovechamiento en origen de riegos de primavera de 2 m³/s durante la época de riego circunstancial, derivados del río Porma. Comprendía la zona regable de la margen derecha del Porma desde Vegas del Condado hasta Villacete limitando ya con la carretera nacional de Puente Villarente, de ahí su nombre de Ribera Alta del Porma, sobre una superficie de 2.000 ha. El riego se realizaba por el antiguo canal de tierra construido en el año 1941 y que terminaba en el Arroyo Las Pegas.

Entre los años 1962 y 1968 se construye la Presa del Embalse del Porma de la que proceden parte de las aguas de las que se detrae el riego de la Comunidad. Entre finales de 1974 y agosto de 1980 se realizan las obras del nuevo canal de la Comunidad de Regantes prolongándose hasta las proximidades de Alija de la Ribera a través de un canal desagador en la margen izquierda del río Bernesga con una longitud total de 31,8 km. Con esta ampliación se pasa de regar las 2.000 ha concedidas en un principio a una capacidad de riego de 8.000 ha con un caudal de 8 m³/s. Con la obra se va realizando la nueva red de acequias y desagües, método de regadío actual.

El Proyecto nace de la necesidad de garantizar un riego sostenible mediante la optimización hídrico-energética y la instalación de fuentes de energía renovables para optimizar los costes de los regantes y reducir los impactos ambientales a través de un ahorro en el consumo de agua y una reducción de las emisiones de CO₂ ligadas a los sistemas de regadío.

Los cambios a realizar en la zona objeto de estudio con motivo de la modernización del regadío y de la reconcentración parcelaria que lleva asociada, conlleva la sustitución del sistema actual de riego por gravedad con acequias por un sistema de tuberías enterradas con presión.

Las obras de Modernización del regadío que se van a realizar en la zona permiten que desde una Balsa de regulación se garantice el suministro de agua en los momentos en los que la energía eléctrica es más barata (periodos P-6) a la estación de bombeo. El agua pasa

de esta balsa a la estación de bombeo donde se le suministra una presión que hace que en los hidrantes de toma de las fincas se pueda disponer de una presión de 5 kg/cm² y un caudal de 40 l/s.

Desde la estación de bombeo hasta los hidrantes existe una red de tuberías enterrada de PRFV y PVC de distintos diámetros y timbrajes, el trazado de la red discurrirá en paralelo al trazado de los caminos y situado en la cabecera de las nuevas fincas de reemplazo.

Los hidrantes están ubicados en cada unidad de riego y suministrarán agua a una o varias fincas, cuya superficie total oscila entre 10 y 12 ha.

Todo este sistema está regulado mediante un telecontrol que gobernará la propia Comunidad de Regantes y automatiza el riego de dicha Comunidad de Regantes.

La red de riego que se prevé para la zona es mediante riego por aspersión a la demanda, bajo la modalidad de concesión-petición.

La Comunidad de Regantes domina en su mayoría la superficie de riego, con imposibilidad de riego por aspersión o goteo sin la utilización de aportes exteriores de energía. Esto hace que su modernización sea absolutamente necesaria si se pretende adecuar el regadío a las necesidades actuales.

En el trazado de estas redes se ha procurado, en la mayoría de los casos, conservar un trazado similar al existente, estableciéndose nuevos trazados en aquellos casos que así lo requiera la situación y eliminando los que resulten innecesarios por la definición de las nuevas masas y unidades de riego.

La anchura que se va a considerar realmente como de ocupación de los caminos es superior a la que teóricamente es necesaria para realizar la obra. Con ello se prevé la situación que se puede dar en tramos concretos en los que los taludes de los desmontes o terraplenes hagan que la ocupación se extienda más. A todos los caminos se les dará una pendiente transversal del 2% para facilitar la evacuación del agua hacia las cunetas.

Los caminos actuales que se conserven en su trazado precisarán de la limpieza en cunetas, perfilado en superficie, reposición de obras de fábrica deterioradas y adición de material granular en superficie en aquellos tramos que se encuentren en mal estado de conservación.

El objeto del presente proyecto es la definición y valoración económica del conjunto de obras e instalaciones necesarias para llevar a cabo la modernización del regadío de la Comunidad de Regantes de la Ribera Alta del Porma, promovidas por la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias S.A. (SEIASA) y por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL).

En síntesis, el proyecto tiene como objetivo la modernización del aprovechamiento del recurso hídrico a través de un sistema de riego a presión mediante una red ramificada de tuberías enterradas en la zona regable de la Comunidad de Regantes.

Estas instalaciones permitirán implantar una gestión de los riegos *a la demanda*, así como la optimización del consumo con el consiguiente ahorro de agua de riego, el cual será utilizado para la consolidación del regadío en la comunidad.

Mediante la actuación proyectada se pretende mejorar la eficiencia de los caudales suministrados sustituyendo para ello, la infraestructura actual compuesta por una red de acequias que, tras el paso del tiempo, se encuentran muy deterioradas.

La modalidad de riego a la demanda será posible al disponer de una red ramificada de tuberías y de los elementos necesarios que permitirán la distribución y entrega en parcela del agua de riego con una presión en condiciones aceptables. De esta forma es posible el cambio del sistema actual de riego por gravedad a un sistema de riego por aspersión, mucho más eficiente y con posibilidades de automatización y tele gestión.

La modernización de la superficie regable de la comunidad conlleva actuar sobre una superficie total de 4.603,67 hectáreas en los términos municipales de Santa Colomba de Curueño, Vegas del Condado, Valdefresno y Villaturiel, en la provincia de León.

En total se beneficiarán de esta modernización 3.954 propietarios sobre 7.826 parcelas de la Comunidad de Regantes de la Ribera Alta del Porma.

Para alcanzar estos objetivos, las principales infraestructuras hidráulicas y obras proyectadas y necesarias a realizar en la modernización del regadío del proyecto, se concretan en las siguientes actuaciones:

- Obra de toma consistente en un canal a balsa desde el canal de Arriola.
- Balsa de regulación para el aforo de 294.046,16 m³ del agua que será bombeada a la red.

- Arqueta de filtrado con dos filtros de mallas rotatorios al comienzo del abastecimiento a la salida de la balsa, con el fin de retener todo tipo de impurezas, algas, ramas, etc. que pudiera contener el agua destinada al riego.
- Tubería de abastecimiento desde la arqueta de filtrado hasta la estación de bombeo.
- Estación de bombeo en el sector Norte para albergar los grupos de bombeo con una potencia total de 2.365 kW para dotar de la presión necesaria a la red de riego. Dotada con los equipos electromecánicos y valvulería correspondiente alojados en una nave de planta rectangular con una sala de control y de cuadros. Dentro del recinto de la estación de bombeo, pero separada de ella, se realiza una construcción para albergar el centro de transformación.
- Ejecución de una red de tuberías enterrada, en distribución arborescente y estanca, formando el sistema de distribución del agua hasta los hidrantes. Se ejecutará en distribución telescópica mediante tubos en PRFV para diámetros DN 450 a DN 1600, y en PVC-O para diámetros entre DN 160 hasta DN 450. La tubería de impulsión de salida de la E.B. se ejecutará en Acero DN 1400.
- Instalación de 72 hidrantes (28 hidrantes de 4" y 44 hidrantes de 6") y 115 tomas secundarias (92 tomas de 4" y 23 tomas de 6") en el Sector Norte. En el Sector Sur tendremos 356 hidrantes (145 hidrantes de 4" Y 211 hidrantes de 6") y 109 tomas secundarias (97 tomas de 4" y 12 tomas de 6").
- Ejecución de una línea eléctrica enterrada para dotar de energía eléctrica a la estación de bombeo con tensión de 45 kV.
- Instalación del centro de transformación de 3150 kVA 45/0,69 kV dentro del recinto estación de bombeo y distribución de la energía eléctrica a los elementos que la requieran: bombas, actuadores, filtros, caudalímetros, etc.
- Ejecución de una tubería de desagüe para evacuar el agua de los colectores de la estación de bombeo en caso de necesidad.
- Instalación fotovoltaica anexa a la estación de bombeo para dotar de energía renovable a la estación de bombeo, de inyección 0.
- Equipos necesarios en el centro de gestión de la C.R. para el telecontrol de las instalaciones de riego.
- Obras de corrección del medio incluidas y desarrolladas en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto.
- Retirada de la actual red de acequias.

El proyecto no incluye el equipamiento propiamente dicho de las parcelas de riego, que se considera una actuación de carácter privado.

3 DIVISIÓN DE LAS ACTUACIONES Y FINANCIACIÓN DE LAS OBRAS

El presente proyecto “PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA RIBERA ALTA DEL PORMA, (LEÓN): FASE I”, contempla la modernización de los sectores referidos para dicha Comunidad de Regantes. Concretamente, este proyecto contempla la ejecución de las obras de modernización a ejecutar en una primera FASE de ejecución de obras respecto del proyecto integral de modernización de la zona de la comunidad de regantes mencionada.

A su vez, este proyecto será particionado en diferentes proyectos constructivos. Esta partición se realizará en función del promotor de cada una de las particiones (SEIASA – JCyL). Para esta partición se extraerán de este proyecto sendos proyectos constructivos, de tal manera que se asegure el funcionamiento independiente de cada uno de los proyectos constructivos, una vez ejecutados.

Según lo explicado anteriormente, este proyecto constructivo de la FASE I se dividirá por un lado en el proyecto constructivo de la FASE I-A, el cual estará financiado por la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA) a través del «Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos» incluido en el «Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía Española (PRTR)». Este proyecto queda totalmente englobado dentro del proyecto integral de modernización de la zona y será financiado por fondos PRTR. Tanto en el Estudio de Impacto Ambiental como el Proyecto integral de la modernización, se han tenido en cuenta escrupulosamente los requerimientos del mecanismo PRTR.

El proyecto correspondiente a la FASE I-B, será financiado por la Comunidad Autónoma a través de la Junta de Castilla y León (JCyL).

El reparto de las actuaciones a considerar en cada proyecto atenderá escrupulosamente al artículo 7 Compatibilidad con el régimen de ayudas de Estado y prevención de la doble financiación, de la Orden HFP/1030/2021, de 29 de septiembre, por la que se configura el sistema de gestión del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, con el fin de garantizar la ausencia de doble financiación. Los capítulos que, en su momento, deberán distribuirse para cada una de las FASES serán:

- Balsa y obra de toma canal
- Arqueta de filtro
- Tubería abastecimiento
- Estación de bombeo

- Instalación eléctrica en Alta Tensión
- Instalación eléctrica en Baja Tensión
- Instalación fotovoltaica
- Red de riego
- Telecontrol y centro de gestión
- Retirada y reciclado acequias
- Obras de corrección del medio (medidas ambientales)
- Estudio de seguridad y salud
- Gestión de residuos de construcción y demolición
- Control de calidad
- Cartelería PRTR

4 SITUACIÓN ACTUAL

Según los datos aportados por distintas instituciones, a continuación, se exponen las características más representativas de la zona a modernizar:

- **Número de parcelas:** 7.826 parcelas
- **Número de propietarios²:** 3.954 propietarios
- **Superficie regable antes de la concentración:** 4.650 ha¹
- **Necesidades hídricas anuales antes de modernización:** 6.450 m³/ha¹
- **Superficie regable tras la concentración:** 4.603,37 ha
- **Necesidades hídricas anuales futuras:** 4.401,10 m³/ha
- **Cultivos y su distribución actual:**

Cultivo	Maíz	Cereal de invierno	Pastos (nuevos)	Praderas permanentes	Soja	Girasol	Remolacha azucarera	Alfalfa	Veza forrajera	Arbóreos y plantones	Hortícolas
%	68,80	9,35	3,56	7,13	0,70	0,06	0,41	3,39	1,07	3,90	1,60

Tabla 1: Distribución actual de los cultivos.

- **Consumo por grupos de cultivo:** No disponible, dado que la distribución se realiza por acequias de hormigón, con riegos a manta, por surcos sin elementos de medición o por aspersión bombeado a nivel de parcela con grupo motobomba de combustión.
- **Sistema de riego actual:** Distribución del agua por gravedad mediante acequias prefabricadas de hormigón armado, generalmente con sistema de riego en parcela

¹ Según datos contemplados en el Plan Hidrológico del Duero de tercer ciclo 2022-2027.

por inundación, lo que se traduce en una mala distribución del agua de riego por una baja eficiencia de aplicación y nula medición del gasto por superficie.

5 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL MEDIO FÍSICO

5.1 Localización

La Zona regable de la Comunidad de Regantes de la Ribera Alta del Porma pertenece a los Términos Municipales de Santa Colomba de Curueño, Vegas del Condado, Valdefresno y Villaturiel, todas ellas pertenecientes a la provincia de León. La superficie regable total tiene una superficie de 4.603,67 ha.

Las coordenadas UTM de la parte central de la zona se corresponden al huso 30, siendo la coordenada X: 300474,1257 y la coordenada Y: 4717630,5085 (Latitud 42°35'07.3"N y Longitud 5°25'53.9"W), a una altitud de 822 m.

En el extremo norte de la zona las coordenadas son X = 305892,6770 e Y = 4731022,7925 y una altitud de 873 m, mientras que en el extremo sur son X = 292986,5250 e Y = 4705776,4962 y altitud de 777 m.

El acceso a la zona se lleva a cabo principalmente a través de la Autovía A-60 de Valladolid a León, Carretera Nacional N-601 de Adanero a León por Valladolid, Carretera CL-624 de Puente Villarente a Boñar, la LE-5516 de Puente Castro a Villarroaño, LE-5601 de N-601 (Puente Villarente) a LE-5516 (Villarroaño).

5.2 Climatología

Para recabar los datos climáticos se ha seleccionado el observatorio más cercano a la zona de estudio, siendo éste el observatorio de Mansilla Mayor perteneciente a la red INFORIEGO del Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León:

- Estación meteorológica de Mansilla Mayor-LE02, observatorio con datos referentes a precipitación, radiación neta, viento, temperaturas y humedad relativa.

Altitud: 791 msnm. Coordenadas: 42°30'43,2" -5°26'46"

Según la clasificación de Salvador Rivas-Martínez (1987), el macrobioclima en la zona de estudio es de tipo Mediterráneo, el termotipo es Supremamediterráneo inferior y el ombrotipo es entre Seco Medio y Subhúmedo Inferior.

Las variables climáticas que definen la zona son: la temperatura media anual es de 10,50 °C y la del mes más frío es de 2,71 °C, siendo la temperatura media del mes más cálido

de 18,21 °C, con una precipitación media anual comprendida entre los 400 a 600 mm. Por último, la duración media del periodo seco puede comprender entre 2 a 4 meses.

La evapotranspiración anual, según el método de Penman-Monteith-FAO es de 946,35 mm/año, correspondiendo la máxima evapotranspiración al mes de julio con 155,75 mm.

5.3 Geología y geomorfología

Según la clasificación del *Soil Taxonomy* de United States Department of Agriculture (USDA), los suelos de la zona se incluyen dentro de orden Alfisoles suborden Xeralf que abarcan aproximadamente la mitad de la superficie de la zona regable. Cabe destacar su homogeneidad debido a su evolución geológica. En la parte sur y este, aparecen también suelos del orden Entisoles y suborden Orthent, coincidentes sobre la zona de la ribera del río Porma.

Desde el punto de vista estratigráfico se caracteriza por la presencia de sedimentos neógenos correspondientes a la Cuenca del Duero. Los materiales que afloran en la misma, se pueden asignar a dos grandes conjuntos pertenecientes a ciclos sedimentarios con distinto significado. Por un lado, los sedimentos terciarios correspondientes al relleno de una depresión de antepaís, y por otro, los asignados tradicionalmente al Cuaternario se asocian al proceso de erosión y vaciado de la Cuenca, presentando un carácter de recubrimiento.

Los materiales terciarios (Mioceno) son sedimentos continentales de carácter fundamentalmente terrígeno y color pardo-rojizo que se extiende por toda la submeseta septentrional o Depresión del Duero recubriendo totalmente un basamento paleozoico.

