



## ÍNDICE

<b>1 - INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>	<b>10 - ESQUEMA HIDRÁULICO</b> .....	<b>22</b>
<b>2 - ANTECEDENTES</b> .....	<b>4</b>	<b>11 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS</b> .....	<b>24</b>
<b>3 - SITUACIÓN ACTUAL</b> .....	<b>4</b>	<b>12 - DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS</b> .....	<b>25</b>
<b>4 - ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO. GENERALIDADES Y NOMENCLATURA.</b> .....	<b>5</b>	12.1 - OBRA DE CAPTACIÓN EN EL CANAL PRINCIPAL Y ESTACIÓN DE FILTRADO ..	25
<b>5 - OBJETO DEL PROYECTO</b> .....	<b>6</b>	12.1.1 - OBRA DE CAPTACIÓN .....	25
<b>6 - ÁMBITO DE ACTUACIÓN</b> .....	<b>6</b>	12.1.2 - SISTEMA DE FILTRAJE Y CAUDALÍMETRO .....	26
<b>7 - ESTUDIOS PREVIOS</b> .....	<b>7</b>	12.2 - RED DE RIEGO .....	27
7.1 - CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA .....	7	12.2.1 - MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	27
7.2 - GEOLOGÍA Y GEOTECNIA .....	7	12.2.2 - TUBERÍAS .....	27
7.2.1 - OBJETIVOS .....	7	12.2.3 - HIDRANTES DE RIEGO .....	28
7.2.2 - CAMPAÑA GEOTÉCNICA .....	7	12.2.3.1 - INDIVIDUALES .....	28
7.2.3 - CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL .....	8	12.2.3.2 - COLECTIVOS .....	28
7.2.4 - CONCLUSIONES .....	9	12.2.3.3 - CARACTERÍSTICAS DE LOS HIDRANTES Y CASETAS .....	28
7.2.4.1 - EXCAVACIÓN DE ZANJAS .....	9	12.2.4 - RED TERCIARIA .....	29
7.2.4.2 - RELLENO DE ZANJAS .....	9	12.2.5 - SECCIONAMIENTOS .....	30
7.2.4.3 - APOYO DE ESTRUCTURAS .....	10	12.2.6 - VENTOSAS .....	32
7.2.4.4 - REQUERIMIENTOS DE PROTECCIÓN LA TUBERÍA DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA .....	10	12.2.7 - DESAGÜES .....	33
7.3 - CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE .....	11	12.2.8 - BOCAS DE HOMBRE .....	33
7.3.1 - CLIMATOLOGÍA .....	11	12.2.9 - CRUCE DE INFRAESTRUCTURAS .....	33
7.3.2 - HIDROLOGÍA .....	11	12.3 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	34
7.3.3 - CÁLCULO DE LA EROSIÓN .....	11	12.3.1 - ACOMETIDA ELÉCTRICA .....	34
7.4 - ARQUEOLOGÍA .....	13	12.3.2 - INSTALACIONES EN BAJA TENSIÓN .....	35
<b>8 - CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO</b> .....	<b>13</b>	12.4 - TELECONTROL .....	35
8.1 - RED DE RIEGO .....	13	12.4.1 - ARQUITECTURA DEL SISTEMA .....	36
8.1.1 - DOTACIONES .....	13	12.4.2 - TERMINALES REMOTAS .....	36
8.1.2 - CONDICIONES DE SERVICIO .....	13	12.4.3 - UNIDADES CONCENTRADORAS .....	36
8.1.3 - DISEÑOS DE HIDRANTES Y TOMAS PARCELARIAS .....	13	12.4.4 - CENTRO DE CONTROL .....	37
8.1.3.1 - CRITERIOS PARA DEFINIR LA SUPERFICIE DE LAS PARCELAS .....	13	12.4.5 - SISTEMA DE COMUNICACIONES .....	38
8.1.3.2 - CRITERIOS POR LA DEFINICIÓN DE LAS EXPLOTACIONES .....	13	<b>13 - BALANCE DE TIERRAS</b> .....	<b>38</b>
8.1.3.3 - CRITERIOS POR LA DEFINICIÓN DE LAS AGRUPACIONES .....	13	<b>14 - SERVICIOS AFECTADOS</b> .....	<b>38</b>
8.1.3.4 - CRITERIOS POR LA UBICACIÓN DE LA TOMA PARCELARIA O HIDRANTE INDIVIDUAL .....	13	<b>15 - REPOSICIÓN DE RIEGOS</b> .....	<b>38</b>
8.1.3.5 - CRITERIOS POR LA UBICACIÓN DE HIDRANTES COLECTIVOS .....	14	<b>16 - EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES</b> .....	<b>39</b>
8.1.3.6 - CAUDALES A SUMINISTRAR A HIDRANTES INDIVIDUALES O TOMAS PARCELA .....	14	<b>17 - ORGANISMOS Y ADMINISTRACIONES PARA EL TRÁMITE DE PERMISOS Y LICENCIAS</b> .....	<b>39</b>
8.1.4 - DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	14	<b>18 - SEGURIDAD Y SALUD</b> .....	<b>39</b>
8.1.4.1 - CAUDALES CIRCULANTES .....	14	<b>19 - GESTIÓN DE RESIDUOS</b> .....	<b>39</b>
8.1.4.2 - PRESIONES DE LA RED .....	14	<b>20 - TRAMITACIÓN AMBIENTAL</b> .....	<b>39</b>
8.1.5 - PROCEDIMIENTO DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	15	<b>21 - MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	<b>40</b>
8.1.6 - VELOCIDAD DE DISEÑO .....	15	<b>22 - PLAN DE ENSAYOS</b> .....	<b>40</b>
8.1.7 - TIPOLOGÍA DE TUBERÍAS .....	15	<b>23 - PLAN DE TRABAJOS</b> .....	<b>40</b>
8.1.8 - RUGOSIDAD DE LAS TUBERÍAS .....	15	<b>24 - REVISIÓN DE PRECIOS</b> .....	<b>40</b>
8.1.9 - DIMENSIONADO DE EQUIPOS .....	15	<b>25 - PLAZO DE EJECUCIÓN</b> .....	<b>40</b>
8.1.10 - DIMENSIONAMIENTO DE SECCIONAMIENTOS, DESAGÜES Y BY-PASSES .....	16	<b>26 - PERIODO DE GARANTÍA</b> .....	<b>40</b>
8.1.11 - SECCIONES TIPO .....	17	<b>27 - JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS</b> .....	<b>40</b>
8.1.12 - TRAZADO .....	18	<b>28 - PRESUPUESTO DE LAS OBRAS</b> .....	<b>40</b>
8.2 - SISTEMA DE FILTRAJE .....	19	<b>29 - CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA</b> .....	<b>41</b>
<b>9 - ESTUDIO DE ALTERNATIVAS</b> .....	<b>19</b>	<b>30 - DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO</b> .....	<b>41</b>
9.1 - MAPA DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL .....	19	<b>31 - DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA</b> .....	<b>42</b>
9.2 - ALTERNATIVAS DE TRAZADO DE LA TUBERÍA PRIMARIA .....	20	<b>32 - CONCLUSIONES</b> .....	<b>42</b>
9.3 - ESTUDIO DE MATERIALES DE LAS TUBERÍAS .....	21		



## 1 - INTRODUCCIÓN

La Comunidad General de Regantes del Canal de Pinyana (CGRCP) con una superficie de unas 14.000 ha, está dividida en 16 colectividades de Regantes perteneciente a 16 términos municipales.

La captación del Canal de Pinyana se sitúa en el río Noguera Ribagorçana, a unos cientos de metros aguas abajo del embalse de Santa Ana, en el término municipal de Castellonroi. La derivación, que se realiza mediante un azud, se realiza por la margen derecha del río; y desde este punto se desarrolla una red de riego formada por infraestructuras de diferente nivel, entre las que destacan especialmente el canal principal de Pinyana, la acequia del Cabo, la acequia Major y la acequia del Mig, que constituyen la red primaria del regadío de Pinyana.