En el área estos sedimentos terciarios presentan una disposición horizontal. En ellos puede distinguirse entre los pertenecientes al Terciario Inferior, un conjunto molásico que puede subdividirse a su vez en dos conjuntos genérica y litoestratigráficamente parecidos (Complejo Vegaquemada y Formación Candanedo); y los pertenecientes al Terciario Superior, dispuestos discordantes sobre los anteriores, aunque de características similares.

El complejo Vegaquemada es una potente sucesión constituida por alternancias de conglomerados, areniscas y lutitas, con todos sus términos intermedios y con algunas capas de calizas y margas arenosas, que pueden agruparse en varios tramos y/o subtramos; el paso hacia la formación superior es gradual e interdigitado.

La formación Candanedo está constituida por un complejo de abanicos fluviales de gran desarrollo tanto vertical como horizontal, cuya área fuente está situada al Norte de los relieves de la Cordillera Cantábrica. Por ello, hacia el Sur presenta una transición gradual desde facies proximales (de alta energía y predominantemente de grano grueso: conglomerados y arenas) hasta facies distales (de menor energía y predominantemente grano fino: arenas, lutitas y carbonatos).

En las facies distales se puede distinguir, a grosso modo, entre las facies de canal y las facies entrecanales o llanura de inundación. Se trata de depósitos generados en climas áridos o semiáridos por corrientes de agua intermitentes (avenidas) con cursos variables y poco marcados. Este tipo de corrientes formadas provocan una alta variabilidad en la distribución de las facies tanto horizontal como verticalmente, dando lugar a una compleja interdigitación entre facies de canal y facies entrecanales que, lógicamente, serán las de mayor presencia en la zona de León.

En las zonas de canal predominan las facies de grano más grueso, arenas con algunas gravas entre las que se intercalan materiales más finos que se depositan cuando disminuye la intensidad de la avenida.

En las zonas de llanura de inundación, entrecanales, se depositan materiales de grano fino, fundamentalmente arcillas y limos con algunas intercalaciones arenosas producto de los grandes desbordamientos. Se trata de facies que presentan características típicas de climas áridos donde los amplios períodos de desecación entre avenidas les dan tonos rojizos y provocan la concentración de carbonatos que llegan a formar suelos margosos calcimorfos o incluso auténticos caliches; también es característica la concentración de óxidos de manganeso de color negro.

Los materiales del Terciario Superior constituyen un sistema de abanicos aluviales coalescentes que, igual que los de la formación Candanedo, presentan un tránsito gradual desde facies proximales a facies distales en la dirección Norte-Sur. Su contacto es fuertemente erosivo y están formados por conglomerados de cantos silíceos con una matriz areno-lutítica. Su potencia es muy variable pero no supera el centenar de metros. Constituyen la superficie de los páramos de la zona y son denominados depósitos de rañas.

Por último, los materiales pliocuaternarios sólo adquieren una presencia considerable en las llanuras aluviales de los grandes ríos, constituidas por depósitos de materiales terrígenos poco consolidados (bolos, gravas, arenas y limos) con gran variabilidad tanto en la vertical como en la horizontal. Se trata fundamentalmente de ortoconglomerados con matriz areno-limosa y clastos silíceos subredondeados a redondeados, entre los que se

interdigitan niveles de arenas y algunos de limolitas y/o fangolitas. Son depósitos de colores rojizos o pardogrisáceos que a techo pueden presentar el desarrollo de un suelo vegetal y que recubren el fondo de los valles con potencias variables que no suelen superar los 10-15 metros. Estos materiales se disponen formando las llanuras de inundación y sistemas de terrazas.

Así, el subsuelo está formado por un nivel de escasa a nula potencia, constituido por suelo vegetal y/o rellenos antrópicos, que carece de interés geotécnico. Por debajo aparece un segundo nivel constituido por aluviales pliocuaternarios cuyas características geomecánicas e hidrogeológicas son muy variables en función de su petrografía (textura, estructura, tamaño de grano, etc.).

Los dos niveles anteriores se asientan sobre un substrato, un tercer nivel, constituido por materiales de la formación Candanedo en su facies distal: arcillas pardorojizas alternando con niveles areno-lutíticos de color pardo-amarillento, con abundante presencia de niveles y concreciones margosas y algún nivel conglomerático.

5.4 Hidrogeología

Desde el punto de vista hidrogeológico, la red fluvial de la zona de estudio pertenece a la Cuenca del Duero. Los depósitos cuaternarios aluviales al estar constituidos por materiales granulares son generalmente permeables, con unas condiciones de drenaje favorables por percolación natural si bien localmente, puede ser considerable la presencia de material arcilloso que puede rebajar apreciablemente la permeabilidad. Estos depósitos a pesar de su gran extensión, dada su relativa pequeña potencia, dan lugar a acuíferos superficiales libres de escasa importancia.

El río Porma discurre de norte a sur de la zona y desemboca en el río Esla en la zona baja de la zona, donde también desemboca el río Bernesga por la parte suroeste. El nivel freático depende directamente de las oscilaciones pluviométricas estacionales debido a que la elevada permeabilidad y transmisividad de estos sedimentos aluviales, hacen que en periodos de elevada pluviosidad puedan producirse bruscos e importantes ascensos del nivel freático. Su alimentación se produce por infiltración y percolación intergranular, a partir de la arroyada de las laderas y del agua de los cauces, en épocas de crecida. La descarga se hace, principalmente, en los cauces y en sus acuíferos subálveos con los que existe una conexión hidrológica directa.

Estos acuíferos aluviales tienen poco interés como acuíferos a explotar debido a su escaso espesor, inferior a los 10 metros, y por el amplio desarrollo de canales de riego que

satisfacen todas las demandas de agua actuales. Litológicamente están compuestos por arcillas y limos de inundación sobre arenas y conglomerados fluviales.

6 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES

La finalidad principal es la modernización de las instalaciones con las que actualmente están regando los agricultores que pertenecen a la Comunidad de Regantes de la Ribera Alta del Porma mediante la instalación de un sistema de redes de distribución a la demanda, en la que el agricultor pueda disponer a cualquier hora del día y de la noche de un cierto caudal entregado en tomas de riego colocadas en parcelas o grupos de parcelas (dependiendo de su tamaño), con una presión no inferior a 42,5 m.c.a. a la salida del hidrante y una dotación relacionada con la superficie de cada agrupación.

Resuelto este paso y a partir de la toma de riego, cada parcela podrá instalar un sistema de riego por aspersión, bien con cobertura total enterrada, móvil o bien con máquinas de riego (pívots, laterales y cañones).

En cualquiera de los casos y como se recoge a lo largo de esta Memoria y en el resto de los documentos de este proyecto, las obras e instalaciones diseñadas y proyectadas logran los siguientes objetivos inmediatos:

- La disminución del volumen total aplicado por unidad de superficie al mejorar la eficiencia de distribución y aplicación en parcela.
- La disminución de la lámina aplicada por cada riego, especialmente en los riegos de nascencia: en riegos por gravedad es difícil aplicar menos de 100 mm, mientras que con aspersión pueden darse riegos de 4 mm, suficientes para provocar la germinación de la semilla.
- La reducción de la contaminación de acuíferos y ríos, debido a la disminución de las pérdidas de fertilizantes y fitosanitarios por lixiviación y escorrentía.
- Podrá realizarse el control automático del agua aplicada a través de programadores locales y centrales, basado en las necesidades reales de los cultivos según estado vegetativo y las condiciones climatológicas.
- El control de los volúmenes consumidos en cada campaña de riego, con objeto de cuantificar la demanda real de la zona regable, así como plantear frente a futuros escenarios, estrategias en ahorro de agua y planificación de la campaña. Además, al facturar al agricultor por el volumen consumido, se aumenta los esfuerzos por conseguir una eficiencia alta al aplicar los riegos, no utilizando más agua que aquella

que las plantas necesitan realmente.

- Entrada de nuevos cultivos en la rotación de la explotación, al desaparecer el régimen periódico y predeterminado de calendario de riegos que obliga el riego por turnos, mejorando la productividad de la explotación.
- Mejora de las condiciones laborales de los regantes como consecuencia de la implantación de un sistema de riego telecontrolado y telegestionado que facilita al regante una gestión cómoda y eficaz del riego de sus parcelas.
- Disminución de la mano de obra necesaria para la aplicación del riego.
- Optimización de los costes energéticos al quedar descartados los equipos de bombeo en parcela accionados por motores diésel.

En definitiva, el presente proyecto contribuirá en al ahorro de agua, disminuyendo así la demanda bruta sin reducir en modo alguno los rendimientos de los cultivos, mejorando tanto las condiciones de trabajo de los regantes como su economía de escala, en beneficio de un desarrollo mayor de la zona rural afectada por la modernización.

7 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

7.1 Definición y análisis de alternativas

En el anejo 06.- *Estudio de alternativas*, se recoge la descripción de las alternativas planteadas para el proyecto integral de modernización del regadío y la justificación de la solución escogida.

Se plantean un total de 6 alternativas constructivas para la modernización del regadío.

El planteamiento de las 6 alternativas constructivas se corresponde con los diferentes trazados de la red de riego, red con tomas secundarias o sin tomas secundarias y ubicaciones planteadas para la obra de toma, estación de bombeo y la balsa de regulación.

- **Alternativa A-1:** Se plantea el trazado de red como dos sectores de riego, Norte y Sur, de aquí en adelante trazado nº1, con una longitud de la red de tuberías de 202.702,15 m. El Sector Norte riega por bombeo mediante una red de tuberías de 96.681,65 m y el Sector Sur riega por gravedad mediante una red de 106.020,50 m. Se plantea la construcción de dos balsas. En esta alternativa el riego no sería eficiente en las parcelas más cercanas al canal en el Sector Sur.

- **Alternativa A-2:** Se plantea el trazado de red como dos sectores de riego, Norte y Sur, de aquí en adelante trazado n°2, con una longitud de la red de tuberías de 207.927,23m. El Sector Norte riega por bombeo mediante una red de tuberías de 96.681,65 m y el Sector Sur riega por gravedad mediante una red de 111.245,58 m. Se plantea la construcción de una única balsa. En esta alternativa el riego sería eficiente en las parcelas más cercanas al canal en el Sector Sur.
- **Alternativa A-3:** Se plantea el trazado de red como dos sectores de riego, Norte y Sur, trazado n°1 aumentando sector norte con respecto al sur, siendo el corte entre sectores la carretera N-601, con una longitud de la red de tuberías de 197.278,92 m. El Sector Norte riega por bombeo mediante una red de tuberías de 108.544,05 m y el Sector Sur riega por bombeo mediante una red de 88.734,87 m. Se plantea la construcción de dos balsas con dos estaciones de bombeo, con la estación de bombeo y la balsa del Sector Sur cercana a la localidad de Toldanos.
- **Alternativa A-4:** Se plantea el trazado de red como dos sectores de riego, Norte y Sur, trazado n°2, con una longitud de la red de tuberías de 197.666,74 m. El Sector Norte riega por bombeo mediante una red de tuberías de 98.000,49 m y el Sector Sur riega por bombeo mediante una red de 99.666,25 m. Se plantea la construcción de dos balsas con dos estaciones de bombeo, con la estación de bombeo y la balsa del Sector Sur al norte del Arroyo Carcavón.
- **Alternativa A-5:** Se plantea el trazado de red como dos sectores de riego, Norte y Sur, trazado n°1 con el Sector Sur dividido en dos redes distintas, gravedad y bombeo, con una longitud de la red de tuberías de 212.735,76 m. El Sector Norte riega por bombeo mediante una red de tuberías de 97.609,59 m y el Sector Sur riega por bombeo y gravedad mediante una red de 115.126,17 m, dividida en una subred de bombeo de 45.351,09 m para la zona cercana al canal y una subred de gravedad para la zona sur de 69.775,08 m. Se plantea la construcción de dos balsas con dos estaciones de bombeo, siendo la estación de bombeo del Sector Sur de apoyo a las parcelas más cercanas al canal, aprovechando mediante un bypass la aspiración que viene de la balsa, bombeando a 28 m.c.a.
- **Alternativa A-6:** Se plantea el trazado de red como dos sectores de riego, Norte y Sur, trazado n°2 con el Sector Sur dividido en dos redes distintas, gravedad y bombeo, con una longitud de la red de tuberías de 213.705,37 m. El Sector Norte riega por bombeo mediante una red de tuberías de 96.681,65

m y el Sector Sur riega por bombeo y gravedad mediante una red de 117.023,72 m, dividida en una subred de bombeo de 43.041,50 m para la zona cercana al canal y una subred de gravedad para la zona sur de 73.982,22 m. Se plantea la construcción de una balsa, siendo compartida para los dos sectores y con dos estaciones de bombeo, siendo la estación de bombeo del Sector Sur de apoyo a las parcelas más cercanas al canal, aprovechando mediante un bypass la aspiración que viene de la balsa, bombeando a 19 m.c.a.

Para determinar los costes de potencia y energía se han utilizado el máximo de horas de riego de P6 y P2 (123 h semana), según los nuevos periodos horarios definidos en la Circular 3/2020, de 15 de enero, de la C.N.M.C., tomando como referencia los precios medios de potencia y energía de Comunidades de Regantes de la provincia.

7.1.1 Justificación de la solución adoptada

Para la elección de una de las alternativas constructivas: 1, 2, 3, 4, 5 y 6 teniendo en cuenta los costes estimados adjuntos, los criterios técnicos y medio ambientales, se llega a las siguientes conclusiones:

- Se descarta la Alternativa 1 debido a que el riego en la zona más al sur de la CRR no es efectivo y a su coste anual por hectárea es muy elevado.
- Se descarta la Alternativa 3 debido al alto coste energético y su coste de mantenimiento.
- Se descarta la Alternativa 4 debido al mayor número de elementos de la red y por lo tanto el alto coste de mantenimiento de la instalación.
- Se descarta la Alternativa 5 debido a los altos costes de ejecución, además del volumen de movimiento de tierras superior con respecto al resto de alternativas.
- Se descarta la Alternativa 6 por el volumen de movimiento de tierras superior con respecto al resto de alternativas.

Según lo expuesto anteriormente se ha escogido para su puesta en marcha la alternativa constructiva:

Alternativa de ejecución de proyecto A-2

7.2 Descripción de la solución adoptada

Se diseña una obra de toma en el canal al este de la C.R. mediante un vertedero tipo *pico de pato* ya existente y un canal a balsa con cota de 859,10 msnm, ubicando la balsa de regulación junto a dicho punto.

Para la alternativa y jornada de riego seleccionada la balsa de regulación se dimensiona con una capacidad de aforo de 294.046,16 m³ y una ejecución semienterrada para una altura de la lámina de agua de 3,72 m desde la cota de fondo (866,05 msnm).

Se diseña un bombeo directo a red para una caudal punta de 2661 l/s a una presión de 59 m.c.a. mediante ocho grupos de bombeo horizontales, con una potencia total de 2.365 kW. La estación de bombeo dispondrá de un sistema de control automatizado que ordenará la marcha o parada de los grupos motobomba dependiendo de la demanda de la red, tanto en caudal como en presión al contar con bombas con variadores de frecuencia.

El eje de las bombas se encuentra a la cota de 859,45 msnm.

El abastecimiento eléctrico se conseguirá con una línea enterrada de 45 kV de nueva construcción y que finalizará en la estación de bombeo, donde se situará un centro de transformación de 3150 kVA 45/0,69 kV.

De la estación de bombeo parte la red de tuberías con forma arborescente y distribución de los diámetros de manera telescópica, siendo las dimensiones decrecientes hasta llegar a los hidrantes, asegurando una presión a la salida del hidrante de 42,5 m.c.a.

La red cuenta con tubería enterrada, en distribución arborescente y estanca, formando el sistema de distribución del agua hasta los hidrantes. Se ejecutará en distribución telescópica mediante tubos en PRFV para diámetros entre DN 450 y DN 1100, y en PVC-O para diámetros entre DN 160 hasta DN 450.

En el sector Norte tendremos 280 hidrantes (112 hidrantes de 4" y 168 hidrantes de 6") y 173 tomas secundarias (151 tomas de 4" y 22 tomas de 6"). En el Sector Sur tendremos 356 hidrantes (145 hidrantes de 4" Y 211 hidrantes de 6") y 109 tomas secundarias (97 tomas de 4" y 12 tomas de 6").

8 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Los criterios generales de carácter técnico que se han considerado a la hora de plantear la solución que mejor resuelve las necesidades planteadas para el diseño de las obras y con el fin de alcanzar la finalidad perseguida en el proyecto son los siguientes:

- La morfología de la zona regable se conforma por una superficie regable de 4.603,37 ha.
- El diseño de la red de riego corresponde a un sistema a la demanda hasta el hidrante de agrupación.
- Se realizarán agrupaciones de parcelas de riego buscando una superficie aproximada de 10 ha por hidrante.
- El sistema de riego deberá permitir el riego por aspersión en unas condiciones óptimas de presión y caudal en la totalidad de las parcelas, dotándose a cada unidad de riego del caudal suficiente para que la aplicación del riego se efectúe con la suficiente holgura, de tal forma que sea posible regar toda la superficie dominada por el sector en 6 días a la semana y con jornadas de riego de 18 horas y asegurar una presión mínima a la salida de hidrante de 42,5 m.c.a.
- La estación de bombeo y la balsa de regulación se ubicarán en las proximidades de la nueva obra de toma en el Canal de Arriola.
- Se realizará un bombeo directo a red llevando el agua hasta los hidrantes en caudal y presión necesarios para un riego efectivo.
- Respecto a los costes energéticos, la principal premisa considerada ha sido la de priorizar el período tarifario P6 para la energía, ajustando en el período P2 aquellas horas de riego que no pudieran ser incluidas en horario P6 para minimizar los costes. La definición de los períodos tarifarios se recoge en el B.O.E. con la Circular 3/2020, de 15 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia.
- Se proyecta una instalación fotovoltaica para el ahorro de energía. Esta instalación fotovoltaica se situará cercana a la estación de bombeo.
- Se colocará un caudalímetro electromagnético a la salida de la estación de bombeo para el control de caudal y consumo a lo largo de la campaña, cumpliendo la orden ministerial ARM/1312/2009, de 20 de mayo, *por los que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo.*
- La duración y programación de todas las actividades del proyecto se procurará adaptar, en la medida de lo posible, a los planes de siembra y labores agrícolas que indique la C.R.

9 INGENIERÍA DEL PROYECTO

9.1 Ingeniería del diseño

El proyecto constituye una modernización hacia un sistema de reparto mediante una demanda programada, llevando a cabo la distribución del agua con una sola red.

Como no se dispone de cota suficiente para que el agua llegue a los hidrantes con la presión requerida para un riego por aspersión en todas las unidades de riego, se establece la necesidad de disponer de una red para un sistema de riego presurizado. Por ello, se diseña una estación de bombeo para llevar a cabo una impulsión forzada directa a red de tal manera que se proporcione en el hidrante la presión y caudal de consigna requeridos para el riego por aspersión en todas las parcelas.

La captación de agua se realizará una toma por sector en el Canal de Arriola y se ha previsto la construcción de una balsa de regulación que tomará el agua de esta toma y la acumulará, para después conducirla mediante una tubería de abastecimiento hasta la estación de bombeo, desde donde partirá la red de riego.

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

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

- Apertura y cierre de hidrantes.
- Medición del caudal y volumen acumulado servidos en cada hidrante y segregados para cada regante.
- Integración de dichos datos para conocer los caudales instantáneos en la red y consumos por cada unidad de riego y regante.

9.2 Superficie objeto del proyecto

La zona de riego a modernizar comprende la superficie regable de los siguientes términos municipales en los que se desarrolla la modernización del regadío:

- Santa Colomba de Curueño
- Vegas del Condado
- Valdefresno

- Villaturiel

La superficie regable a modernizar comprende un total de 4.603,37 ha.

9.3 Cartografía y topografía

Para la realización de este proyecto se han utilizado:

- Las ortofotografías digitales del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA_NW_2020) con copropiedad de la Administración del Estado y de la Junta de Castilla y León (ITACyL), con sistema de referencia ETRS89 procedentes de vuelos fotogramétricos a escala 1:5.000 realizados en el 2020 con tamaño de píxel 25 cm de malla 8x8. Estas fotografías aéreas georreferenciadas son de gran ayuda para el estudio y análisis de la zona a la hora de definir la ubicación y trazado de las obras objeto del proyecto.
- Modelo Digital del Terreno (MDT 1ª Cobertura con paso de malla de 5 m) del IGN con sistema de referencia ETRS89 y malla de puntos cada 5 m. En el caso de la zona donde se ubicará la balsa y estación de bombeo, además de la zona de toma del canal, se ha realizado un levantamiento topográfico mediante GPS.
- Catastro de rústica en soporte digital para la localización de las parcelas y polígonos a los que pertenecen y al término municipal en el que se inscriben.
- Para la obtención de perfiles longitudinales y cubicaciones de tierras, tanto de la red de riego como de la balsa diseñada en este proyecto, se ha utilizado el software informático PowerCivil V8i, y para el tratamiento de los datos GPS el programa Leica Geo Office.

9.4 Sistema de riego. Parámetros definitorios

9.4.1 Elección del sistema de riego

El sistema de riego previsto en la zona es el riego por aspersión *a la demanda*. Es un sistema de riego moderno y acorde con las actuales tendencias de ahorro de agua y uso racional de la misma en el que el agricultor es el que solicita el caudal que quiere aportar a su parcela.

En este tipo de riego colectivo *a la demanda* la única limitación que tendrá el agricultor para el uso del agua será la impuesta por su propio hidrante (umbrales máximos de caudal y presión disponible), teniendo libertad para elegir su horario de riego dentro de la jornada de 18 horas.

9.4.2 Necesidades de agua

El cálculo de las necesidades de riego se encuentra desarrollado en el anejo n.º 03.- *Estudio agronómico*.

Los cultivos considerados y su porcentaje en la alternativa futura en la C.R. han sido proporcionados por el Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León en base al estudio de la evolución de los cultivos de los últimos años y la posible previsión futura.: maíz grano (44%), alfalfa (9%), cereal de invierno (20%), remolacha azucarera (4%), praderas (3%), girasol (4%), hortícolas (2%), patata tardía (2%), judía seca (1%) y colza (11%).

El consumo real se determinó a partir de las necesidades netas de riego considerando una eficiencia determinada en la aplicación del agua al suelo. Para el cálculo de las necesidades brutas de riego se ha considerado la eficiencia del riego en parcela que se estima en el 95%.

El caudal ficticio continuo obtenido para la zona es de 0,71 l/s·ha.

La dosis de riego calculada es de 4.404,10 m³/ha según la alternativa de cultivos futura.

9.4.3 Organización de los riegos

Al proyectarse las conducciones según la modalidad *a la demanda*, el agricultor podrá regar a cualquier hora del día o de la noche con lo que dispone de una gran libertad para organizar su trabajo; aparte de ello, esta modalidad presenta una serie de ventajas, entre las que destacan:

- Oportunidad de los riegos y su ajuste a las necesidades de cultivo.
- Facilidad en el empleo de la mano de obra, que de este modo puede utilizarse con el calendario y horario más favorable, pudiendo incluso alternarse con otras labores simultáneas con el riego.
- Se favorece la adaptación al riego para el personal carente de experiencia, debido a la sencillez en el manejo de las instalaciones.
- Reparto más equitativo del coste del agua, ya que cada regante paga en función del volumen de agua que él ha consumido, estimulándose de este modo de forma importante el ahorro de un bien tan escaso como es el agua.

A pesar de que el riego a la demanda, en su concepción más pura, implica el que cada parcela disponga de su propio hidrante individual, en el caso que nos ocupa y debido a

que actualmente la zona se encuentra inmersa en el proceso de reconcentración parcelaría y no se conocen las parcelas finales, se consideran para la obtención del número de hidrantes unas unidades de riego de aproximadamente 10 ha.

Para que exista una libertad real en el riego, se ha dotado a cada hidrante de un cierto grado de libertad en función de la superficie a que abastece, siendo este mayor cuanto menor sea dicha superficie. Los distintos grados de libertad considerados permiten regar en una jornada diaria de riego que no supere en ningún caso las 18 horas, jornada ésta compatible con los sistemas de riego que se emplearán en la zona.

10 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS

10.1 Balsa de regulación

La balsa de regulación será ubicada en el término municipal de Vegas del Condado, en el paraje de Los Tomillares y se dispondrá semienterrada en una zona de poca pendiente. La ubicación concreta corresponde con un total de 38 parcelas en el registro catastral. El número de registro de cada parcela se refleja en el Anejo 19: *Calculo de la balsa de regulación*.

Los límites de la balsa son:

- Oeste: Carretera Autonómica CL-624.
- Sur: Polígono 406 de Vegas del Condado.
- Norte: Polígono 407 de Vegas del Condado.
- Oeste: Canal de Arriola.

La balsa se encuentra en la hoja 1:50.000 130. *Vegas del Condado*, cuyas coordenadas en el sistema de referencia geodésico UTM ETRS-89 Huso 30 son:

- $X = 304.647 \text{ m}$;
- $Y = 4.727.600 \text{ m}$

El anejo n°. 18.-*Cálculo de la balsa* incluye el anexo 1” Propuesta de clasificación de la balsa” cuyo resultado es categoría A, anexo 2 “Puesta en carga”, anexo 3 “Normas de explotación” y anexo 4 “Plan de seguridad”.

10.2 Tubería de abastecimiento

En el sector Norte se encuentra una tubería de abastecimiento, tramo de 383,84 m mediante tubería en acero helicoidalmente soldado de DN 1.600 mm, cuyo tramo es desde la arqueta de filtros hasta la entrada en la estación de bombeo.

En el Sector Sur no se proyecta tubería de abastecimiento. El agua llega por presión natural a través de una tubería de poliéster. Se utilizará tubería 1600_(PRFV-6) en una longitud total de 15.602,08 m y 1600_(PRFV-10) en una longitud total de 1.549,70 m.

10.3 Estación de bombeo

Según los datos del cálculo de la red, se necesitará un caudal punta en cabecera de 2.661 l/s, a una altura manométrica de 59 m.c.a. para lo cual se instalarán 8 grupos de bombeo de diferentes potencias dentro de la estación, así como de las instalaciones de alta tensión para el abastecimiento eléctrico y de baja tensión para los sistemas de la sala de control de bombeo.

Para poder albergar todas las instalaciones electromecánicas y elementos previstos en la estación de bombeo se construirá una nave de planta rectangular, con unas dimensiones exteriores totales de 20,90 m de luz y 45,20 m de longitud, dividida en dos niveles:

1. Un foso enterrado por debajo del nivel del suelo para el alojamiento de los grupos elevadores (bombas), la valvulería asociada, y las tuberías colectoras de acero, así como de los diversos caudalímetros para cuantificar el agua que es bombeada por la instalación en todo momento.
2. Una zona a nivel del terreno para el alojamiento de las instalaciones eléctricas de baja y alta tensión, el centro de transformación, las celdas de protección, la oficina del centro de control un pequeño aseo y una zona de carga y descarga.

La estructura de la nave prefabricada consiste en pórticos de hormigón separados a 5,25 m como distancia máxima. Dichos pórticos tienen una luz de 20,45 m a exteriores de pilares y una altura de 6,28 m desde la coronación del muro de sótano.

Los pórticos están formados por pilares prefabricados de hormigón de dimensiones 45x45 cm y una cubierta formada por estructura metálica con tipología de cercha a dos aguas con un 20% de pendiente. En los hastiales se disponen vigas prefabricadas de hormigón tipo "T" y en los aleros de la nave se disponen vigas portacanalón atando los pilares de la nave. La cercha de los pórticos principales de la cubierta está formada por perfiles de tipo tubular RHS 140x100 y 120x100 para los cordones superior e inferior respectivamente, mientras que para los montantes y diagonales se utilizan perfiles tipo RHS 60x50.

En el anejo n.º 11.- *Cálculo de la estación de bombeo*, se desarrollan todos los cálculos constructivos para el dimensionamiento y diseño de la edificación de la estación de bombeo.

10.3.1 Urbanización

La urbanización de la parcela donde irá ubicada la estación de bombeo contará con un camino de acceso a la nave, continuando alrededor de la construcción para permitir el paso de vehículos, accediendo desde fuera del recinto a través de una puerta corredera de 6 x 2 m. Además, la nave contará con una acera perimetral que rodeará la construcción tal y como se indica en los planos correspondientes.

10.4 Red de riego

La red tiene como punto de origen la estación de bombeo situada junto a la balsa de regulación. A partir de este punto se distribuye una red ramificada en distribución arborescente de tuberías enterradas diseñando un trazado en coordinación con las agrupaciones de parcelas de riego definidas en el proyecto de concentración parcelaria para poder dar servicio de riego a cada una de ellas a través de los distintos finales de esta red, los hidrantes.

El trazado de la red se dispone paralelo a los nuevos caminos agrícolas o a sendas, llegando hasta las tomas de consumo o hidrantes ubicados en cada unidad de riego. Estas unidades de riego están formadas por agrupaciones de parcelas correspondiendo a una o a varias explotaciones en función del número de propietarios a los que le sea asignado el terreno en base al reparto de la concentración parcelaria.

Seguir los caminos facilita el diseño de la red, así como el acceso al lugar de instalación de las tuberías a la vez que se reduce la superficie de suelo que se ve afectada por las actuaciones conjuntas del proyecto de modernización y del proyecto de concentración parcelaria.

Para la ejecución de la red se ha realizado con anterioridad un estudio de materiales con la aplicación SIGOPRAM para la elección de las tuberías con el fin de seleccionar aquellos materiales y diámetros con que supusieran los menores costes y que cumplieran a su vez los criterios técnicos impuestos en el diseño de la red de riego.

Los materiales estudiados para la red fueron: PVC-U, PVC-O, fundición dúctil (FD), acero (AC) y poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Para el caso concreto de los cruces que se producen entre la red de tuberías y los caminos o carreteras se emplearán

tuberías de acero para evitar que las tuberías sufran daños por el tránsito de vehículos sobre ellas.

La distribución de la red en ambos sectores atiende a dos objetivos: optimizar el tamaño de la red, tanto en longitud como en los diámetros de tubería, ofreciendo un servicio de riego óptimo al menor coste posible, y la minoración de la afección al suelo a través de la reducción del volumen de tierra movilizado durante la instalación de las tuberías enterradas.

El área regable se divide en dos sectores, Norte y Sur. La red de tuberías proyectada es la siguiente:

Sector Norte		
Material	Nº de Tramos	Longitud a Instalar (m)
100_(AC-25)	21	1.198,89
160_(PVCO-12)	74	4.137,88
200_(PVCO-12)	18	747,36
250_(PVCO-12)	7	988,43
315_(PVCO-12)	12	1.322,67
400_(PVCO-12)	14	1.656,52
450_(PVCO-12)	2	440,40
500_(PVCO-12)	10	2.592,33
160_(PVCO-16)	2	333,52
200_(PVCO-16)	1	108,27
250_(PVCO-16)	3	369,88
600_(PRFV-10)	8	1.209,43
700_(PRFV-10)	4	152,86
900_(PRFV-10)	7	1.687,92
1000_(PRFV-10)	11	3.712,63
1100_(PRFV-10)	4	1.002,68
1200_(PRFV-10)	17	2.171,17
1400_(PRFV-10)	2	562,85
600_(PRFV-16)	6	1.265,63
T.ABAST 1600_(AC-20)	1	379,00
TOTAL	224	26.040,32

Tabla 2: Nº de tramos y longitud a instalar por tipo de tubería del Sector N.