El sistema de riego más utilizado es tendido (o superficial), que distribuye el agua por gravedad. Se estima que algo más de la mitad de la superficie (el 55%) se riega por este sistema, mientras que la otra mitad se riega a presión, mediante sistemas más modernos o tecnificados (aproximadamente un 24% por aspersión y un 21% por goteo).

El agua que circula por los canales de Pinyana, además de regar buena parte de los términos municipales de Castellonroi, Alfarràs, Almenar, Alguaire, Portella, Vilanova de Segrià, Corbins, Torre-Serona, Torrefarrera, Alpicat, Lleida, Alcarràs y Torres de Segre, también es utilizada por la población de Lleida como agua de boca y por varios aprovechamientos hidroeléctricos

En este contexto se plantea la modernización del regadío, transformando las redes hidráulicas existentes en un sistema presurizado, disminuyendo las pérdidas en transporte y distribución y a la vez dotando a cada parcela de unas condiciones que permitan la implantación de sistemas de riego más eficientes. Esta nueva concepción implica modificar la actual estructura hidráulica y de gestión.

## 2 - ANTECEDENTES

En febrero de 2006 se entrega Plan Director de Modernización de la zona Regable de los Canales de Pinyana (Clave: E1-PR-04903). El Plan Director define una dotación en cabecera de 9.318,10 m<sup>3</sup>/ha y año, con necesidades a pie de parcela en el mes de máxima demanda de 1.755, 56 m<sup>3</sup>/ha. Se subdividía la superficie regable en un total de 14 Sectores, para cada uno de los cuales se planteaba una balsa de regulación en cabecera situadas a pie de Canal. Se planteaba al mismo tiempo mantener el actual punto de captación y el transporte de las aguas hasta las distintas balsas de regulación mediante el actual Canal. Desde estas balsas, partieron las correspondientes redes de distribución presurizadas mediante los correspondientes bombeos de forma que se garantizase la presión necesaria por el riego por aspersión.

El incremento de los costes energéticos y la incertidumbre en la evolución de los precios con el tiempo, lleva, en fecha julio de 2009, a redactar el Estudio de alternativas de consolidación y mejora de la zona regable del Canal de Pinyana a partir del Canal de Enlace (Clave: E1-PX-08400). En este estudio, se analizaba una solución global por toda la zona regable aprovechando la presión natural de las infraestructuras existentes. Este estudio proponía 4 Sectores de riego, asociados a 4 puntos de captación (Presa de Santa Ana, Balsa de la Portella, Balsa de Canet y Balsa de Vallcalent).

Las soluciones propuestas en este estudio se han modificado en los últimos años debido a los siguientes hechos:

- El desarrollo de nuevas tecnologías de riego por cultivos extensivos con menores requerimientos de presión. Se constatan en los últimos tiempos experiencias positivas en regadíos colindantes equivalentes.
- La Comunidad de Regantes manifiesta su inquietud por las elevadas afecciones que implicarán en el territorio las tuberías de gran diámetro que se plantean en el Estudio y pide incrementar

el número de Sectores de riego y los puntos de captación de forma que se reduzcan los diámetros de las tuberías principales.

- El estudio en detalle del trazado de la tubería de transporte de los Sectores 1 y 2 de DN 2000 en el tramo inicial de la garganta del río Noguera Ribagorçana, pone de manifiesto la gran complejidad de la actuación y el elevado importe de la inversión necesaria para la ejecución de las obras. Un menor diámetro reduciría significativamente esta complejidad y en consecuencia la inversión necesaria.

Como consecuencia, Infraestructures.cat redacta “El estudio de optimización de las Infraestructuras Primarias de la CGRCP”, que tiene en cuenta los hechos anteriormente citados, planteándose una nueva sectorización con 6 sectores de riego.

En fecha junio de 2016 se entrega el documento Anteproyecto de modernización a presión natural del Sector 3 de la zona regable del Canal de Pinyana, de clave A-PX-08400.4. Posteriormente en fecha junio de 2018 finaliza la redacción del Documento Ambiental de dicho estudio, de clave E1-PX-08400.4. Por último, el once de octubre de 2019 la Dirección General de Políticas Ambientales y Medio Natural del Departamento de Territorio y Sostenibilidad emite resolución sobre el documento ambiental.

En fecha 12 de febrero de 2021 la Comunidad General de Regantes del Canal de Pinyana solicita la redacción del proyecto constructivo del Sector 3.

Con fecha 12 de Abril de 2022 el Consejo de Administración de infraestructures.cat adjudicó AQUATEC, PROYECTOS PARA EL SECTOR DEL AGUA, S.A.U. la redacción del proyecto constructivo “Modernización del riego del canal de Pinyana. Proyecto constructivo del Sector 3. TM de Corbins, Benavent de Segrià, Torre-Serona, Vilanova de Segrià, Lleida y la Portella. clave: PR-21267”.

## 3 - SITUACIÓN ACTUAL

En Comisión Técnica de Seguimiento de fecha 24 de octubre de 2013 la CGRCP aceptó la propuesta de DARP e INFRAESTRUCTURES.CAT para el diseño de las Infraestructuras Primarias del sistema de riego de Canals de Pinyana en base a una nueva Sectorización del área regable.

La propuesta final incrementaba el número de Sectores de riego de los 4 previstos en el Estudio de alternativas previo a los 6 que se pueden observar en la siguiente Figura.

Como ya se adelantaba a antecedentes, se plantea una modernización a presión natural con diferentes captaciones en el canal de Pinyana buscando el abastecimiento por gravedad en las fincas y permitiendo suprimir bombeos de agua con electricidad con el consiguiente ahorro energético, además de fomentar el goteo y la aspersión.

El sector 6 en los términos municipales de Lleida y Alcarràs se encuentra actualmente modernizado. En cuanto a la demarcación de Lleida, la superficie que se riega por presión natural perteneciente a la Junta de Sequia del Canal de Pinyana es de 1288 ha.

En cuanto al municipio de Alcarràs ya riegan por presión natural unas 787 ha del sector 6 mientras que 668 ha lo hacen utilizando sistemas de bombeo eléctrico. En un futuro regarán por presión natural a través de la tubería primaria del sector 5.