Sector Sur		
Material	Nº de Tramos	Longitud a Instalar (m)
100_(AC-25)	115	2.444,67
150_(AC-25)	57	1.289,79
160_(PVCO-12)	68	10.141,85
200_(PVCO-12)	36	6.745,13
250_(PVCO-12)	96	19.508,83
315_(PVCO-12)	62	9.974,32
400_(PVCO-12)	40	7.943,74
450_(PVCO-12)	1	309,82
500_(PVCO-12)	2	446,26
500_(PRFV-6)	1	791,50
600_(PRFV-6)	4	757,14
700_(PRFV-6)	2	410,67
800_(PRFV-6)	1	371,00
500_(PRFV-10)	28	5.627,47
600_(PRFV-10)	15	2.367,39
700_(PRFV-10)	10	2.289,39
800_(PRFV-10)	22	4.609,65
900_(PRFV-10)	15	2.088,59
1000_(PRFV-10)	15	3.838,92
1100_(PRFV-10)	18	4.710,22
1200_(PRFV-10)	12	2.393,57
1300_(PRFV-10)	10	1.424,51
1600_(AC-20)	39	17.151,78
TOTAL	669	107.636,20

Tabla 3: Nº de tramos y longitud a instalar por tipo de tubería del Sector S.

Para el cálculo de la red se consideran los siguientes caudales por tipo de hidrante:

- Hidrante de 4": caudal de 25 l/s para superficies menores a 6 ha.
- Hidrante de 6": caudal de 35 l/s para superficies mayores o iguales a 6 ha.

En el sector Norte tendremos 72 hidrantes (28 hidrantes de 4" y 44 hidrantes de 6") y 95 tomas secundarias (76 tomas de 4" y 19 tomas de 6"). En el Sector Sur tendremos 356 hidrantes (145 hidrantes de 4" y 211 hidrantes de 6") y 109 tomas secundarias (97 tomas de 4" y 12 tomas de 6").

10.4.1 Trazado de la red

La red de riego tiene su punto de origen en la estación de bombeo, desde donde se distribuye en forma de ramificación arborescente de tuberías enterradas de forma paralela a

la traza de los futuros caminos de la concentración parcelaria, corrigiendo su trazado de manera excepcional para evitar cambios bruscos de dirección y siguiendo las lindes de las agrupaciones.

Tan sólo en aquellas ocasiones en las que seguir las lindes de las parcelas supone un excesivo aumento de longitud, se ha recurrido a cruzar éstas. También se ha procurado afectar lo menos posible a las infraestructuras de la zona del proyecto, limitando los cruces con las carreteras y líneas de ferrocarril existentes.

10.4.2 Presión necesaria en hidrante

Los condicionantes más importantes a la hora de establecer la presión que se debe suministrar en las tomas de riego son la presión de servicio de los emisores de riego, uniformidad del riego, las distintas pérdidas de carga y el desnivel topográfico.

La presión mínima necesaria en las tomas corresponderá a la suma de la presión de funcionamiento del emisor tipo y las pérdidas generadas en la instalación de la parcela, siendo las presiones las que siguen:

- 40 m.c.a. de presión para el funcionamiento del emisor
- 2,5 m.c.a. de la altura del emisor con respecto al suelo
- 3,0 m.c.a. de pérdida de carga producida por el filtro cazapiedras
- 2,0 m.c.a. de pérdida de carga producida por la válvula hidráulica

Sumando las alturas anteriores se deduce que la presión mínima de diseño a la entrada del hidrante en 47,5 m.c.a.

Además de las alturas anteriores, se considera que la pérdida de carga interna de la instalación desde la toma al punto más desfavorable es de 0,01 m/m para superficies de riego inferiores a 6 ha y de 0,008 m/m para superficies superiores a 6 ha. Esto es debido al mayor diámetro de las tuberías en el segundo caso.

Finalmente, se tiene en cuenta la diferencia de cota entre el punto de toma y el punto más desfavorable de la parcela, siendo el punto con mayor elevación del terreno.

Por lo tanto, la presión a garantizar antes de hidrante queda establecida en 47,5 m.c.a. más el máximo desnivel existente entre la cota donde se ubica éste y el punto más elevado de toda la superficie dominada por el hidrante.

Aplicando todos estos criterios de presiones mínimas en el dimensionamiento se obtienen valores de entre 48,23 y 64,6 m.c.a. necesarios en los hidrantes.

10.4.3 Caudales de diseño

Para el dimensionamiento del caudal circulante en cada tramo de la red se aplica el método de René Clément a nivel de hidrante.

El cálculo de los caudales de diseño correspondientes a cada tramo está basado en métodos estadísticos en los que se admite que los agricultores siguen una determinada ley de distribución probabilística en la aplicación de los riegos.

Para el dimensionamiento de los caudales circulantes y la optimización económica de los diámetros de tubería se ha utilizado el programa informático SIGOPRAM, versión v415.K (Aplicación GIS para diseño y gestión optimizada de redes de riego a demanda), desarrollado por la empresa Aigües del Segarra Garrigues, S.A. (ASG).

10.4.4 Materiales y timbraje

Se ha seleccionado policloruro de vinilo orientado (PVC-O) para diámetros iguales o inferiores a DN 500 mm con timbraje PN 12,5 y poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para diámetros de 500 a 1.400 mm, con timbraje PN 6 y PN10.

Para el caso de las tuberías de abastecimiento del bombeo del sector Norte y el sector Sur, tubería desde Balsa hasta zona de ramificación de la tubería dentro del propio sector, se utilizará como material de la tubería el poliéster en DN 1.600 mm.

10.4.5 Dimensionamiento de la red

El dimensionamiento y la optimización de la red de riego se ha realizado mediante el programa informático *Aplicación GIS para diseño y gestión optimizada de redes de riego a demanda SIGOPRAM, versión v415.K*, desarrollado por la empresa Aigües del Segarra Garrigues, S.A. (ASG)

La velocidad de circulación del agua en las conducciones se mantiene en valores entre 0,5 y 2,5 m/s.

Para calcular las pérdidas de carga se utiliza la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$h_f = J \cdot L = f \cdot \frac{1}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \cdot L$$

Como la velocidad de un flujo se puede expresar según el caudal que circula por una tubería (ecuación de continuidad) la ecuación se puede deducir según el caudal circulante, por tanto:

$$h_f = 0,0826 \cdot f \cdot D^{-5} \cdot Q^2 \cdot L$$

Siendo:

- h_f = pérdida de carga por fricción o rozamiento entre dos secciones de una tubería separadas una distancia L , medida en m.c.a.
- f = factor de fricción o de resistencia de Darcy, adimensional. Se obtiene aplicando la fórmula de Colebrook y White para un régimen turbulento ($Re > 4.000$):

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = 2 \cdot \log \left(\frac{\varepsilon}{3,7} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

Para la cual es necesario introducir el factor de rugosidad absoluta (ε) como la multiplicación del coeficiente de rugosidad relativa (ε_r) y el diámetro interior de la tubería (D):

$$\varepsilon = \varepsilon_r \cdot D$$

- J = pérdida de carga unitaria, medida en m por cada m de tubería (m/m)
- L = longitud de la tubería en m
- D = diámetro interno de la tubería en mm
- v = velocidad media del agua en la sección, medida en m/s
- g = aceleración de la gravedad (9,8 m/s²)
- Q : caudal que circula por la tubería en m³/s

Se aplica un incremento del 5% sobre las pérdidas de carga continuas para contabilizar la pérdida de carga que se puede producir a causa de las pérdidas de carga singulares en algunas piezas instaladas en la red.

Para el cálculo de los caudales circulantes en cada tramo se emplea la primera fórmula de Clément a nivel de hidrante. Ésta considera que, dentro de una población de R hidrantes, el número de hidrantes abiertos de forma simultánea sigue una distribución binómica.

El cálculo de los caudales se realiza aplicando la fórmula:

$$Q = \sum p \cdot q_D + U \cdot \sqrt{\sum p \cdot (1 - p) \cdot q_D^2}$$

Siendo:

- Q = caudal de Clement en cada tramo
- q_D = dotación suministrada por el hidrante
- p = probabilidad de funcionamiento de la toma, obtenido como:

$$p = \frac{q_{fc} \cdot S}{q_D}$$

- S = superficie servida
- q_{fc} = caudal ficticio continuo
- U = coeficiente variable en función de la garantía de suministro (GS) establecida

La **probabilidad de funcionamiento de la red** (p) se define como el cociente entre el número de horas/día que se tendría que tener abierto el hidrante en el periodo de máximo consumo para suministrar la dotación diaria necesaria y el número de horas/día que está capacitada para transportar la dotación diaria.

La **garantía de suministro** (GS) es el valor, en %, de la probabilidad estadística de que los caudales circulantes por la red durante el periodo punta de consumo, no superen a los valores de caudales de diseño. La garantía de suministro es variable en función del nivel de calidad que se quiera dar a dimensionado de la red, en general se toman valores superiores al 90%.

En este proyecto se toman los siguientes criterios para establecer el valor de la garantía de suministro:

- $GS = 95\%$ para > 50 tomas
- $GS = 99\%$ para > 5 tomas
- $GS = 100\%$ para < 5 tomas

En el Anejo 06.- *Estudio de alternativas*, se hace un primer análisis de redes diferentes atendiendo a las diferentes alternativas y sus variaciones con respecto a la jornada de riego para determinar cuál de ellas es la más económica.

Una vez escogida la alternativa, en el Anejo 09.- *Calculo Hidráulico de la Red* se analizan diferentes situaciones de bombeo para la alternativa elegida con el programa SIGOPRAM, en el que se llevan a cabo 500 iteraciones simulando el número simultáneo de hidrantes abiertos en la red y las pérdidas de carga generadas, con lo que se obtienen los diámetros optimizados para cada tramo.

Se expone un resumen de la longitud de la red por material y diámetro de los tramos de tubería considerados en la red:

ID Línea	Nodo inicial	Nodo final	DN (mm)	Material	Longitud (m)	Ramal
45	89	1738	1200	1200_(PRFV-10)	215.11	T-A
79	143	144	160	160_(PVCO-12)	225.05	T-A-8
80	145	158	1000	1000_(PRFV-10)	608.35	T-A
86	157	151	1000	1000_(PRFV-10)	240.12	T-A
88	159	167	1000	1000_(PRFV-10)	155.91	T-A
91	166	3040	315	315_(PVCO-12)	134.78	T-A-16
93	169	1627	1000	1000_(PRFV-10)	414.50	T-A
95	173	2992	1000	1000_(PRFV-10)	155.45	T-A
97	177	1872	900	900_(PRFV-10)	306.13	T-A
98	180	179	315	315_(PVCO-12)	142.42	T-A-16
99	166	181	160	160_(PVCO-12)	96.80	T-A-16-1
100	2993	180	900	900_(PRFV-10)	26.78	T-A
119	214	213	900	900_(PRFV-10)	225.50	T-A
120	215	221	600	600_(PRFV-10)	300.86	T-A
121	217	218	160	160_(PVCO-12)	238.84	T-A-13
125	224	225	600	600_(PRFV-16)	278.44	T-A
127	228	222	160	160_(PVCO-12)	137.16	T-A-17
128	229	236	600	600_(PRFV-16)	126.52	T-A
135	240	241	500	500_(PVCO-12)	247.53	T-A
255	439	438	160	100_(AC-25)	19.36	CRUCE C Y D H1022
256	441	440	160	100_(AC-25)	19.36	CRUCE C Y D H1025
276	476	1858	160	160_(PVCO-12)	3.29	T-A-8-6
293	503	502	160	100_(AC-25)	21.36	CRUCE C Y D H1111
294	181	504	160	100_(AC-25)	11.36	CRUCE C Y D H1127
346	588	70	400	400_(PVCO-12)	358.86	T-A
489	838	839	160	160_(PVCO-16)	132.77	T-A-25
506	224	1881	160	160_(PVCO-12)	126.20	T-A-15
513	868	1907	160	160_(PVCO-16)	200.75	T-A
899	838	868	200	200_(PVCO-16)	108.27	T-A
929	244	1885	160	160_(PVCO-12)	271.95	T-A-21
1023	224	1548	200	200_(PVCO-12)	152.84	T-A-22
1024	1548	858	160	160_(PVCO-12)	299.51	T-A-22
1223	1793	1382	400	400_(PVCO-12)	156.81	T-A
1224	1382	588	400	400_(PVCO-12)	327.43	T-A
1461	1793	1899	160	160_(PVCO-12)	158.22	T-A-24
1469	1406	242	450	450_(PVCO-12)	287.25	T-A
1471	234	1410	500	500_(PVCO-12)	308.12	T-A
1472	1410	240	500	500_(PVCO-12)	247.96	T-A
1478	236	1414	500	500_(PVCO-12)	122.83	T-A
1480	1414	1418	500	500_(PVCO-12)	277.62	T-A

1482	1418	1422	500	500_(PVCO-12)	272.32	T-A
1484	1422	1424	500	500_(PVCO-12)	214.42	T-A
1485	1424	2901	500	500_(PVCO-12)	14.60	T-A
1487	1428	234	500	500_(PVCO-12)	319.47	T-A
1489	227	229	600	600_(PRFV-16)	225.38	T-A
1491	225	1460	600	600_(PRFV-16)	128.48	T-A
1493	1460	1462	600	600_(PRFV-16)	253.14	T-A
1494	1462	227	600	600_(PRFV-16)	253.66	T-A
1495	8	224	600	600_(PRFV-10)	192.89	T-A
1500	2978	214	900	900_(PRFV-10)	128.00	T-A
1501	212	1557	700	700_(PRFV-10)	152.86	T-A
1503	1557	1555	600	600_(PRFV-10)	279.07	T-A
1505	1555	215	600	600_(PRFV-10)	276.76	T-A
1507	213	212	900	900_(PRFV-10)	82.82	T-A
1542	179	166	315	315_(PVCO-12)	142.75	T-A-16
1543	180	177	900	900_(PRFV-10)	223.12	T-A
1545	1627	503	1000	1000_(PRFV-10)	190.07	T-A
1546	503	173	1000	1000_(PRFV-10)	216.88	T-A
1549	167	1630	1000	1000_(PRFV-10)	140.32	T-A
1550	1630	169	1000	1000_(PRFV-10)	282.69	T-A
1552	1641	1642	250	250_(PVCO-12)	555.21	T-A-16
1554	1639	1641	250	250_(PVCO-12)	263.35	T-A-16
1564	1659	1657	1000	1000_(PRFV-10)	264.07	T-A
1566	1657	159	1000	1000_(PRFV-10)	264.00	T-A
1568	151	1659	1000	1000_(PRFV-10)	293.06	T-A
1582	158	157	1000	1000_(PRFV-10)	1.36	T-A
1592	1730	143	200	200_(PVCO-12)	331.81	T-A-8
1600	1706	145	1000	1000_(PRFV-10)	337.37	T-A
1601	3536	134	160	160_(PVCO-12)	63.12	T-A-3
1603	1732	3535	1100	1100_(PRFV-10)	165.03	T-A
1607	126	1732	1100	1100_(PRFV-10)	471.54	T-A
1623	107	3594	1200	1200_(PRFV-10)	102.10	T-A
1624	1744	441	1200	1200_(PRFV-10)	16.79	T-A
1627	3601	439	1200	1200_(PRFV-10)	200.47	T-A
1628	439	107	1200	1200_(PRFV-10)	116.07	T-A
1655	1734	126	1200	1200_(PRFV-10)	103.72	T-A
1657	1736	1734	1200	1200_(PRFV-10)	175.85	T-A
1660	1738	1736	1200	1200_(PRFV-10)	220.70	T-A
1670	1376	838	250	250_(PVCO-16)	369.88	T-A
1672	1374	1376	315	315_(PVCO-12)	173.63	T-A
1674	1372	1374	315	315_(PVCO-12)	206.48	T-A
1676	1370	1372	315	315_(PVCO-12)	198.91	T-A
1677	1368	1370	400	400_(PVCO-12)	264.56	T-A
1679	1366	1368	400	400_(PVCO-12)	290.34	T-A
1680	70	1366	400	400_(PVCO-12)	258.53	T-A