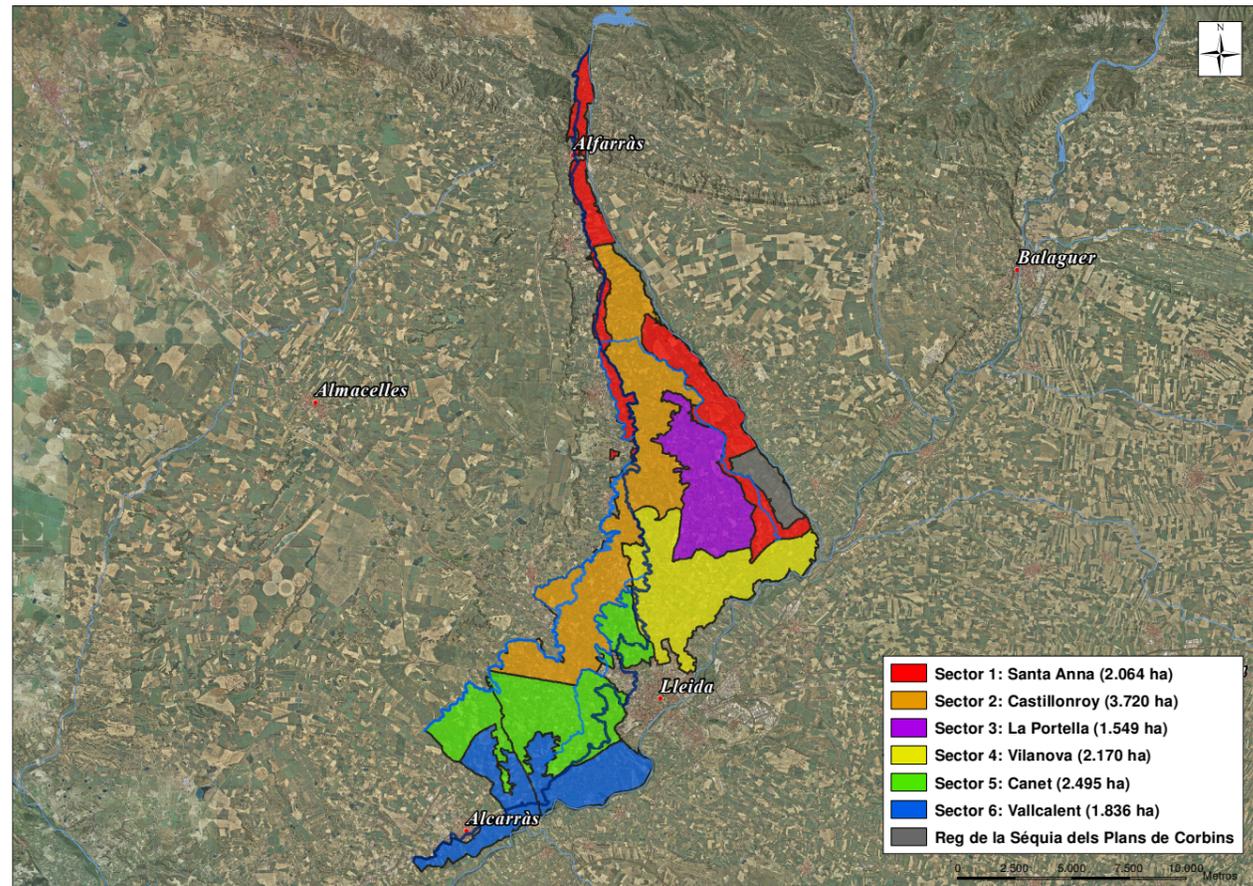


Figura 1. Sectorización del área regable de los canales de Pinyana contemplada en el estudio de optimización de las Infraestructuras Primarias de la CGRCP. Fuente: Anteproyecto de modernización a presión natural del sector 3 de la zona regable del canal de Pinyana. TM de La Portella, Vilanova de Segriá, Benavent de Segriá, Torre-Serona, Corbins y Alguaire. Clave: A-PX-08400.4.

Para la definición del área regable del sector 3, en primer lugar se ajustó el límite del sector 3 con los límites facilitados por la CGRCP, en el norte, este y sur del perímetro. En la zona oeste el límite se definió en función de presión disponible y ajustándolo a un límite físico, que es la carretera LP-9221.

Para la definición del área regable del sector 5, ésta se ha delimitado por el este en el trazado de la llamada Acequia Mayor del Canal de Pinyana, y por el sur y oeste en el límite del sector 6 y Alcarràs, ya construidos. En la zona norte, el límite se ha establecido por cota en función de la presión disponible.

Por lo que respecta al sector 4, el área regable ha quedado delimitada por los límites físicos de los sectores 3 y 5, y por el norte, por cota en función de la presión disponible.

La propuesta de sectorización puede observarse en en la siguiente figura.

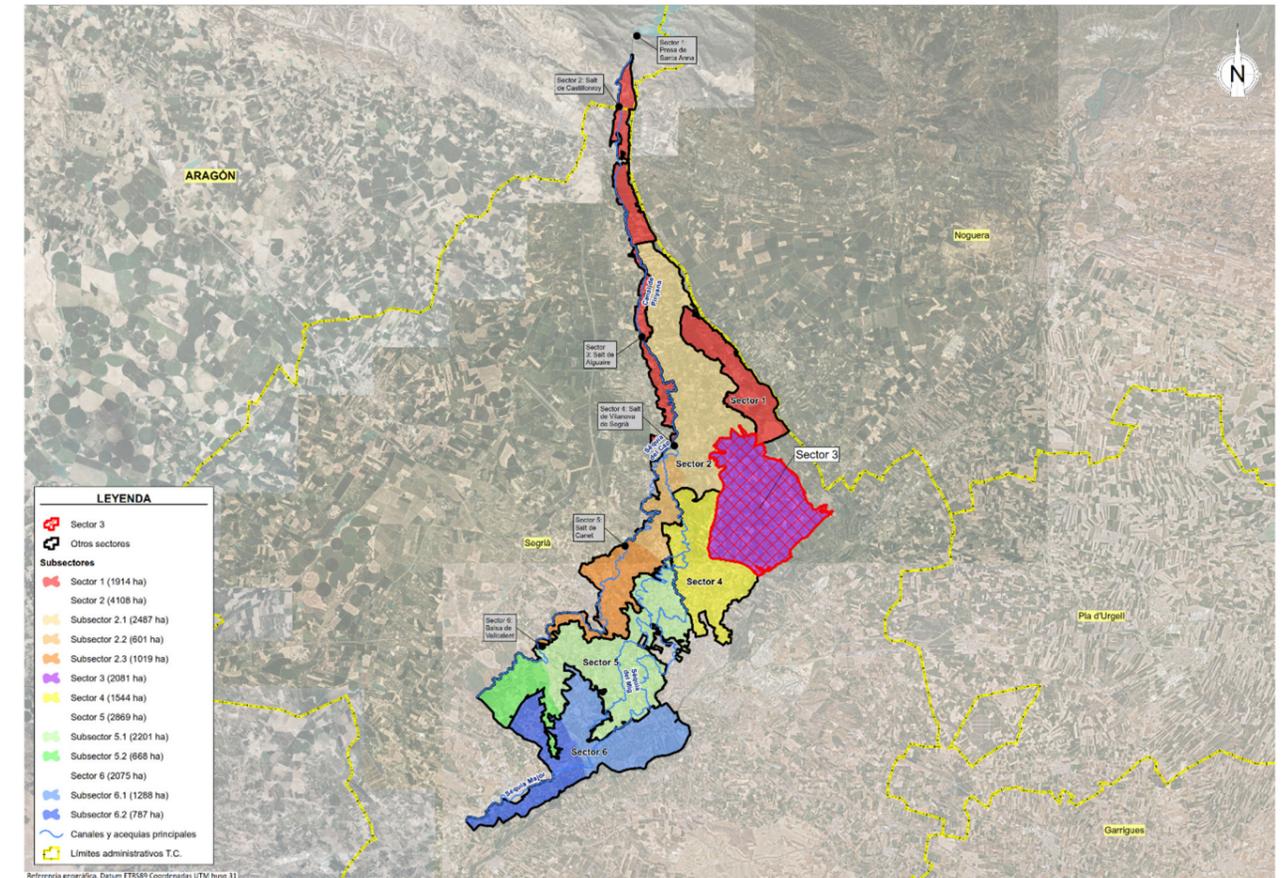


Figura 2. Sectorización del área regable de los canales de Pinyana contemplada en el proyecto constructivo del sector 3. TM de Corbins, Benavent de Segriá, La Portella, Torre-Serona, Vilanova de Segriá, Lleida y La Portella. Clave: PR-21267.

#### 4 - ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO. GENERALIDADES Y NOMENCLATURA.

El conjunto de las infraestructuras proyectadas por el suministro de agua en la zona regable comprende las siguientes infraestructuras:

##### 1. RED DE TRANSPORTE

Comprende el conjunto de infraestructuras que transportan el agua desde la captación hasta las derivaciones a los Sectores de riego.

Dentro del ámbito del sector 3 las infraestructuras que forman esta red de transporte se ciñen al Canal Principal de Pinyana.

##### 2. RED DE RIEGO

La red de riego está formada por la red primaria y por la red de distribución.

###### A. RED PRIMARIA

Los principales elementos que forman la red primaria son:

- Tuberías Primarias. Son las tuberías que conectan el área regable con los puntos de captación en los canales o balsas. También corresponden a las tuberías de impulsión en las balsas elevadas.
- Balsas de riego. Dentro del ámbito del sector 3 no se proyectan balsas de riego.
- Estaciones de bombeo. En el ámbito del sector 3 no se proyectan estaciones de bombeo.

**B. RED DE DISTRIBUCIÓN**

Ésta se divide en:

- Red Secundaria. Encargada de transportar el agua desde la red primaria hasta los hidrantes de riego, que pueden ser:
  - o Hidrantes individuales: abastecen directamente a parcelas.
  - o Hidrantes de agrupación: suministran a agrupaciones de parcelas.
- Red Terciaria. Transporta el agua desde los hidrantes colectivos a cada una de las parcelas de la agrupación asociada.