1813	225	228	160	160_(PVCO-12)	0.63	T-A
1883	1885	1408	160	160_(PVCO-12)	27.13	T-A-21
2922	2901	1428	500	500_(PVCO-12)	272.43	T-A
2923	2901	2902	160	160_(PVCO-12)	7.22	CRUCE C Y D H1179
2942	244	1406	500	500_(PVCO-12)	161.24	T-A
3022	1746	2958	160	160_(PVCO-12)	224.32	T1023_3
3024	1746	2959	160	160_(PVCO-12)	249.42	T1023_2
3028	1739	2961	160	100_(AC-25)	26.40	CRUCE C Y D T1029_2
3030	1737	2962	160	100_(AC-25)	26.04	CRUCE C Y D T1030_2
3032	2883	2963	160	100_(AC-25)	24.62	CRUCE C Y D T1032_2
3034	1735	2964	160	100_(AC-25)	25.34	CRUCE C Y D T1031_2
3044	1731	2969	160	100_(AC-25)	20.88	CRUCE C Y D T1075_2
3046	1729	2970	160	100_(AC-25)	19.92	CRUCE C Y D T1076_2
3048	1728	2971	160	100_(AC-25)	23.60	CRUCE C Y D T1077_2
3050	1727	2972	160	160_(PVCO-12)	67.59	T1078_2
3050	1727	2972	160	100_(AC-25)	20.37	CRUCE C Y D T1078_2
3062	2978	217	160	160_(PVCO-12)	3.39	T-A-13
3063	1872	2978	900	900_(PRFV-10)	304.90	T-A
3088	2993	182	160	160_(PVCO-12)	139.96	T-A-14
3089	2992	2993	900	900_(PRFV-10)	390.68	T-A
3090	221	8	600	600_(PRFV-10)	159.86	T-A
3148	2894	3026	160	100_(AC-25)	29.49	CRUCE C Y D T1104_2
3150	1656	3027	160	100_(AC-25)	26.31	CRUCE C Y D T1105_3
3152	1655	3028	160	100_(AC-25)	26.55	CRUCE C Y D T1106_2
3160	1628	3032	160	100_(AC-25)	22.41	T1109_2
3168	1643	3037	200	200_(PVCO-12)	262.70	T1031_2
3170	1640	3038	160	100_(AC-25)	35.29	CRUCE C Y D T1130_2
3172	1640	3039	160	160_(PVCO-12)	147.37	T1130_3
3172	1640	3039	160	100_(AC-25)	19.11	CRUCE C Y D T1130_3
3173	3040	1639	315	315_(PVCO-12)	305.70	T-A-16
3178	3041	3043	160	100_(AC-25)	28.70	T1128_2
3180	1638	3044	160	160_(PVCO-12)	106.64	T1129_2
3180	1638	3044	160	100_(AC-25)	19.99	CRUCE C Y D T1129_2
3182	1631	3045	160	160_(PVCO-12)	242.46	T1125_2
3186	1626	3047	160	100_(AC-25)	25.80	CRUCE C Y D T1110_2
3188	1625	3048	160	100_(AC-25)	24.55	CRUCE C Y D T1112_2
3200	504	3055	160	160_(PVCO-12)	249.49	T1127_2
3200	504	3055	160	100_(AC-25)	14.70	CRUCE C Y D T1127
3212	1556	3063	160	100_(AC-25)	30.84	CRUCE C Y D T1137_2
3214	1554	3064	160	100_(AC-25)	36.84	CRUCE C Y D T1138_2
3216	1553	3065	160	100_(AC-25)	25.39	CRUCE C Y D T1139_2
3218	1552	3066	160	100_(AC-25)	27.37	CRUCE C Y D T1140_2
3220	1551	3067	160	100_(AC-25)	24.02	CRUCE C Y D T1161_2
3222	1551	3068	160	160_(PVCO-12)	273.75	T1161_3
3222	1551	3068	160	100_(AC-25)	16.93	CRUCE C Y D T1161_3

3224	1559	3069	160	160_(PVCO-12)	256.47	T1134_3
3226	1559	3070	160	160_(PVCO-12)	224.32	T1134_2
3228	1458	3071	160	100_(AC-25)	26.30	CRUCE C Y D T1165_2
3234	3072	3074	160	100_(AC-25)	25.85	CRUCE C Y D T1164_2
3236	1461	3075	160	100_(AC-25)	26.00	CRUCE C Y D T1163_2
3238	1459	3076	160	100_(AC-25)	26.61	CRUCE C Y D T1162_2
3240	1549	3077	160	160_(PVCO-12)	261.37	T1160_2
3270	1413	3094	160	100_(AC-25)	25.61	CRUCE C Y D T1175_2
3276	1417	3097	160	100_(AC-25)	21.87	CRUCE C Y D T1176_2
3278	1421	3098	160	100_(AC-25)	21.97	CRUCE C Y D T1177_2
3285	3104	89	1200	1200_(PRFV-10)	300.59	T-A
3286	441	3104	1200	1200_(PRFV-10)	186.74	T-A
3301	1427	3112	160	100_(AC-25)	20.15	CRUCE C Y D T1180_2
3303	1430	3113	160	160_(PVCO-12)	82.06	T1181_2
3303	1430	3113	160	100_(AC-25)	17.02	CRUCE C Y D T1181_2
3309	3114	3116	160	100_(AC-25)	23.99	CRUCE C Y D T1196_2
3311	1381	3117	160	100_(AC-25)	26.40	CRUCE C Y D T1195_2
3317	1367	3120	160	160_(PVCO-12)	55.22	T1200_2
3317	1367	3120	160	100_(AC-25)	19.66	CRUCE C Y D T1200_2
3319	1369	3121	160	100_(AC-25)	19.66	CRUCE C Y D T1201_2
3321	1371	3122	160	160_(PVCO-12)	85.46	T1202_2
3321	1371	3122	160	100_(AC-25)	18.10	CRUCE C Y D T1202_2
3323	1375	3123	200	100_(AC-25)	19.49	CRUCE C Y D T1204_2
3329	3124	3126	160	100_(AC-25)	17.14	CRUCE C Y D T1205_2
3331	1362	3127	160	100_(AC-25)	13.92	CRUCE C Y D T1206_2
3345	1407	3134	160	100_(AC-25)	22.41	CRUCE C Y D T1187_2
3347	1405	3135	160	100_(AC-25)	21.58	CRUCE C Y D T1186_2
3584	241	244	500	500_(PVCO-12)	133.78	T-A
4043	3535	1730	250	250_(PVCO-12)	165.19	T-A-8
4044	3536	3537	1100	1100_(PRFV-10)	85.13	T-A
4045	3535	3536	1100	1100_(PRFV-10)	280.99	T-A
4046	3537	1706	1000	1000_(PRFV-10)	148.47	T-A
4076	3099	3600	1400	1400_(PRFV-10)	15.65	T-A
4090	242	1793	450	450_(PVCO-12)	153.16	T-A
4146	3594	1744	1200	1200_(PRFV-10)	533.01	T-A
4160	3600	3601	1400	1400_(PRFV-10)	547.20	T-A

10.4.6 Características constructivas de la red

A lo largo de los ramales, las tuberías se han dispuesto enterradas en zanjas de sección trapecial con taludes 1H/2V o 1H/1V según en la zona geotécnica que esté (terrazas bajas, fondos de valle y llanura aluvial del río Esla, definidos en el *Anejo 07.- Estudio geotécnico*) apoyados sobre cama de grava sobre la propia rasante de la zanja y respetando un resguardo mínimo de

recubrimiento de tierras de 1,00 m por encima de la generatriz superior para tubos de cualquier diámetro.

En función de las diferentes secciones de los tubos se han definido los siguientes tipos de zanja:

MATERIAL	DIÁMETRO	TALUD	C	B CAZO	Vol. cama	Vol. relleno	Vol. rell. grava	Vol. tapado
		(B/H)	m	m	grava (m3)	grava (m3)	hasta riñones (m3)	compactado (m3)
ACERO	4"	1H/2V	0,15	0,50	0,09	0,09	-	-
ACERO	6"	1H/2V	0,15	0,50	0,09	0,12	-	-
PVC	160	1H/2V	0,15	0,50	0,09	0,12	-	-
PVC	200	1H/2V	0,15	0,50	0,09	0,15	-	-
PVC	250	1H/2V	0,15	0,50	0,09	0,18	-	-
PVC	315	1H/2V	0,15	0,70	0,12	0,26	-	-
PVC	400	1H/2V	0,15	0,70	0,12	0,32	-	-
PVC / PRFV	450	1H/2V	0,15	0,70	0,12	0,36	-	-
PRFV	500	1H/2V	0,15	0,80	0,13	0,43	-	-
PRFV	600	1H/2V	0,15	1,00	0,16	0,59	-	-
PRFV	700	1H/2V	0,15	1,00	0,16	0,68	-	-
PRFV	800	1H/2V	0,15	1,20	0,19	0,88	-	-
PRFV	900	1H/2V	0,15	1,20	0,19	0,98	-	-
PRFV	1000	1H/2V	0,15	1,40	0,22	1,22	-	-
PRFV	1100	1H/2V	0,15	1,40	0,22	1,32	-	-
PRFV	1200	1H/2V	0,15	1,60	0,25	1,61	-	-
PRFV	1300	1H/2V	0,15	1,70	0,27	1,82	-	-
PRFV	1400	1H/2V	0,15	1,80	0,28	2,04	-	-
HPCC	1600	1H/2V	0,20	2,80	0,58	-	0,97	4,11

Tabla 4: Dimensiones de zanja en función de las secciones de la tubería.

MATERIAL	DIÁMETRO	TALUD	C	B CAZO	Vol. cama	Vol. relleno	Vol. rell. grava	Vol. tapado
		(B/H)	m	m	grava (m3)	grava (m3)	hasta riñones (m3)	compactado (m3)
ACERO	4"	1H/1V	0,15	0,50	0,10	0,09	-	-
ACERO	6"	1H/1V	0,15	0,50	0,10	0,14	-	-
PVC	160	1H/1V	0,15	0,50	0,10	0,13	-	-
PVC	200	1H/1V	0,15	0,50	0,10	0,17	-	-
PVC	250	1H/1V	0,15	0,50	0,10	0,21	-	-
PVC	315	1H/1V	0,15	0,70	0,13	0,30	-	-
PVC	400	1H/1V	0,15	0,70	0,13	0,39	-	-
PVC / PRFV	450	1H/1V	0,15	0,70	0,13	0,44	-	-
PRFV	500	1H/1V	0,15	0,80	0,14	0,53	-	-
PRFV	600	1H/1V	0,15	1,00	0,17	0,71	-	-
PRFV	700	1H/1V	0,15	1,00	0,17	0,85	-	-
PRFV	800	1H/1V	0,15	1,20	0,20	1,09	-	-
PRFV	900	1H/1V	0,15	1,20	0,20	1,25	-	-
PRFV	1000	1H/1V	0,15	1,40	0,23	1,53	-	-
PRFV	1100	1H/1V	0,15	1,40	0,23	1,71	-	-
PRFV	1200	1H/1V	0,15	1,60	0,26	2,03	-	-
PRFV	1300	1H/1V	0,15	1,70	0,28	2,31	-	-
PRFV	1400	1H/1V	0,15	1,80	0,29	2,61	-	-
HPCC	1600	1H/1V	0,20	2,80	0,60	-	1,17	6,22

Tabla 5: Dimensiones de zanja en función de las secciones de la tubería.

Como cama o lecho de la tubería se ha dispuesto grava bajo las tuberías. Su espesor neto es de 0,15 m para todos los diámetros de las tuberías contemplados menos para los de HPCC que será de 0,20 m.

La ejecución de la red de tuberías conllevará la realización de otras obras complementarias que a continuación se exponen:

- Replanteo
- Comprobación de perfil y rasante
- Excavación mecánica
- Rasanteo manual
- Colocación de camas de grava
- Montaje de tuberías
- Punteo con grava o material seleccionado
- Pruebas en zanja
- Tapado con grava o material seleccionado
- Tapado y extendido

Espesores de recubrimiento de la tubería con grava

Para las tuberías de PVC-O el recubrimiento de grava será de 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo.

Para las tuberías de PRFV el recubrimiento de grava será de 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo.

Para el HPCC la grava se colocará hasta un apoyo de 120°, y el relleno superior será compactado con medios mecánicos con material procedente de la propia excavación, hasta 10 cm por encima de la generatriz superior del tubo.

Ejecución de bermas en la excavación de zanjas

Para las tuberías de cualquier material se deberán ejecutar bermas según la siguiente tabla, extraída del Anejo 07.- *Estudio geotécnico*:

<i>Tipología y taludes recomendados</i>			
<i>hasta 2,50 m</i>	<i>hasta 3,00 m</i>	<i>hasta 3,50 m</i>	<i>hasta 4,00 m</i>
<i>sin berma</i>	<i>con berma de 0,50 m</i>	<i>con berma de 0,75m</i>	<i>con berma de 0,50 m</i>
1H:1V (45°) y maquinaria a 1,50 m de la coronación con berma de 0,50 m a 2,50 m de la base desde 2,50 hasta 3,00 m.			
1H:2V (63°) y maquinaria a 1,50 m de la coronación con berma de 0,75 m a 2,50 m de la base desde 2,50 m hasta 3,50 m.			
1H:2V (63°) y maquinaria a 1,00 m de la coronación con berma de 0,50 m a 2,50 m de la base desde 2,50 m hasta 4,00 m (maquinaria pesada a 1,50 m de la coronación).			

Ilustración 1: Tipología y taludes recomendados.

10.4.7 Elementos singulares

- Válvulas de seccionamiento

En cabecera de los ramales principales de la red de riego se ha previsto la instalación de un punto de corte para aislar ramales.

Se colocarán válvulas de seccionamiento para cortar el flujo de agua en caso necesario. Se utilizan para aislar tanto elementos (ventosas e hidrantes) como tramos de la conducción (ramales secundarios y tramos de la tubería principal), y también como elemento de vaciado de la red en sus puntos bajos, formando parte de los desagües.

En función del diámetro de la conducción en donde vayan insertadas, las válvulas de seccionamiento serán de compuerta para diámetros hasta 400 mm, y de mariposa con reductor para diámetros superiores; en las válvulas mayores de 900 mm el reductor será motorizado.

La instalación de este tipo de válvulas será enterrada, donde se accede al mecanismo de maniobra que acciona la válvula a través de un alargador o prolongador metálico, existiendo en superficie un volante de accionamiento que irá alojado en una arqueta prefabricada de hormigón. En los planos de planta de la red puede localizarse la situación de estas válvulas de corte, así como en los planos longitudinales correspondientes.

- Ventosas

Para evitar los problemas que ocasiona la presencia de aire en las conducciones, se colocarán en determinados puntos que se indican en los planos de planta y perfil longitudinal las ventosas y los purgadores de aire correspondientes.

Las ventosas trifuncionales que se proyectan actuarán al mismo tiempo como elementos de seguridad frente a posibles depresiones que pudieran originarse, ya sea durante el vaciado de la red o como consecuencia de fenómenos transitorios. El diámetro de estas ventosas se indica en función del diámetro de la tubería donde van colocadas y los resultados de su cálculo queda recogido en el Anejo 10.- *Calculo de ventosas.*

- Válvulas de desagüe

En algunos puntos bajos de la red se proyectará la instalación de válvulas que puedan permitir proceder al desagüe de cualquier tramo de la red cuando fuera necesario. La salida de estos desagües puede coincidir con desagües naturales del terreno o en otros casos hay que colocar tubería para conducirlos hasta el curso natural más próximo.

- Anclajes y obras de fábrica

Las piezas especiales (tes, codos, conos de reducción, bridas, etc.) serán de acero con tratamiento anticorrosión en diámetros de tuberías de PVC-O y HPCC, y de PRFV en tuberías de PRFV. Se han diseñado con unas longitudes mínimas de forma que permitan el correcto anclado mediante macizos de hormigón armado. Las citadas longitudes y las características de los materiales están definidas también en el Pliego de Prescripciones Técnicas y en el Anejo 11.- *Anclajes y obras de fábrica.*

Para contrarrestar los empujes debidos a la presión interna de las tuberías en los puntos singulares (codos, reducciones, tes, valvulería, etc.) se han diseñado bloques de hormigón en masa de 25 N/mm² de resistencia característica, fabricados *in situ*, de dimensiones variables según el diámetro nominal y la presión de trabajo de la tubería. Los resultados para cada caso se recogen en el Anejo 11.- *Anclajes y obras de fábrica.*

- Hidrantes y tomas

Los hidrantes están alojados en una arqueta prefabricada estando compuestos de una válvula hidráulica de diámetros 4" y 6" según el caso, capaz de realizar las operaciones de regulador de presión y limitador de caudal, permitiendo funciones de apertura y cierre.