**C. RED INTERIOR DE PARCELA**

Se trata de la red que dispone cada parcela y que sirve para abastecer a los emisores de riego (goteros y aspersores, principalmente). Está compuesta, entre otros por una red de tuberías interior y por un cabezal de riego. Esta red no está contemplada en el proyecto.

**5 - OBJETO DEL PROYECTO**

El objeto del presente proyecto es la definición técnica y la valoración económica de las obras de modernización de 1.880,38 ha del Sector 3 de la Comunidad General del Canal de Pinyana.

Este proyecto de modernización consistirá en la transformación de una red de antiguas acequias a lámina libre, por una red presurizada, con un transporte mucho más eficiente y que permite la implantación de las nuevas tecnologías de riego en parcela, se va a actuar sobre la superficie de regadío preexistente de la Comunidad de Regantes y las actuaciones no supondrán un aumento de la superficie regable.

Las principales actuaciones a llevar a cabo son a nivel de proyecto constructivo:

- Obra de captación en el Canal de Pinyana y estación de filtrado
- Red de distribución primaria del Sector 3
- Red de distribución secundaria del Sector 3
- Red de distribución terciaria del Sector 3
- Hidrantes de riego
- Sistema de Telecontrol

**6 - ÁMBITO DE ACTUACIÓN**

El sector se sitúa en la comarca de Segriá y afecta a los términos municipales de Corbins, Benavent de Segriá, Torre-Serona, Vilanova de Segriá, Lleida y La Portella con la siguiente distribución de superficie:

TÉRMINO MUNICIPAL	SUPERFICIE NETA DE RIEGO (ha)
Corbins	755,81
Benavent de Segriá	548,77
Torre-Serona	289,12
Vilanova de Segriá	177,72
Lleida	69,63
La Portella	39,33
<b>TOTAL</b>	<b>1880,38</b>

Tabla 1. Superficies netas de riego por TM

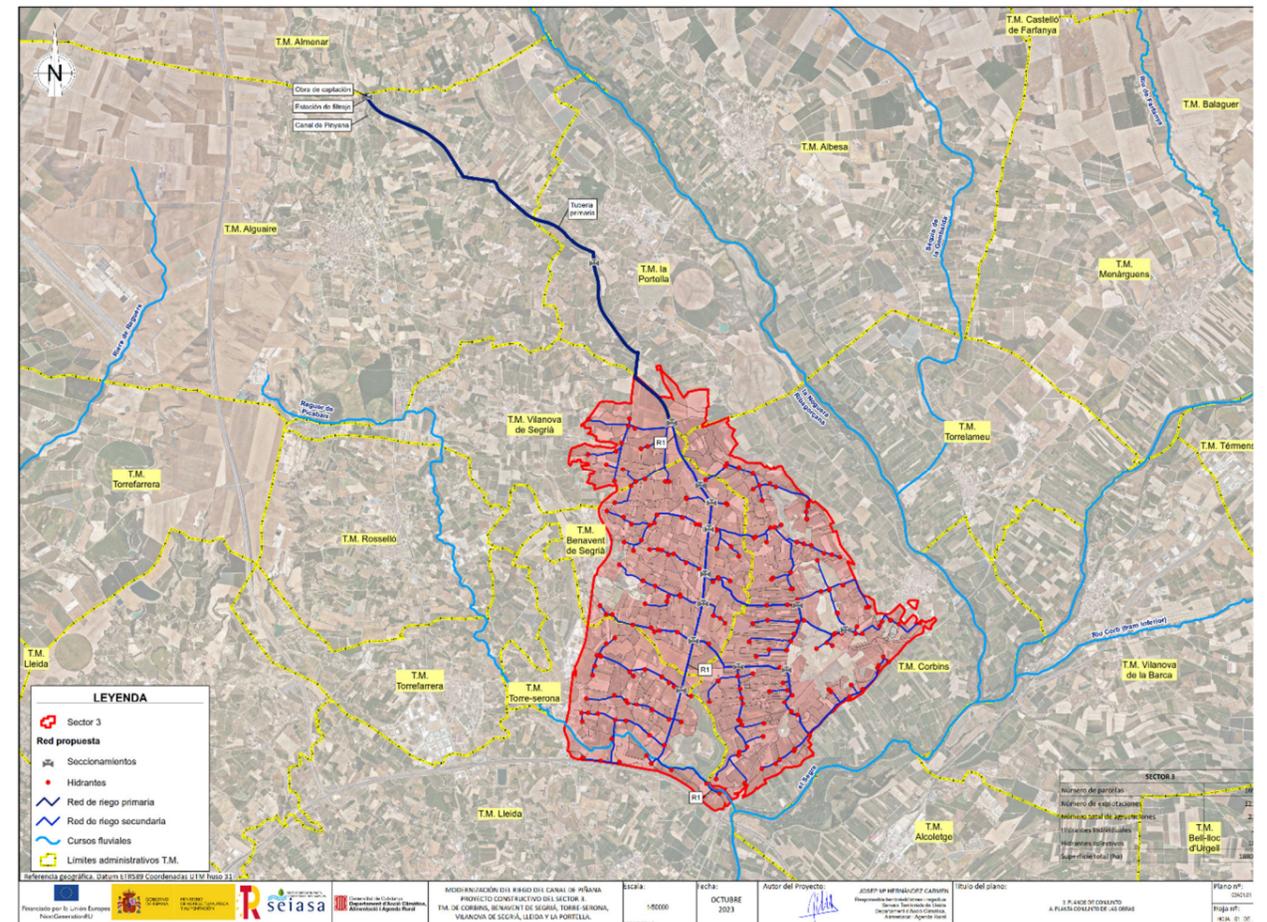


Figura 3 Planta general del conjunto de infraestructuras proyectadas.

Los límites físicos que delimitan el Sector 3 son los siguientes:

- Límite Norte: cota aproximada 235 ajustando titularidad de parcelas y déficit de presión
- Límite Oeste: Carretera LP-9221.
- Límite Sur: Carretera A-2
- Límite Este: Carretera C-12, y cota aproximada 235 ajustando titularidad de parcelas y déficit de presión.

Entre las principales vías de comunicación que atraviesan la zona del ámbito de proyecto destacan las siguientes:

- En dirección Este-Oeste, la autopista A-2 por el límite Sur del Sector.
- En dirección de Norte a Sur por el límite Oeste del sector la carretera LP-9221, y por el límite Este la carretera C-12.

La zona de proyecto tiene una pendiente uniforme en dirección Sur y únicamente es de destacar la existencia del Reguer Gran a cielo abierto que la cruza de Norte a Sur. Existen otros desagües que no se verán afectados por la nueva red de riego.

En cuanto a los principales cultivos de la zona, de acuerdo con la DUN 2019 son los cereales, forrajeras y fruta dulce.

## 7 - ESTUDIOS PREVIOS

### 7.1 - CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

Para la redacción del presente proyecto constructivo se han utilizado las cartografías facilitadas por Infraestructures.cat a escalas 1/2000 con precisión de 1/1000, que se obtuvieron a partir de un vuelo y de la posterior restitución fotogramétrica. Estas cartografías originariamente realizadas con el sistema de referencia ED50 31N se han convertido en ETRS89 31N.

También se ha utilizado el Modelo Digital de Elevaciones 2x2 del Instituto Cartográfico y Geológico de Catalunya.

Asimismo, se ha realizado un levantamiento topográfico de detalle a escala 1/500 de las siguientes zonas:

- Ubicación de la captación y estación de filtrado
- Tubería primaria desde la captación hasta cabecera del sector 3
- Ámbitos específicos de la tubería primaria: pK 2+080 (paso cercano a afloramientos rocosos), pK 2+650 (seccionamiento potencial), pK 4+520 (paso bajo la riera principal), pK 6+300 (cruce carretera LP-9221 con hinca)
- Ámbitos específicos de la tubería secundaria: Ramal R1-2, pK 6+300 (cruce carretera LP-9221 con hinca), Ramal R1-13, pK 2+355 (cruce de la carretera C-12 con hinca), acceso a Corbins desde la carretera C-12 224b).