En general, en el hidrante figurarán los siguientes elementos:

- Elementos hidráulicos: válvula hidráulica, piloto regulador de presión, piloto limitador de caudal, tubo de orificio, purgador, válvula mariposa, filtro cazapiedras, contador tipo Woltman de hélice horizontal con corrector de flujo y emisor de pulsos
- Elementos de unión: acoplamientos ranurados y adaptadores a brida.
- Elementos de telecontrol: solenoides, electroválvulas, presostato, sensores de apertura e intrusión.
- Elementos de telegestión: unidad de control de hidrante o UCH.
- Elementos de protección: arqueta prefabricada de hormigón con tapa metálica.

Las tomas, como se ha comentado anteriormente, se instalarán en aquellos casos en los que existen masas de pequeño tamaño próximas a los hidrantes. Estas masas se agruparán con la del hidrante, llevando una toma de riego desde el hidrante con el objetivo de que el agricultor no tenga que cruzar caminos o desagües con su acometida para llegar a estas. Estas tomas constarán de una válvula hidráulica en superficie, accionada hidráulicamente desde el hidrante mediante microtubo de PE.

10.5 Balsa de regulación

La balsa de regulación será ubicada en el término municipal de Vegas del Condado, en el paraje de Los Tomillares y se dispondrá semienterrada en una zona de poca pendiente. La ubicación concreta corresponde con un total de 38 parcelas en el registro catastral.

Los límites de la balsa son:

- Oeste: Carretera Autonómica CL-624.
- Sur: Polígono 406 de Vegas del Condado.
- Norte: Polígono 407 de Vegas del Condado.
- Oeste: Canal de Arriola.

La balsa se encuentra en la hoja 1:50.000 130. *Vegas del Condado*, cuyas coordenadas en el sistema de referencia geodésico UTM ETRS-89 Huso 30 son:

- X = 304.647 m; Y = 4.727.600 m

La balsa contará con una capacidad de embalse de **294.046,16 m³**.

El volumen aforado es el resultado del volumen de agua que ha sido calculado para las necesidades de riego de este sector y de la cubicación del material que será necesario excavar para la ejecución del vaso y del dique de cierre, de tal modo que baste con la cantidad

de áridos extraídos en esta misma ubicación evitando así la necesidad de tomar material de préstamos de otros puntos.

Al situarse en la cabecera del Canal de Arriola, la balsa facilitará la regulación del propio canal, ya que, al estar conectada directamente con este, se podrá introducir o sacar agua de la misma en caso de que fuera necesario.

Los datos más relevantes acerca del dimensionamiento de la balsa de regulación son los que siguen:

Balsa de regulación CRR de la Ribera Alta del Porma	
Cota de coronación	867,05 m
Cota de fondo	861,65 – 863,07 m
Cota lámina de agua	866,05 m
Altura agua embalsada	3,72 m
Resguardo sobre lámina de agua	1,68 m
Altura balsa	3,84 m
Talud interior	3H/1V
Talud exterior	3H/2V
Volumen máximo	294.046,16 m ³
Ancho camino de coronación	5,00 m
Longitud del camino de coronación	1.334,96 m
Caudal máximo de entrada	5,20 m ³ /s
Cota de la solera del canal a balsa	864,70 m
Sobredimensionamiento capacidad	15 %
Cota de la solera del canal en toma	864,70 m

Tabla 6: Características técnicas de la balsa de regulación

10.6 Arqueta de filtros

Al poseer una única balsa para los dos sectores también se proyecta una única arqueta de filtros para los dos sectores. La obra de toma de la balsa a la arqueta de filtros se proyecta como una toma de fondo ejecutada mediante un vaso de entrada enterrado 1,30 m por debajo de la cota del fondo de la balsa (861,65 msnm) de la que parten tres tuberías de acero de DN 1000 para dirigir el agua desde la balsa hacia la arqueta de filtros, que constarán de tres filtros.

La arqueta tiene una altura total de 9,00 metros y sus medidas en planta son de 12,34 x9,35 m. La estructura de la arqueta está formada por una losa de cimentación de 50cm de espesor y por unos muros de hormigón armado de 45 cm de espesor.

La arqueta se encuentra semienterrada en el terreno además hasta ella llega un camino para el tráfico rodado.

Se proyecta una estructura metálica para la parte superior de la arqueta, compuesta por perfiles del tipo IPE 160 para apoyo de tramex.

10.7 Sistema de telegestión

Se instalará en los dos sectores un sistema de gestión que basado en la microinformática y la telegestión dote a la instalación de un sistema de explotación moderno, eficaz, ampliable y evolutivo.

El sistema de gestión tiene como misión principal optimizar el riego de las distintas parcelas permitiéndolo en distintas modalidades, así como la programación de riegos de manera automática a través de cálculo de evapotranspiración. Otra misión del sistema de gestión es realizar la facturación de los costes derivados del riego de cada parcela al regante que le corresponda.

Esta gestión se realizará a través del programa de gestión del riego. Dicho programa almacenará toda la información en una base de datos relacional y comunicará a través de una tabla de intercambio de órdenes a un frontal de comunicaciones las órdenes a ejecutar por los distintos hidrantes, y recogerá la información enviada por éstos.

Cada uno de los hidrantes estará equipado con un sistema de telegestión que permita acceder a distancia a las informaciones necesarias para que el programa de gestión pueda realizar el análisis de los datos.

Los principales elementos del sistema de telegestión son los siguientes:

- Programa de gestión avanzada de riegos: Software encargado de gestionar la comunidad de regantes. Permite controlar toda la comunidad desde un mismo software de una manera universal, independientemente del tipo de terminal remoto elegido. Necesariamente estará basado en un entorno SIG permitiendo una interacción fácil e intuitiva.
- Tabla de intercambio universal: intercambio de información entre el programa de gestión y los sistemas de telecontrol propiamente dichos. La tabla de intercambio

está basada en órdenes universales de forma que cualquier equipo de telecontrol pueda procesarlas.

- Frontal de comunicaciones: Encargado de adaptar la información contenida en la tabla de intercambio al formato específico de cada tarjeta y viceversa. Además, será capaz de gestionar las comunicaciones con los terminales remotos vía GSM (GPRS) y SMS.
- Terminal remoto: tendrá un funcionamiento autónomo, capaz de ejecutar programas de riego almacenados en memoria y almacenar datos en su memoria. Será robusto, estanco al agua y con un consumo mínimo de energía.
- Sistema de Comunicaciones: permite el intercambio de información entre el frontal de comunicaciones y los terminales remotos situados en el campo. Esta comunicación se realizará por medio de enlace GSM (GPRS) y mensajes SMS.

10.8 Cálculos eléctricos

La descripción, definición y valoración de las actuaciones necesarias para dotar de suministro eléctrico, mando y control a las instalaciones descritas en el presente proyecto se encuentran recogidas en los anejos n.º 16.- *Instalaciones eléctricas en Alta Tensión*” y n.º 17.- *Instalaciones eléctricas en Baja Tensión*.

10.8.1 Instalación en alta tensión. Centro de transformación

La instalación proyectada está compuesta por:

Centro de transformación en estación de bombeo.

La instalación proyectada, centro de transformación de intemperie, comprende:

- Recinto del centro de transformación anexa a la estación de bombeo, de dimensiones aproximadas 15 x 12 metros.
- Pórtico de entrada de línea de 14 m y 9000 kg de esfuerzo en punta.
- Seccionador trifásico 630 A 52 kV de aislamiento, y cuchillas de puesta a tierra.
- Interruptor automático de 3 polos 2000 A 52 kV de aislamiento, 25 kA.
- Transformadores de medida.
- Armario de centralización de tensiones e intensidades.

- Autoválvulas de 48 kV 10 kA.
- Transformador trifásico 3150 kVA 45/0,69 kV.
- Equipo de medida.
- Cuadro de protección del centro de transformación.
- Fuente de alimentación – cargador de baterías.
- Alumbrado C. T.
- Pararrayos.
- Canalizaciones.
- Puesta a tierra.
- Módulos prefabricados para cuadros generales de baja tensión.
- Transformador de 800/690 VCA. (para instalación fotovoltaica)

10.8.2 Instalación en baja tensión

La estación tiene previsto una sala de cuadros eléctricos, en la que se instalarán cuatro cuadros:

- Un cuadro de protección de bombas que se alimentará del cuadro general situado en el centro de transformación, el cual tiene una tensión nominal de funcionamiento de 690 V del que se alimentan las bombas.

- Un cuadro para los servicios auxiliares, como son el alumbrado tanto interior como el exterior, válvulas, cuadro de obra de toma, tomas de corriente y pequeños receptores monofásicos o trifásicos de la instalación. Este cuadro se alimenta de un transformador trifásico 690V/400V de 31,5 kVA.

- Un cuadro de control en el que se alberga el autómata para el control automático de la instalación, así como diversos enclavamientos eléctricos para el funcionamiento manual.

- Un cuadro de compensación de energía reactiva, en el cual se albergarán los condensadores y reactancias especificados en el apartado correspondiente.

La estación tiene previsto una sala de control, donde se instalará:

- Un armario tipo rack donde se albergará el scada, su SAI y el videograbador.

Los elementos de la obra de toma dispondrán de una botonera de maniobra a pie de máquina para la maniobra en manual.

Instalación de enlace

La instalación de enlace es aquella parte de la instalación que conecta los bornes secundarios del transformador hasta el cuadro general de baja tensión, el cual se encuentra situado en el propio centro de transformación. Esta conexión se efectuará mediante canalización eléctrica prefabricada de 1700mm², cobre, encapsulada en resina y con un grado de protección IP-66 para el caso del transformador de 3150 kVA, y mediante cable multipolar RZ1-K 0'6/1kV 4G10 para el transformador de 31,5 kVA.

Canalizaciones

Todas las canalizaciones por donde discurrirán los conductores serán fijas, y estarán constituidas por bandeja de rejilla de acero con tratamiento superficial de alta resistencia y por tanto fabricada en un material resistente a la corrosión, que evita la acumulación y condensación de agua, asegurando su evacuación. Se admitirán canalizaciones fijas con tubo de PVC, en aquellos trazados en los que no sea necesario soportar un número elevado de cables. Se prevé la instalación de dos canalizaciones fijas con bandeja de rejilla metálica, una para cables de fuerza y otra para cables de control, separadas para que no interfieran las señales de fuerza a las de mando.

En aquellos lugares por donde discurra la bandeja y se prevea la posible caída de objetos sobre la misma se cubrirá ésta con una tapa metálica, preparada a tal efecto con objeto de proteger contra daño mecánico los cables que contiene. Se considerará la tapa de protección en las bandejas que van a lo largo de la atarjea de alimentación a las bombas.

Las bandejas portacables son elementos de soporte y conducción de los cables, por tanto, no requieren condiciones de estanqueidad, que sí se aplicarán, por ejemplo, a las cajas, en cuyo interior se realizarán todas las conexiones, empalmes y derivaciones, a los extremos de los conductores, mediante prensaestopas, etc.

Cuadros

Se dispondrá de los siguientes cuadros:

- Cuadro general de baja tensión

- Cuadro de protección de bombas
- Cuadro de servicios auxiliares
- Cuadro de control
- Cuadro de compensación de energía reactiva
- Cuadro de obra de toma
- Cuadro toma canal

Motores

La instalación de los motores debe ser conforme a las prescripciones de la norma UNE 20.460 y las especificaciones aplicables a los locales (o emplazamientos) donde hayan de ser instalados, por tanto, cumplirán todo lo indicado en el apartado Prescripciones Específicas Adoptadas según riesgo de las distintas dependencias.

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo, deben ser las siguientes:

Para el caso de un sólo motor:

- Los conductores de conexión que alimentan a un sólo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

Para el caso de varios motores:

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. Las características de los dispositivos de protección deben estar de acuerdo con las de los motores a proteger y con las condiciones de servicio previstas para estos, debiendo seguirse las indicaciones dadas por el fabricante de los mismos.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460-4-45

Variadores de frecuencia

Se prevé la instalación de tres bombas con caudal variable, una de 160 kW y dos de 315 kW, variando las revoluciones del motor, por lo que se hace necesario la instalación de tres variadores de frecuencia, uno de 160 kW y dos de 315 kW respectivamente. Los motores que mueven estas bombas deberán estar preparados para trabajar con variador a una frecuencia mínima de 5 Hz y máxima de 50 Hz. Los variadores serán de la casa Power Electronics, o similar.

Estos variadores se instalarán en la sala de cuadros eléctricos, sobre un zócalo para elevarlos y conseguir así que el display de configuración sea más accesible.

Se comunicarán con los PLC's mediante el bus de comunicaciones Ethernet.

Iluminación

Se prevé la iluminación de la instalación con lámparas de funcionamiento distinto, mediante lámparas LED, dependiendo del tipo de zona a iluminar.

En la zona de bombas se instalarán 18 proyectores LED de modelo TESSIO de Iluminia, adosados a las paredes de 100 W de potencia. Los proyectores se instalarán pareados dos a dos fijados a un lado y a otro de la pared y orientados hacia las bombas, según se indica en el documento planos.

Para el alumbrado de la obra de toma se instalarán dos proyectores de LED TESSIO como los anteriores, de 100 W de potencia, sobre una columna de 4 metros orientados a los filtros respectivamente.

Para el alumbrado de las compuertas del canal se instalarán dos proyectores iguales de LED de 100 W de potencia controlados por un reloj astronómico, soportados en una columna de 4 metros.

Para el alumbrado exterior de la estación de bombeo se instalarán un total de 10 luminarias modelo EXTRO LED de Gewiss de 26 W.

Se dispondrá, aunque no se esté obligado a ello, un alumbrado de evacuación; es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación cuando los locales estén o puedan estar ocupados.

Se instalarán puntos de alumbrado de 200 lm y una hora de autonomía sobre cada una de las puertas de salida de la instalación.

Se instalará en el medio de la zona de bombas 6 puntos de alumbrado de evacuación de 1960Lm cada uno con equipo de 1 horas de autonomía.

Automatización

La instalación a automatizar, como ya se ha comentado, tiene 3 bombas variables, una de 160 kW y dos de 315 kW, y de 5 bombas fijas, de 315 kW.

La instalación en conjunto podrá funcionar en modo automático seleccionable mediante un conmutador de llave de dos posiciones (automático - 0), presente en el cuadro de control:

- Automático, gobernada por un autómeta, será el modo de funcionamiento normal.
- 0, la instalación solamente funcionará en manual.

La instalación va a disponer de un Scada, comunicado en red Ethernet con el autómeta, en el que se visualizarán las siguientes variables de los arrancadores y variadores:

- Potencia Consumida
- N° de Horas trabajadas en Total
- Estado
- Tensión
- Régimen (Solo en los Variadores)

Además del arranque y regulación de las bombas, habrá que automatizar o controlar también otros elementos de la instalación que dependen de las bombas como las válvulas de los colectores de aspiración e impulsión, las válvulas de impulsión de cada bomba, el centro de transformación, el cuadro general, el cuadro de servicios auxiliares, la obra de toma y el

10.9 Instalación fotovoltaica

Se instalará, anexa a la estación de bombeo, una instalación de energía fotovoltaica.

Se ha realizado un análisis de optimización para cada caso estudiado, teniendo en cuenta que a medida que se aumenta la potencia del parque fotovoltaico aumenta la inversión, pero disminuye el importe de la compra de energía. Con este criterio, se llega a un punto de potencia en el que la suma de inversión y compra de energía es mínima, por lo que podemos decir, que esa potencia del parque es la óptima.

Dentro de esta optimización hay varias incógnitas, como son el precio de la electricidad a futuros, la modalidad de riego que se utilizará (que influye en la potencia a contratar), el importe de la inversión, etc.

En base a estas incógnitas se han estudiado varios supuestos, optimizando la potencia a instalar en cada sector.

Se ha diseñado una instalación fotovoltaica con seguidor a un eje N-S, es decir los paneles fotovoltaicos estarán montados sobre una estructura móvil con la orientación determinada, sin embargo, la inclinación será variable en función de la radiación solar.

La instalación fotovoltaica proyectada inyectará la energía generada en la estación de bombeo a la tensión de 690V.

Para satisfacer las necesidades de la instalación se ha proyectado la instalación de un total de 1.560 módulos fotovoltaicos con una potencia pico de 535W, obteniendo una potencia pico total de 834,60 kWp con una superficie ocupada total aproximada de 2 hectáreas.

Puesto que la instalación objeto de proyecto es una instalación fotovoltaica de autoconsumo, se ha proyectado la instalación de 6 inversores de red con una potencia de 175kW. En base a esta configuración de módulos e inversores, se ha diseñado una configuración de seguidores solares con dos mesas de una fila de 26 paneles con disposición vertical. Cada inversor transformará la energía de seis seguidores solares, de 12 mesas de 26 paneles cada mesa.

Como ya se ha comentado, la tensión de funcionamiento de la estación de bombeo es de 690V, ésta no es una tensión de salida estándar en los inversores de red, por tanto, la instalación deberá contar con un transformador para adaptar la tensión de generación a la de utilización con una potencia no inferior a 1250kVA.

Ya que la instalación de este transformador es indispensable se ha proyectado el montaje de inversores de red con una tensión de salida de 800V, este tipo de inversores permite incrementar la distancia existente entre el inversor y la estación de bombeo en decremento de las distancias existentes entre módulo fotovoltaico e inversor, obteniendo menores pérdidas por caída de tensión en la parte de corriente continua.

El punto de evacuación de la planta fotovoltaica será el Cuadro General de Baja Tensión de 690V de la estación de bombeo.

La instalación proyectada debe estar considerada como inyección cero, lo cual implica que no puede generar más energía que la demandada por la propia instalación, para ello se ha proyectado un sistema encargado de leer el consumo total de la instalación y gestionar la generación de cada inversor con objeto de evitar la inyección de energía a la red de distribución. En este tipo de instalaciones una parte muy importante de la energía consumida cuando la instalación está fuera de campaña de riego, es la energía demandada por las pérdidas internas en los transformadores de potencia, con objeto de minimizar este consumo es muy importante la elección del punto donde se obtenga la lectura del consumo de la instalación, por esta razón se ha proyectado la lectura del consumo en la parte de alta tensión del centro de transformación, instalando transformadores de medida con tres secundarios para cablear el equipo de inyección 0.

10.10 Retirada y gestión de la red de riego existente

En el anejo n.º 30.- *Retirada de la red de acequias*, se dimensiona e inventarían las infraestructuras existentes con el objetivo de identificarlas sobre plano y poder cuantificar el volumen de material a retirar y gestionar.

En total se prevé retirar 134.491,55 m de acequias prefabricadas de hormigón en el Sector Norte y 170.553,73 m en el Sector Sur, así como sus apoyos, arquetas y sifones.

11 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

11.1 Marco normativo

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

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

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre (B.O.E. n.º 269 de 10 de enero de 1995), *de Prevención de Riesgos Laborales*.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero (B.O.E. n.º 27 de 13 de diciembre de 1997), *por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención*.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre (B.O.E. n.º 256 de 25 de octubre de 1997), *por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.*
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre (B.O.E. n.º 298 de 13 de diciembre de 2003), *de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.*
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo (B.O.E. n.º 127 de 29 de mayo de 2006), *por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.*
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, *de evaluación ambiental*, y su reciente modificación por el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, *por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.*
- Ley 16/1985 de 25 de junio, *de Patrimonio Histórico Español.*
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, *de Vías Pecuarias.*
- Ley 39/2015, de 1 de octubre, *del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.*
- Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, *de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.*
- Real Decreto 2568/1986, de 28 de noviembre, *Reglamento de Organización, Funcionamiento y Régimen Jurídico de las Entidades Locales.*
- Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, *por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.*
- Real Decreto 64/1994 de 21 de enero, *por el que se modifica el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 52 de 02/03/1994).*
- Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, *por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986 de 10 de enero de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 35 de 09/02/2002).*
- Real Decreto 600/2011, de 29 de abril, *por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.*
- Real Decreto 214/2014, de 28 de marzo, *por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.*
- Ley 12/2002, de 11 de julio, *de Patrimonio Cultural de Castilla y León.*

- Decreto 37/2007, de 19 de abril, *Reglamento para la Protección del Patrimonio Cultural de Castilla y León.*
- Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, *por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.*
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E. n.º 38 de 13 de febrero de 2008), *por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.*

11.2 Clasificación de las obras

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

11.3 Declaración de obra completa

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

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

11.4 Estudio geotécnico

Con arreglo a lo exigido en el Artículo n.º 233, apartado 3, de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, *de Contratos del Sector Público*, (B.O.E. N.º 272, de 9 de noviembre de 2017) y dada la naturaleza del tipo de obra a realizar, se considera necesario la elaboración de un estudio geotécnico detallado de los terrenos sobre los que ésta se va a ejecutar, incluido en el anejo n.º 07.- *Estudio geotécnico* del proyecto.

El objeto de dicho anejo es lograr una definición de las características geotécnicas de los terrenos afectados por el proyecto en el que se va a situar las distintas unidades de obra.

Los trabajos realizados se han orientado a estudiar con detalle las características de los terrenos y los parámetros geotécnicos para el dimensionamiento de taludes, excavabilidad, permeabilidad de éstos, niveles freáticos, etc.

11.5 Estudio arqueológico

Cumplidos los trámites que establece el Reglamento para la Protección del Patrimonio Cultural de Castilla y León y, estableciendo como base informativa la incidencia en los bienes integrantes del Patrimonio Arqueológico y Etnológico, así como el Informe del Arqueólogo Territorial y la propuesta del proyecto de reconcentración parcelaria y modernización del regadío, el Servicio Territorial de Cultura y Turismo de la Delegación Territorial de León emite un Informe (**EXPDTE.: 374/20**) en donde establece las siguientes medidas:

- Se llevará a cabo un seguimiento arqueológico en las zonas establecidas en el informe.
- Se deberá pedir una autorización a la Comisión Territorial de Patrimonio Cultural para actuar en la zona del Camino de Santiago.
- Si durante la ejecución de los trabajos se produce cualquier hallazgo se debe notificar al Servicio Territorial de Cultura y Turismo de León.

La información asociada al patrimonio cultural y arqueológico se encuentra recogida en el Anejo nº 05.- *Estudio arqueológico*.

11.6 Estudio de seguridad y salud

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

la construcción de presas, túneles, galerías, etc., se redacta el preceptivo Estudio de Seguridad y Salud.

Este documento del proyecto, recogido en el Documento n°5.- *Estudio de seguridad y salud*, incluye una memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares cuya utilización pueda preverse y la identificación de los riesgos laborales, indicando a tal efecto las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos. También incluye la descripción de los servicios sanitarios y comunes de los que deberá estar dotado el Centro de Trabajo, en función del número de trabajadores que vayan a utilizarlos. El Estudio es coherente con los riesgos que conlleva la realización de la obra.

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

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

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

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

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

El Presupuesto de Ejecución Material del mencionado Estudio de Seguridad y Salud asciende a la cantidad de **260.236,55 €**.

11.7 Procedimiento de evaluación ambiental

Consultada la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, *de evaluación ambiental*, y su reciente modificación por el Real Decreto 445/2023, de 13 de junio, *por el que se modifican los anexos I, II y III de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*; las actuaciones del proyecto se encontrarían dentro de los supuestos contemplados en el Anexo I, Grupo 1, letra c), pues se acomete la mejora del regadío en una superficie de 4.603,37 ha, resultando superior a las 100 ha. Por tanto, el proyecto se somete a **Evaluación Ambiental ORDINARIA**:

Anexo I. Proyectos sometidos a evaluación ambiental ORDINARIA.

Grupo 1. Agricultura, silvicultura, acuicultura y ganadería.

c) Proyectos de gestión de recursos hídricos para la agricultura, incluida la transformación en regadío y la mejora o consolidación del regadío², que afecten a más de 100 ha.

Por ello, se ha elaborado el presente **Estudio de Impacto Ambiental** a través del cual se han podido identificar los factores ambientales que se relacionan con la ejecución y explotación de la nueva red de riego, así como de la balsa de riego, la planta fotovoltaica y la estación de bombeo para presurizar parte de la nueva red; permitiendo con ello valorar el alcance de los impactos sobre estos y desarrollar las medidas dirigidas a prevenir, corregir o compensar los efectos derivados del proyecto en cada caso.

11.8 Pliego de condiciones

El Pliego de Condiciones que se incluye en el presente proyecto como Documento n.º 03, regula las condiciones de tipo técnico que deben cumplir los diferentes materiales, así como también la ejecución de las obras con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista, la manera en que se llevará a cabo la medición de las unidades ejecutadas y el control de calidad de los materiales empleados y del proceso de ejecución.

11.9 Ocupación de terrenos y expropiaciones

² Consolidación y mejora de regadíos: A los efectos de la ley 21/2013, se entenderá por **consolidación de regadíos** las acciones que afectan a regadíos infradotados de agua, bien por falta de agua, bien por pérdidas excesivas en las conducciones, y que tienen como fin completar las necesidades de agua de los cultivos existentes. Se consideran acciones de **mejora de regadíos** las que afectan a la superficie regada suficientemente dotada, o muy dotada, de agua, sobre las que se consideran oportunas actuaciones que supongan mejoras tendentes al ahorro de agua, o mejoras socioeconómicas de las explotaciones.

Para la ejecución, construcción y posterior mantenimiento de las diversas instalaciones del proyecto, es preciso disponer de franjas de terreno de anchura suficiente para permitir el desarrollo de los trabajos, siendo necesaria la expropiación de los terrenos sobre los que se realizarán las diferentes infraestructuras.

En el proyecto existe fundamentalmente una ocupación temporal durante el desarrollo de las obras. La ocupación temporal tendrá una duración hasta la finalización de las obras y ocupará una franja de terreno variable acorde con el diámetro.

En el anejo n.º 22.- *Expropiaciones y servidumbres*, se detalla la valoración de los bienes sujetos a ocupación temporal para cada una de las superficies necesarias para la ejecución de las infraestructuras definidas en este proyecto. También se exponen los planos y la información relacionada con este apartado de expropiaciones.

El coste de las expropiaciones será abonado por parte del beneficiario final de la obra, siendo la Comunidad de Regantes de la Ribera Alta del Porma, sin que ello pueda ocasionar perjuicio alguno a los procedimientos administrativos y legales que fueran de aplicación por parte de la entidad promotora.

11.10 Afecciones y permisos

En el anejo n.º 23.- *Afecciones y permisos* se recogen todas aquellas afecciones detectadas que sean generadas por las obras del presente proyecto.

Las afecciones generadas por la red de tuberías enterrada y por las infraestructuras derivadas del proyecto de modernización del regadío de la C.R. de la Ribera Alta del Porma, sirviendo a modo de resumen la siguiente tabla en la que se detallan las entidades y las causas de las afecciones:

ENTIDAD AFECTADA	TIPO DE AFECCIÓN
Comisaría de Aguas de Confederación Hidrográfica del Duero	Cruces, paralelismos y puntos de desagüe de la red de riego sobre cauces
Dirección Técnica de Confederación Hidrográfica del Duero	Una nueva obra de toma en el Canal de Arriola Paralelismo entre el canal y la balsa de regulación
Carreteras Estatales	Cruces y paralelismos con la red de carreteras estatales
Carreteras Autonómicas	Cruces y paralelismos con la red de carreteras autonómicas
Carreteras Provinciales	Cruces y paralelismos con la red de carreteras provinciales
Carreteras de ayuntamientos y otros	Cruces y paralelismos con la red de carreteras de ayuntamientos y otros.
Líneas eléctricas	Cruces con líneas eléctricas aéreas y subterráneas
Líneas de telefonía de Telefónica	Cruces con líneas aéreas y subterráneas de telefonía
Línea de fibra óptica	Cruces con la red de fibra óptica

Tabla 7: Relación de afecciones generadas por el proyecto.

Se ha solicitado los siguientes permisos:

- Solicitud del punto de enganche para abastecimiento de energía eléctrica a los centros de transformación en la estación de bombeo.
- Cruces y paralelismos entre la red de tuberías y cauces de CHD a la Comisaria de Aguas de Confederación Hidrográfica del Duero.
- Condicionado de cruces y paralelismos de carreteras a la Diputación de León, a la Dirección General de Carreteras e Infraestructuras de la Junta de Castilla y León y a la Unidad de Carreteras del Estado en León.
- Condicionado de cruces y paralelismos de ferrocarril a ADIF.

Para la ejecución de las obras de este proyecto se tendrá en cuenta los servicios afectados para coordinar los trabajos con los organismos pertinentes siendo necesario solicitar las autorizaciones, permisos, licencias o concesiones administrativas a los organismos y entidades afectadas. La reposición y ejecución de las obras en los puntos de cruce de la red de tuberías y las infraestructuras presentes en la zona del proyecto se han valorado adecuadamente en el presupuesto.

11.11 Gestión de residuos

En cumplimiento con el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, *por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición* (BOE n.º 38 de 13 de febrero de 2008), se incluye el anejo n.º 24.- *Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición*, de este proyecto, un estudio de gestión de los residuos de construcción y demolición que se producirán en las obras derivadas del proyecto, especificando, entre otros aspectos, una estimación de su cantidad, las medidas genéricas de prevención que se adoptarán, obligatoriedad de segregación en obra, el destino previsto para los residuos, así como una valoración de los costes derivados de su gestión que forma parte del Presupuesto General del proyecto cuyos costes directos asciende a **55.688,24 €**.

11.12 Sistema de adjudicación

El procedimiento de adjudicación del contrato de obras vendrá regulado conforme a lo establecido en los artículos 131 y siguientes de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de febrero de 2014 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017), en la modalidad de procedimiento de adjudicación abierto.

Asimismo, los poderes adjudicatarios pueden encomendar a los medios instrumentales propios de la Administración llevar a cabo la ejecución de las obras con arreglo a lo previsto en el artículo 24 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE de 26 de febrero de 2014 (BOE número 272 de 9 de noviembre de 2017), en la modalidad de procedimiento de adjudicación abierto, y a la Disposición adicional vigésima cuarta.

11.13 Clasificación del contratista

Según establece el artículo 77 de la Ley 9/2017 (LCSP), para contratar con las Administraciones Públicas la ejecución de contratos de obras de importe igual o superior a 500.000 euros, será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado.

La clasificación del contratista para la ejecución de las obras previstas en el presente proyecto vendrá regulada conforme al Capítulo II del Título II del Libro I del RGLCAP, exigiendo la siguiente clasificación de empresas contratistas de obras, según las diferentes actuaciones a ejecutar:

Grupo E) Hidráulicas

Subgrupo 7: Obras hidráulicas sin cualificación específica.

Categoría 6: Anualidad media superior a 5.000.000 €

11.14 Plazo de ejecución y programación de obras

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

En el anejo n.º 20.- *Programación de obras*, se incluye la programación valorada de las obras del proyecto mediante diagrama de barras.

11.15 Programa de control de calidad

Durante la ejecución de la obra será necesaria la realización de cuantos ensayos de control de calidad de los materiales y de las condiciones de ejecución de las obras crea oportuno la Dirección Facultativa.

Por la misma Dirección Facultativa se fijará el número, forma y dimensiones y demás características que deben reunir las muestras y probetas de ensayo y análisis, caso de que no

existan disposiciones normativas al efecto ni se establezcan tales datos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o en el anejo correspondiente al Programa de Control de Calidad.