En el Anejo núm. 6 Cartografía y topografía, se detallan las características de este levantamiento y la ubicación de las bases de replanteo.

Cabe destacar que en el perfil longitudinal del Ramal 1 se ha superpuesto el terreno obtenido del MDT y de la topografía de detalle, ambos terrenos son muy similares excepto en los puntos singulares de los desagües a cielo abierto existentes y en alguna parcela en la que se ha podido realizar alguna labor de nivelación. En estas zonas se han considerado las cotas de la topografía de detalle para definir la rasante de tubería.

### 7.2 - GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

#### 7.2.1 - OBJETIVOS

Los objetivos planteados para la realización del estudio de geología y geotecnia han sido:

- Identificación de las unidades litológicas o capas que conforman el suelo y subsuelo de la zona y sus características geotécnicas.
- Determinación del nivel freático y agresividad del ambiente en el hormigón
- Estudio de los materiales que conforman el terreno y su aptitud para utilizarlos en rellenos y terraplenes, según el PG-3 vigente.
- Realizar el análisis de estabilidad de los taludes de las zanjas de las tuberías y de la balsa de reserva.
- Estudio de la ripabilidad y la clasificación sísmica
- Estudio de la idoneidad de la tipología de las tuberías proyectadas, especialmente de la tubería de HPCC.

A continuación, se hace un resumen del estudio realizado y en el Anejo núm. 11: Geología y geotecnia se incorpora el estudio completo con todos los resultados de los ensayos, la caracterización geotécnica de los materiales y las recomendaciones constructivas.

#### 7.2.2 - CAMPAÑA GEOTÉCNICA

Para abarcar los objetivos planteados en el estudio, entre enero y febrero de 2023 se han realizado una serie de trabajos y ensayos de campo y laboratorio:

- **Calas de reconocimiento:** Para la caracterización del terreno se han realizado un total de 21 calas de reconocimiento, ubicadas en diferentes puntos del trazado de la red de riego a modernizar, numeradas de C-1 a C-21. Para realizar las calas se ha utilizado una máquina retroexcavadora de brazo extensible. La profundidad de investigación ha oscilado entre 1,0 y 3,7 metros.
- **Sondeo de testimonio continuo y ensayo de penetración dinámica:** En puntos singulares del trazado, correspondientes a zonas de cruce con viales o canales existentes, o en el emplazamiento previsto de alguna obra singular, se han realizado cuatro sondeos a rotación con extracción de testigo continuo (sondeo S-1 a S-4) de 4,5 a 6,2 metros de profundidad. Durante la realización de estas perforaciones se han realizado ensayos estándar de penetración (SPT) y se han obtenido muestras representativas de las capas geotécnicas interceptadas. En el emplazamiento de los sondeos S-2 y S-4, se deja instalado un piezómetro. Por otra parte, también se han efectuado cuatro ensayos de penetración dinámica de tipo DPSH (ensayos P-1 a P-4) de 0,6 a 1,6 metros de profundidad, siguiendo los procedimientos de la Norma UNE-EN ISO 22476-2:2008.
- **Sondeos eléctricos verticales:** Por otra parte, y para obtener la resistividad del terreno, también se han realizado una serie de sondeos eléctricos verticales (SEV). En concreto, se han efectuado nueve sondeos eléctricos verticales con el método Wenner (sondeos SEV-1 a SEV-9), siguiendo la traza de la tubería de conexión de DN-1300 mm y el inicio de la red de riego, donde se prevé instalar una tubería de hormigón sazonado con camisa de chapa.
- **Supervisión por un geólogo:** Todas las calas, sondeos y ensayos de penetración han sido revisados por un geólogo con el fin de realizar el perfil litoestratigráfico de campo, tomar muestras representativas del terreno y programar la campaña de ensayos en el laboratorio.
- **Ensayos de laboratorio:** Una vez reconocidas las muestras, y en base a la estructura del terreno se han programado una serie de ensayos en función de los diferentes niveles atravesados, objetivos del estudio y exigencias del material. Los ensayos de laboratorio se realizan en el Laboratorio de Geotecnia y Mecánica de Suelos y Rocas de GEOMAR

Ingeniería del Terreno, SLP. Este laboratorio dispone de la Declaración Responsable número L0600055 presentada el 21 de julio de 2010 en la Secretaría de Vivienda del Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalidad de Cataluña, de acuerdo con el Decreto 257/2003 de 21 de octubre y el Real Decreto 410/2010 de 31 de marzo. Los ensayos realizados han sido los siguientes:

○ Humedad natural UNE 103 300:1993	4 ud
○ Densidad natural UNE 103 301:1994	16 ud
○ Granulometría por tamizado UNE 103 101:1995	35 ud
○ Límites de Atterberg UNE 103 103 y 104:1994	34 ud
○ Expansividad Lambe UNE 103 600:1996	1 ud
○ Presión máxima de hinchamiento UNE 103 602:1996	1 ud
○ Compresión simple en suelos UNE 103 400:1993	1 ud
○ Carga puntual en roca UNE 22950-5:1996	6 ud
○ Corte directo UU UNE 103 401:1998	1 ud
○ Corte directo CD UNE 103 401:1998	1 ud
○ Abrasividad Cerchar NF P94-430-1:2000	7 ud
○ Dureza Cerchar NF P94-412:2001	7 ud
○ Estabilidad en el agua de la roca UNE 146510:2018	7 ud
○ Proctor normal UNE 103 500:1994	12 ud
○ Próctor modificado UNE 103 501:1994	11 ud
○ Índice CBR UNE 103 502:1995	14 ud
○ Ensayo de colapso N LT-254/99	19 ud
○ Hinchamiento Libre UNE 103 601:1996	19 ud
○ Sales solubles NLT-114/99	19 ud
○ Contenido en yeso N LT-115/99	19 ud
○ Contenido en materia orgánica UNE 103 204:1993	23 ud
○ Contenido cuantitativo en sulfatos UNE 83963 :2008	26 ud
○ Acidez de Baumann-Gully UNE 83962 :2008	12 ud
○ Analítica de aguasegún EHE 2008	3 ud
○ Contenido en cloruros de un suelo UNE EN 1744-1	9 ud
○ Reactividad álcali-sílice UNE 146508:2018	4 ud

### 7.2.3 - CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA GENERAL

Desde el punto de vista geológico, la comarca del Segrià se encuentra situada en el eje de la Depresión del Ebro, que corresponde a una unidad morfo-estructural originada en la subsidencia del Macizo mesozoico del Ebro.

En el contexto geológico particular de este estudio, los materiales del sustrato corresponden a sedimentos de origen continental, formados por una alternancia de lutitas rojas y ocre con intercalaciones de areniscas de grano fino, ordenados en secuencias granos decrecientes y con cementación de tipo caliza y tiza (Pomgc4), de edad. En su conjunto, se interpretan como depósitos de llanura de inundación dentro de un gran sistema aluvial, donde se reconocen facies correspondientes a depósitos de llenado de paleocanales de ríos meandriformes y depósitos de desbordamiento. En Dentro de esta unidad se diferencian barras de conglomerados formando niveles tabulares y cuerpos lenticulares, con cantos rodados predominantemente calcáreos, mal seleccionados y desordenados, con una potencia de hasta 5 metros (POcg3), de edad Catià (Oligoceno superior). Son depósitos correspondientes a una franja de transición de facies fluviales-aluviales de la zona media de abanico aluvial, como resultado de eventos de corta duración de las corrientes tractivas, que impiden la selección de los materiales.

Por encima del sustrato oligocénico, en el sector este de la zona de estudio se cartografían materiales Cuaternarios correspondientes a sedimentos detríticos fluviales de terrazas del río Segre y

el Noguera Ribagorzana, formando afloramientos más o menos continuos situados a ambos lados de los ríos (S\_Qt1, S\_tt3, S\_Qt2, S\_Qt3, S\_Qt3, S\_Qt3, S\_Qt2 arcillas, de edad Holoceno basal. Finalmente, buena parte de la zona de estudio y recubriendo los materiales del Oligoceno, se encuentran depósitos aluviales-coluviales formados por gravas angulosas con matriz arenosa y arcillosa o limo-arcillosa, agrupando los materiales de pie de monte (derrubios de pendiente y facies proximales de abanicos) (Qac y Qco) de edad Holoceno reciente.

#### Estratigrafía

De manera más concreta, las principales unidades geológicas existentes en la zona de estudio son las siguientes (Fuente: Mapa Geológico de Cataluña 1:50000, ICGC), de más recientes a más antiguas:

#### Formaciones del Cuaternario

- Depósitos aluviales - coluviales. Gravas con matriz arenosa y arcillosa. Edad: Holoceno
- Depósitos coluviales. Arcillas con cantos rodados angulosos dispersos. Edad: Holoceno
- Gravas y limos. Constituyen el nivel de terrazas más bajo del Segre que se encuentran 3m por encima del nivel actual de este río. Edad: Holoceno
- Terraza del Segre y afluentes. Ligada al curso actual del Segre, con afloramientos relativamente grandes, se encuentra a unos 20 metros sobre el nivel del río. Edad: Holoceno basal
- Terraza del Segre y afluentes. Está preservada en grandes extensiones a una altura de 40 metros sobre el nivel del río. Edad: Holoceno basal
- Terraza del Segre y afluentes. Predomina la fracción grava sobre la fracción arena, con gravas polimicticas. Se encuentra a unos 60 metros sobre el nivel del río. Edad: Holoceno basal.

#### Formaciones del Oligoceno (Terciario):

- Conglomerados que forman bancos lenticulares acanalados. Edad: Catià
- Lutitas con intercalaciones de areniscas. Edad: Catià

Morfológicamente, el territorio presenta un relieve casi plano, sólo alterado por algunas colinas puntuales de poca altura. Sin embargo y de forma general, son tierras con una suave inclinación en sentido sur. Así, dentro del ámbito de trabajo, la altura topográfica observada se mueve entre las cotas +267 m al norte del ámbito de estudio (en la zona de captación), bajando hasta una cota de +210 m en el punto de conexión con la red de distribución, en el paraje del Pla de Corbins con la carretera LP-9221 en el límite. De forma gradual la pendiente sigue bajando, por lo que el ramal R-1 en el extremo sur se encuentra en una cota alrededor de +175 m,

Hidrográficamente, el sector 3 queda comprendido entre el curso del Noguera Ribagorzana al este, que circula siguiendo una dirección de NNW en SSE y el río Segre en el sureste, que transcurre con una orientación NE-SW.

Dentro del ámbito de estudio, en zonas puntuales de relieve con colinas, y en taludes excavados en el perímetro de los viales de circulación o en caminos secundarios, o bien erosionados por la acción fluvial, es posible observar afloramientos de roca del sustrato Oligoceno. También se identifican, en el municipio de Corbins, depósitos aluviales de terraza en taludes excavados. En cualquier caso, la mayor parte del territorio queda cubierta por suelos vegetales y tierras de cultivo

Con los datos obtenidos a partir de las calas de reconocimiento realizadas, las prospecciones, y las notas de campo, se han podido distinguir las siguientes unidades geotécnicas:

- H (suelo vegetal o tierras de cultivo),
- Q (unidad de sedimentos cuaternarios)
- PO (unidad del sustrato del Oligoceno, Lutitas y areniscas).

## 7.2.4 - CONCLUSIONES

### 7.2.4.1 - EXCAVACIÓN DE ZANJAS

Se prevé que la nueva red de regadío se implante excavando el terreno mediante zanjas provisionales de distintas profundidades en función de la orografía del terreno atravesada. Por lo general, para el ramal principal con tubería de HPCC se prevén excavaciones habituales de entre 2,3 a 3,4 metros, aunque globalmente se prevén excavaciones puntuales mínimas de 2,0 metros o máximas de hasta 4,5 metros. Por lo que respecta a la red secundaria de riego se prevén profundidades de entre 2 a 3 metros

Generalmente, el perfil de la zanja prevista consistirá en un cierto grosor de suelos cuaternarios de la unidad Q depositados sobre el sustrato rocoso de la unidad PO. Mayoritariamente los grosores de materiales de la capa Q son de carácter arcilloso, con espesores del orden de los 3,0 a 3,5 metros. Alcanzada esta profundidad, suele aparecer el nivel freático y/o el sustrato rocoso, muchas veces asociados entre sí al constituir éste último a un nivel impermeable. En caso de aparecer el nivel freático, se produce directamente el desmoronamiento de las paredes de la zanja hasta que no se llega al estrato rocoso del sustrato. Este perfil genérico corresponde al observado en las calas C-1, C-2, C-5, C-6, C-7, C-8, C-11, C-15, C-16 y C-17, constituyendo prácticamente el 50% de la traza prevista. En cualquier caso, el sustrato de la unidad PO también aparece en ciertos sectores muy cerca de la superficie, contando con menos de un metro de suelos de cobertera, como en el caso de las calas C-4, C-9, C-10, C-12, C-13, C-18 y C-19. En todos estos casos, una vez alcanzada la roca, y para la profundidad de las zanjas previstas, se podrá garantizar un talud vertical estable en condiciones temporales de obra, teniendo en cuenta que será necesario efectuar una excavación sobre materiales rocosos de ripabilidad relativamente difícil.

Casos más puntuales se observan por ejemplo en las calas C-3 y C-14, con grosores de suelos cuaternarios de 1,6 a 2,0 metros sobre el sustrato rocoso, a veces de carácter más limoso y arenoso, o bien en las calas C-20 y C-21, con grosores de suelo 5, y gravas (el resultados de estas dos últimas calas se hace extensivo a todo el extremo sudeste del ámbito de estudio, influenciado por las terrazas aluviales de los ríos Segre y el Noguera Ribagorçana).

Considerando todas estas geometrías de perfiles del terreno disponibles, por los tramos mayoritarios con espesores de suelos arcillosos que superen los 2 metros, se realiza un estudio de estabilidad que evalúa la inclinación máxima del talud provisional estable. El factor de seguridad considerado suficiente para asegurar la estabilidad del talud es de 1,3 (recomendable para una situación temporal de obra).

#### Sector con dominio de las arcillas de la unidad Q

Se prevé que de partida ésta sea la situación más frecuente a encontrar durante la ejecución de las zanjas, con espesores de suelos cuaternarios de carácter arcilloso generalmente de más de 3 metros. Por tanto, en este caso se ha comprobado directamente la estabilidad de una excavación vertical de hasta 3,0 metros, obteniendo un factor de seguridad estable de 1,54.

Para excavaciones más profundas a los 3 metros, es donde pueden empezar a aparecer complicaciones, con la presencia del nivel freático. El agua subterránea hará inestable la zanja desde la base, por lo que, para garantizar la estabilidad de la excavación, en primer término, habrá que agotar el nivel freático para poder trabajar en seco. Seguidamente, para estas profundidades de excavación se ha calculado que, para alcanzar un factor de seguridad por encima de 1,3, es necesario aplicar una inclinación de talud superior a 1H:5V ( $\approx 80^\circ$ ).

En cualquier caso, también se prevé encontrar el sustrato rocoso antes de alcanzar los 4 metros de profundidad, y una vez alcanzado este nivel competente la excavación de las zanjas podrá ser vertical

#### Sector particular con una unidad Q de carácter más limoso y arenoso

En algunos casos la composición de los suelos cuaternarios puede adoptar un carácter más limoso, ligeramente arenoso (como por ejemplo en la cala C-3). En cualquier caso, en estos casos el sustrato

rocoso suele aparecer antes de los 3 metros de profundidad. La estabilidad en estos casos es ligeramente inferior a la calculada para los suelos arcillosos, pero tampoco sustancialmente diferente, garantizando un talud estable vertical hasta 3 metros

#### Sector particular bajo influencia de las terrazas aluviales

Se da el caso de que el extremo sudeste de la zona de estudio se encuentra influenciado por las terrazas aluviales de los ríos Segre y el Noguera Ribagorçana, encontrando unos materiales de carácter más granular, con arenas y gravas con abundante matriz limo-arcillosa (calas C-18, C-20 y C-21). Los espesores de estos materiales antes de alcanzarse el sustrato rocoso pueden ser de hasta 3,5 metros.