Además, todos los materiales y su puesta en obra se ajustarán a lo prescrito en el apartado correspondiente del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, siendo de obligado cumplimiento cuanta normativa legal, instrucciones y reglamentos de ámbito nacional y territorial sea de aplicación en la ejecución de los trabajos para conseguir el nivel de calidad previsto.

Al final de las obras se extenderá por la Dirección Facultativa un certificado de control que indique expresamente los elementos y materiales controlados, así como la conformidad de sus resultados con las calidades previstas. También deberán quedar expresadas las modificaciones de las calidades respecto a las previstas en proyecto con su justificación.

11.16 Revisión de precios

La valoración de las obras objeto del presente proyecto estará sujeta a revisión de precios si el poder público contratante lo estima oportuno.

En el caso de que la obra tuviera derecho a revisión de precios, deberá aplicarse la fórmula polinómica n.º 541 del Real Decreto 1.359/2011, estando condicionada la revisión al cumplimiento de los plazos parciales y total fijado para la realización de la obra.

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

$$K_t = 0,05C_t/C_0 + 0,08E_t/E_0 + 0,15P_t/P_0 + 0,06R_t/R_0 + 0,14S_t/S_0 + 0,01T_t/T_0 + 0,51$$

Siendo:

K_t = teórico de revisión para el momento de ejecución t

C_0 = índice del coste del cemento en el momento de la licitación

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

E_0 = del coste de la energía en la fecha de licitación

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

P_0 = del coste de productos plásticos en la fecha de licitación

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

R_0 = del coste de áridos y rocas en la fecha de licitación

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

S_0 = del coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de licitación

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

T_0 = del coste de los materiales electrónicos en la fecha de licitación

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

12 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El presente Proyecto consta de los siguientes documentos:

DOCUMENTO N.º 1.- MEMORIA Y ANEJOS

MEMORIA

- Anejo n.º 01.- LISTADO DE PARCELAS Y SUPERFICIE AFECTADA
- Anejo n.º 02.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA
- Anejo n.º 03.- ESTUDIO AGRONÓMICO
- Anejo n.º 04.- DATOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
- Anejo n.º 05.- ESTUDIO ARQUEOLÓGICO
- Anejo n.º 06.- ESTUDIO DE ALTERNATIVAS
- Anejo n.º 07.- ESTUDIO GEOTECNICO
- Anejo n.º 08.- RELACION DE UDS DE RIEGO Y CAUDAL
- Anejo n.º 09.- CAUDAL HIDRAULICO DE LA RED
- Anejo n.º 10.- CALCULO DE VENTOSAS
- Anejo n.º 11.- ANCLAJE Y OBRAS DE FABRICA
- Anejo n.º 12.- CALCULO MECANICO DE LA RED
- Anejo n.º 13.- CÁLCULO ESTRUCTURA DE LA E.B. Y ARQUETA DE FILTROS
- Anejo n.º 14.- PROTECCIÓN CATÓDICA
- Anejo n.º 15.- CÁLCULO HIDRAULICO DEL BOMBEO
- Anejo n.º 16.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN
- Anejo n.º 17.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN
- Anejo n.º 18.- CALCULO DE LA Balsa
- Anejo n.º 19.- TELECONTROL
- Anejo n.º 20.- PROGRAMACION DE OBRAS
- Anejo n.º 21.- JUSTIFICACION DE PRECIOS
- Anejo n.º 22.- EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES
- Anejo n.º 23.- AFECCIONES Y PERMISOS

- Anejo n.º 24.- GESTION DE RESIDUOS
- Anejo n.º 25.- CONTROL DE CALIDAD
- Anejo n.º 26.- PUESTA EN MARCHA
- Anejo n.º 27.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONOMICA
- Anejo n.º 28.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL
- Anejo n.º 29.- PRESUPUESTO ADMINISTRACION
- Anejo n.º 30.- RETIRADA DE LA RED DE ACEQUIAS
- Anejo n.º 31.- INSTALACION FOTOVOLTAICA

DOCUMENTO N.º 02.- PLANOS

- PLANO N°01- SITUACIÓN
- PLANO N°02- EMPLAZAMIENTO
- PLANO N°03- ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA
- PLANO N°04- PLANTA GENERAL DE ACTUACIÓN
- PLANO N°05.1- PLANTA GENERAL. PLANO DIRECTOR
- PLANO N°05.2- TRAZADO EN PLANTA
- PLANO N°06.1- PERFIL LONGITUDINAL TUBERÍAS SECTOR NORTE
- PLANO N°06.2- PERFIL LONGITUDINAL TUBERÍAS SECTOR SUR
- PLANO N°07- DESAGÜE ESTACIÓN DE BOMBEO
- PLANO N°08.1- ESTACIÓN DE BOMBEO.ALZADOS
- PLANO N°08.2- ESTACIÓN DE BOMBEO. PLANTA GENERAL
- PLANO N°08.3- ESTACIÓN DE BOMBEO. PLANO DE DRENAJES
- PLANO N°08.4- ESTACIÓN DE BOMBEO. PLANTA GENERAL COTA 0 Y COTA 3,35
- PLANO N°08.5- ESTACIÓN DE BOMBEO. CLIMATIZACIÓN
- PLANO N°08.6- ESTACIÓN DE BOMBEO. PLANTA GENERAL DE CUBIERTA
- PLANO N°08.7- ESTACIÓN DE BOMBEO. SECCIONES TRANSVERSALES
- PLANO N°08.8- ESTACIÓN DE BOMBEO. SECCIONES LONGITUDINALES
- PLANO N°08.9- ESTACIÓN DE BOMBEO. DETALLES 1
- PLANO N°08.10- ESTACIÓN DE BOMBEO. DETALLES 2
- PLANO N°09- ESTACIÓN DE BOMBEO. URBANIZACIÓN
- PLANO N°10.1- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN SECTOR II. PLANTA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
- PLANO N°10.2- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. CANALIZACIONES AT

- PLANO Nº10.3- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. CANALIZACIONES SUBTERRÁNEAS
- PLANO Nº10.4- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. ARQUETA CANALIZACIÓN
- PLANO Nº10.5- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. APOYO CON OCR
- PLANO Nº10.6- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. DETALLE ZAPATA TRANSFORMADOR.
- PLANO Nº10.7- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. DETALLE ZAPATA INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
- PLANO Nº10.8- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. DEPOSITO DE ACEITE
- PLANO Nº10.9- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. ESQUEMA ELÉCTRICO
- PLANO Nº10.10- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. PÓRTICO CON APARELLAJE
- PLANO Nº10.11- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. TRANSFORMADOR
- PLANO Nº10.12- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
- PLANO Nº10.13- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. TIERRAS ALTA TENSIÓN
- PLANO Nº10.14- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. TIERRAS NEUTRO TRANSFORMADOR
- PLANO Nº10.15- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. ARMARIO DE MEDIDA
- PLANO Nº10.16- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. TRANSFORMADOR DE TENSIÓN
- PLANO Nº10.17- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD
- PLANO Nº10.18- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. SECCIONADOR TRIFÁSICO
- PLANO Nº10.19- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. UNIFILAR CPCT
- PLANO Nº10.20- INST. ELÉCTRICA DE ALTA TENSIÓN. ATARJEA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA
- PLANO Nº11.1- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. PUESTA A TIERRA
- PLANO Nº11.2- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. CANALIZACIONES
- PLANO Nº11.3- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. ALUMBRADO E INSTALACIONES
- PLANO Nº11.4- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. CUADROS 1

- PLANO N°11.5- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. CUADROS 2
- PLANO N°11.6- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. ESQUEMA CPB
- PLANO N°11.7- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. ESQUEMA CSA Y CC
- PLANO N°11.8- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. ESQUEMA CSA Y CC 2
- PLANO N°11.9- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. ESQUEMA OT
- PLANO N°11.10- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. ESQUEMA CCAN
- PLANO N°11.11- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. ESQUEMA ARQUITECTURA DE RED
- PLANO N°11.12- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. CANALIZACIÓN CUADRO OBRA DE TOMA
- PLANO N°11.13- INST. ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN. CANALIZACIÓN CUADRO CANAL
- PLANO N°12.1- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- IMPLANTACIÓN GENERAL.
- PLANO N°12.2- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- DISTRIBUCIÓN DE LOS CIRCUITOS DE MODULOS FV
- PLANO N°12.3- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- DETALLE DEL CONEXIONADO DE MÓDULOS
- PLANO N°12.4- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- DETALLE DE LA ESTRUCTURA SOPORTE DE LOS MODULOS FV
- PLANO N°12.5- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- UNIFILAR GENERAL DE LA INSTALACIÓN
- PLANO N°12.6- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- UNIFILAR DE LA INSTALACIÓN BT
- PLANO N°12.7- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- TENDIDO Y CANALIZACIÓN DE BT
- PLANO N°12.8- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- DETALLE ARQUETA DE BT
- PLANO N°12.9- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- PUESTA A TIERRA DE BT
- PLANO N°12.10- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- DETALLE DEL VALLADO PERIMETRAL
- PLANO N°12.11- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- SISTEMA DE LA MONITORIZACIÓN Y CONTROL
- PLANO N°12.12- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA- SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA
- PLANO N°13- SECCIONES TIPO. TUBERÍA
- PLANO N°14- SECCIONES TIPO. OCUPACIÓN EN EJECUCIÓN

- PLANO N°15.1- SECCIONES TIPO. ANCLAJE DE PIEZAS ESPECIALES
- PLANO N°15.2- SECCIONES TIPO. ANCLAJE DE VÁLVULAS
- PLANO N°15.3- SECCIONES TIPO. ANCLAJE DE VENTOSAS
- PLANO N°16- SECCIONES TIPO. ANCLAJE DE HIDRANTES
- PLANO N°17.1- SECCIONES TIPO. HINCA
- PLANO N°17.2- DESARROLLO DE TRABAJO DE HINCADO
- PLANO N°18- SECCIONES TIPO. CRUCES DE TUBERÍA
- PLANO N°19.- SECCIONES TIPO. TOMA DE HIDRANTE
- PLANO N°20- ROTULACIÓN DE ARQUETAS
- PLANO N°21.1- CANAL A BALSA. SITUACIÓN
- PLANO N°21.2- CANAL A BALSA. SECCIÓN LONGITUDINAL.
- PLANO N°21.3- CANAL A BALSA. PLANTA
- PLANO N°21.4- CANAL A BALSA SECTOR. DETALLES
- PLANO N°22.1- BALSA. PLANTA
- PLANO N°22.2- BALSA. CURVAS DE NIVEL
- PLANO N°22.3- BALSA. DRENAJES
- PLANO N°22.4- BALSA. HITOS FENO
- PLANO N°22.5- BALSA. EJES DE LOS PERFILES
- PLANO N°22.6- BALSA. PERFILES
- PLANO N°22.7- BALSA. DETALLES
- PLANO N°22.8- BALSA. DIQUE TIPO
- PLANO N°22.9- BALSA. EJES PERFILES RAMPA
- PLANO N°22.10- BALSA. PERFILES RAMPA
- PLANO N°23.1- ARQUETA DE FILTROS. SITUACIÓN
- PLANO N°23.2- ARQUETA DE FILTROS. PLANTA
- PLANO N°23.3- ARQUETA DE FILTROS. SECCIÓN LONGITUDINAL.
- PLANO N°23.4- ARQUETA DE FILTROS. SECCIÓN TRANSVERSAL Y DETALLES
- PLANO N°23.5- ARQUETA DE FILTROS.DETALLES
- PLANO N°23.6- ARQUETA DE FILTROS.DETALLES
- PLANO N°24.1- ARQUETA DEL CAUDALÍMETRO SUR. SITUACIÓN
- PLANO N°24.2- ARQUETA DEL CAUDALÍMETRO SUR. DETALLE SITUACIÓN
- PLANO N°24.3- ARQUETA DEL CAUDALÍMETRO SUR. DETALLES ARQUETAS
- PLANO N°24.4- ARQUETA DEL CAUDALÍMETRO SUR. DETALLES CONSTRUCTIVOS

DOCUMENTO N.º 03.- PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO N.º 04.- PRESUPUESTO

- Mediciones
- Cuadro de precios N°1: precios en letra
- Cuadro de precios N°2: precios descompuestos
- Presupuestos parciales
- Resumen de presupuesto

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

- Memoria. Estudio de Seguridad y Salud
- Planos. Estudio de Seguridad y Salud
- Pliego de condiciones. Estudio de Seguridad y Salud
- Presupuesto. Estudio de Seguridad y Salud

13 PRESUPUESTO

Se presenta en el Documento N.º 04 las mediciones, cuadros de precios, presupuestos parciales y el resumen del presupuesto. Para obtener el Presupuesto de Ejecución por Administración se realiza la suma de capítulos, con lo que se obtiene el denominado Presupuesto de COSTES DIRECTOS TOTALES.

Posteriormente, se incrementa el Presupuesto de Costes Directos Totales un 7,50% en concepto de Costes Indirectos y un 6,00% en concepto de Gastos Generales, resultando el Presupuesto total de Ejecución Material.

A este Presupuesto de Ejecución Material se le aplica el porcentaje que legalmente se determine en concepto del Impuesto del Valor Añadido (IVA), fijado en el 21%, obteniéndose de esta forma el Presupuesto Total de Ejecución por Administración.

RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE EUROS
01	BALSA Y OBRA DE TOMA CANAL.....	2.762.213,63
02	ARQUETA DE FILTRO.....	427.063,74
03	TUBERIA ABASTECIMIENTO BOMBEO.....	332.345,01
04	ESTACIÓN DE BOMBEO SECTOR NORTE.....	2.715.445,63
05	INST. ELECTRICA EN ALTA TENSIÓN SECTOR NORTE.....	423.544,68
06	INST. ELECTRICA EN BAJA TENSIÓN SECTOR NORTE.....	829.994,47
07	INST. FOTOVOLTAICA SECTOR NORTE.....	1.264.872,28
08	RED DE RIEGO SECTOR NORTE.....	7.074.693,50
09	RED DE RIEGO SECTOR SUR.....	19.049.251,56
10	TUBERÍA ABASTECIMIENTO SECTOR SUR PRFV.....	13.202.702,85
11	TELECONTROL Y CENTRO DE GESTION.....	738.121,70
12	RETIRADA Y RECICLADO ACEQUIAS SECTOR NORTE.....	268.324,65
13	RETIRADA Y RECICLADO ACEQUIAS SECTOR SUR.....	273.302,61
14	MEDIDAS AMBIENTALES.....	254.495,17
15	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	228.377,84
16	GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION.....	55.688,24
17	CONTROL DE CALIDAD.....	499.024,09
18	CARTELERIA PRTR.....	1.970,94
	Costes Directos Totales	50.401.432,59
	7,50 % Costes Indirectos s/50.401.432,59.....	3.780.107,44
	6,00 % Gastos Generales s/54.181.540,03.....	3.250.892,40
	Total Presupuesto de Ejecución Material	57.432.432,43
	I.V.A.21,00% s/ 57.432.432,43.....	12.060.810,81
	Total Presupuesto de Ejecución por Administración	69.493.243,24

Asciende el presupuesto total de Ejecución por Administración a la expresada cantidad de SESENTA Y NUEVE MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS (69.493.243,24 €).

14 CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE APROBACIÓN

En los términos previstos en los artículos 13, 231, 233 y anexo I de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre (LCSP), se redacta este proyecto de obra con los contenidos exigibles y de conformidad a Reglamentos, Prescripciones y Normas Técnicas vigentes en la actualidad, como requisito de actuación para poder ser adjudicado a través de un contrato de obras para su ejecución.

Cumplimentada la orden de redacción, alcanzados todos los objetivos previstos y considerando debidamente justificada la necesidad de su realización, como se ha puesto de manifiesto en los apartados anteriores de esta memoria y en los documentos del proyecto, se manifiesta que las obras e instalaciones incluidas en el presente proyecto están suficientemente definidas y valoradas para su ejecución, proponiéndose para su aprobación por el Órgano competente en la materia, si procede.

En León, junio de 2023.

AUTOR: EL INGENIERO AGRÓNOMO

D. Teodoro Martínez García
Colegiado Nº 642