Se comprueba la estabilidad de una excavación vertical por una profundidad de 2,0 metros, obteniendo un factor de seguridad no suficientemente estable, de 1,29. Se descarta, pues, la ejecución de taludes verticales con estos materiales

Así pues, hasta una profundidad de 2,0 metros se podrá optar por un talud con inclinación 1H:5V ( $\approx 80^\circ$ ), comprobándose un factor de seguridad de 1,51. Por excavaciones mayores, de hasta 4,0 metros, el perfil estable deberá tener una inclinación 2H:3V ( $\approx 60^\circ$ ).

En relación a la estabilidad de las zanjas previstas, las medidas de prevención a adoptar pueden resumirse en los siguientes cuadros:

Unidad	Profundidad zanja	Talud recomendado
Q.de carácter arcilloso (caso general)	Hasta 3,0 m	Talud vertical
	De 3,0 a 4,0 m	1H:5V
Q de carácter limoso (caso particular)	Hasta 3,0 m	
Q de gravas (caso particular, en el sudeste del ámbito)	Hasta 2 m	1H:5V
	De 2,0 a 4,0 m	2H:3V
PO de zócalo	Hasta 4,0 m	Talud vertical

Tabla 2. Taludes en zanjas

En la ejecución de las zanjas será necesario agotar el nivel freático en caso de que aparezca y ejecutar la zanja con los taludes que por seguridad sean necesarios. En los desmontes en roca (PO) se recomienda realizar un análisis de la probabilidad de caídas de cuña en roca, en caso de desmontes de cierta dimensión

### 7.2.4.2 - RELLENO DE ZANJAS

En cuanto al estudio de rellenos y aprovechamiento del terreno, los suelos estudiados se clasifican como:

- Capa H: Debido a la presencia de raíces y materia orgánica, se clasifica como material Inadecuado (IN) tanto como fondo de explanada como para su uso como material de préstamo. Superado el tramo más superficial colonizado por las raíces (20-30 cm), se podría considerar el tramo inferior como material adecuado (0) como base de la explanada.
- Capa Q: Se clasifica como material adecuado (0) tanto como fondo de explanada como para su uso como material de préstamo
- Capa PO: En general se clasifica como roca (R) como material de fondo de explanada, aunque superficialmente las arcillas se pueden degradar en forma de material arcilloso, y las areniscas en forma de arenas. Este terreno alterado y excavable puede llegar a clasificarse como material adecuado (0) para su uso como material de relleno de las tuberías

La siguiente Tabla resume la clasificación de los materiales identificados en el área de proyecto, en función de su aprovechamiento:

Unidad	Aprovechamiento
H. Suelo superficial (< 0,4-0,6 m)	Inadecuado (IN)
Q. Limos arenosos y arcillas limosas	Adecuado (0)
PO. Lutitas y areniscas	Tramo alterado material adecuado (0).

Tabla 3. Clasificación de las unidades litológicas según su aprovechamiento.

#### 7.2.4.3 - APOYO DE ESTRUCTURAS

Por último, en cuanto al posible apoyo de estructuras u obras de fábrica, en base a las características geológicas, geotécnicas y geométricas de los niveles atravesados, se podrá realizar:

- **Cimentación directa mediante losa armada apoyada sobre la capa Q.** La losa estará dimensionada para transmitir cargas de trabajo en el terreno de hasta 1,2 kg/cm<sup>2</sup>. Se calcula un coeficiente de seguridad de 3 y unos asientos máximos inferiores a 5,0 cm.
- **Cimentación directa mediante zapatos apoyados en la capa Q.** Los zapatos estarán dimensionados para transmitir cargas de trabajo al terreno de hasta 1,2 kg/cm<sup>2</sup> si son cuadrados y de 1,0 kg/cm<sup>2</sup> si son corridas. Se calcula un coeficiente de seguridad de 3 y unos asientos máximos inferiores a 2,5 cm.
- **Cimentación directa mediante zapatos apoyados en la capa PO.** Los zapatos estarán dimensionados para transmitir cargas de trabajo en el terreno de hasta 4,0 kg/cm<sup>2</sup> si son cuadrados y de 3,5 kg/cm<sup>2</sup> si son corridas. Se calcula un coeficiente de seguridad de 3 y unos asientos máximos inferiores a 2,5 cm.

Según la Norma de Construcción Sismorresistente NCSR-02 (BOE octubre de 2002), a los municipios de estudio les corresponde un valor de aceleración básica  $ab=0,04g$ , por lo que para una estructura normal se considerará una aceleración sísmica  $ac=0,038g$ .

El coeficiente de terreno ponderado puede variar en función de los grosores de sedimentos cuaternarios depositados sobre el zócalo. Como muy desfavorable, se estima en  $C=1,6$  (Terreno tipo III), pero en zonas de afloramiento directo del zócalo se puede estimar en  $C=1,1$  (Terreno tipo I-II). De esta forma, el coeficiente de terreno ponderado se estima en  $C=1,18$ .

De esta forma, para una estructura normal se considerará una aceleración sísmica  $ac= 0,038g$ .

En cualquier caso, nuestra recomendación es seguir el anejo VI de la Actualización de Mapas de Peligrosidad Sísmica 2012, donde a los municipios donde se realizará la actuación dentro de la comarca del Segrià, les corresponde un valor de aceleración básica de referencia  $ab= 0,04g$ , y de esta manera, para un edificio normal es recomendable adoptar una aceleración sísmica  $ac= 0,047g$

#### 7.2.4.4 - REQUERIMIENTOS DE PROTECCIÓN LA TUBERÍA DE HORMIGÓN POSTESADO CON CAMISA DE CHAPA

Durante la realización de las visitas sobre los trazados, se identificaron diversas zonas con afloramientos salinos en superficie. Asimismo, en la cartografía de suelos que aparece en el Plan Director se determinaron varias unidades de suelos con distinto grado de salinidad. En base a estos antecedentes, en el estudio geotécnico se han llevado a cabo estudios de resistividad del suelo en las

zonas más problemáticas, asimismo se han analizado los contenidos de sulfatos y cloruros en muestras de suelos y aguas

Dentro del ámbito de trabajo se ha detectado la presencia del agua freática de forma frecuente pero irregular. La profundidad en la que se encuentra el agua subterránea no es siempre la misma, oscilando generalmente entre los 2,7 y 3,7 metros, a excepción del punto de sondeo S-4, donde el nivel freático se detecta a 1,1 metros de profundidad. Su presencia parece estar asociada a la acumulación del agua de riego sobre el sustrato rocoso impermeable, por lo que es más probable encontrar el agua en parcelas de cultivo cercanas a canales de riego. Para el control y evolución del agua freática se ha dejado instalado un piezómetro en el punto de sondeo S-2 y en el sondeo S-4.

En cierto modo, la resistividad del terreno obtenida a partir de la campaña de SEVs puede correlacionarse con la salinidad del terreno, que podría llegar a acondicionar o imposibilitar la instalación de la tubería de HPCC. Se concluye que se trata de suelos poco salinos generalmente con una conductividad eléctrica inferior a 2dS/m, con tramos intercalados generalmente en los 3-4 metros superiores donde se intercalan niveles que se clasifican como suelos ligeramente salinos (con valores de conductividad entre 2 y 4 dS/m en los SEV-5, SEV-7 y SEV-8), sin llegar a detectarse tramos de salinidad superior

Por tanto, y a modo de resumen, en cuanto a la instalación de la tubería de HPCC hay que considerar lo siguiente:

- Según lo indicado en el anexo 3 de agresividad de los terrenos y agua de la "Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para la instalación de tubos de hormigón armado pretensado", con los valores obtenidos de pH, CO<sub>2</sub> agresivo, ión amonio e ión magnesio en las muestras de agua de las calas C-2, C-8 y C-15, y los valores de sulfatos en el agua (entre 506,7 y 967,6 ppm ) por donde discurrirán este tipo de tuberías, será necesario utilizar cemento sulfatorresistente con dosificaciones de cemento entre 350 y 400 kg/m<sup>3</sup>.
- Aunque esta instrucción también da unas recomendaciones cuando hay suelos de resistividad baja (<15 Wm), con el recubrimiento de la tubería con pintura aislante con un grosor de entre 300 a 400 micras, se han analizado los contenidos en sulfatos y cloruros de la zona y se ha visto por estas resistencias. Asimismo, se ha consultado los valores obtenidos con fabricantes de tubería de HPCC, concluyendo que no habría que aplicar ninguna medida adicional aparte del uso de cemento sulfatorresistente, dosificaciones de alrededor de 380 kg/m<sup>3</sup> y una granulometría adecuada con una palabra buena compactación por regla vibrante.

Los valores de cloruros alcanzados en las muestras de agua (248,2 a 340,4 ppm) son valores asimilables al de un agua de regadío, donde habitualmente no se superan los 350 ppm.

En cuanto a suelos con cloruros, según la Asociación americana de fabricantes de tuberías a presión de hormigón y el "Manual de corrosión y protección de tuberías" de la Asociación española de abastecimientos de agua y saneamiento (AEAS), deben considerarse dos casos para aplicar medidas adicionales de protección.

- Suelos húmedos que nunca permanecen totalmente secos en la zona del tubo, y el hormigón exterior también está permanentemente húmedo. Esto limita sustancialmente la posibilidad de acceso del oxígeno a las armaduras y la concentración de cloruros para tomar medidas es > 1000 mg/kg.
- Suelos con ciclos seco-húmedo en la zona de los tubos donde puede producirse presencia de oxígeno. La concentración de cloruros para tomar medidas es >400 mg/kg.

Los valores de concentraciones de cloruros obtenidos en los terrenos por los que se prevé que pasen las tuberías de HPCC hace que no nos encontremos en ninguno de estos dos casos y no sea necesaria ninguna medida de protección adicional.

### 7.3 - CLIMATOLOGÍA, HIDROLOGÍA Y DRENAJE

#### 7.3.1 - CLIMATOLOGÍA

En el Anejo núm. 10 de "Climatología, hidrología y drenaje" se desarrolla el estudio climatológico que ha permitido definir las principales características climáticas del ámbito geográfico donde se ubica la zona de riego.

La recopilación, análisis y elaboración de los datos climatológicos (precipitaciones, niebla, nieve, temperaturas, etc.) ha permitido caracterizar la zona y obtener la clasificación climática de la zona, la evapotranspiración y el balance hídrico, entre otros parámetros.

También ha servido el estudio climatológico para la determinación del número de días aprovechables para la ejecución de las diferentes unidades de obra, que están condicionadas por factores climáticos como son la temperatura y la precipitación.

#### 7.3.2 - HIDROLOGÍA

Se describe la metodología utilizada para la determinación de los caudales de las diferentes cuencas hidrográficas interceptadas, según el método racional explicado en la Guía Técnica "Recomendaciones técnicas para los estudios de inundabilidad de ámbito local" de la Agencia Catalana del Agua (marzo 2003). Los períodos de retorno considerados han sido de 5, 10, 25, 50, 100 y 500 años.

No existen estaciones de aforo en la zona de riego, por lo que en todas las cuencas el cálculo de los caudales punta de avenida se llevan a cabo por el método hidrometeorológico. A partir del análisis estadístico de las precipitaciones registradas en las estaciones pluviométricas de la zona, de las características físicas de las cuencas, de las curvas intensidad-duración y de los usos del suelo, haciendo uso de la formulación del método racional, se obtienen los caudales por los diferentes períodos de retorno:

Cuenca	Q(m³/s) (T10 (años))	Q(m³/s) (T25 (años))	Q(m³/s) (T50 (años))	Q(m³/s) (T100 (años))	Q(m³/s) (T500 (años))
1	29,8	47,4	64,9	85,5	142,1
2	29,5	47,0	64,4	84,9	141,2
3	27,7	44,2	60,4	79,7	132,5
4	15,5	24,5	33,2	43,6	72,0

Tabla 4. Cuencas y sus caudales según período de retorno.

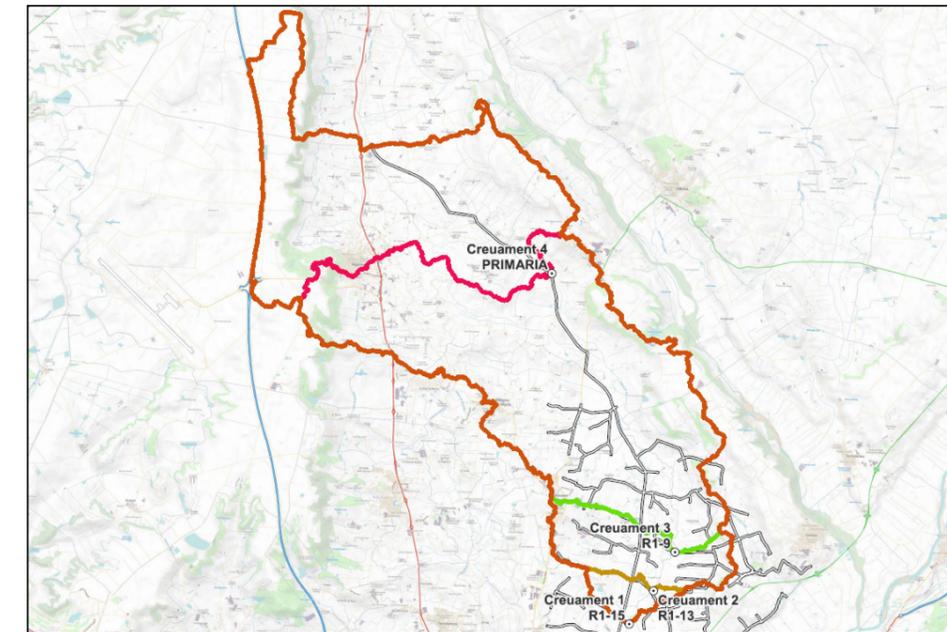


Figura 4 Delimitación de cuencas hidrográficas

#### 7.3.3 - CÁLCULO DE LA EROSIÓN

En el mismo anejo se describen los cálculos hidráulicos utilizados para el cálculo de la erosión general transitoria correspondiente a una avenida de período de retorno de 500 años, con el objetivo de determinar la profundidad en la que deben soterrarse las tuberías cuando cruzan los barrancos de la zona de estudio, siguiendo lo que especifican las guías técnicas. vial" (Agencia Catalana del Agua, junio 2006) y "Control de la erosión fluvial en puentes" (Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 1988).

Toda la zona de proyecto, correspondiente al sector 3, tiene una pendiente general que se extiende de forma suave de norte a sur. Únicamente es destacar la existencia de este desagüe que atraviesa este sector de norte a sur. El Reguer Gran es un curso de agua alimentado del agua de escorrentía y desagüe del riego de las parcelas adyacentes. Las tuberías del proyecto lo crean en tres ocasiones.

El hecho de que una conducción que atraviesa transversalmente un cauce quede descubierto implica que éste actúe como un obstáculo transversal, desarrollando una erosión por caída del agua en el salto que provoca. Para evitar esto, en el diseño de los cruces de las tuberías bajo un cauce se debe estudiar la socavación y la flotación.

La rotura de una tubería puede producirse tanto para quedar ésta al descubierto como por una erosión del material aluvial sobre el que se asienta. En este sentido, la llave o el punto más alto de la tubería deberá estar por debajo de la cota de erosión general transitoria asociada a una avenida de período de retorno de 500 años.

Si para disminuir el riesgo de rotura se protege la tubería mediante hormigón en masa, este material quedará enterrado por debajo del cauce natural del río, a una profundidad igual o superior a la afectada por la erosión general transitoria correspondiente a una avenida de período de retorno de 500 años.

CRUCE	TORRENTE	DN (mm) TUBERÍA	CUENCA	Q 500 (m <sup>3</sup> /s)	Cota de erosión (m)
1	Reguero grande	450	1	142,1	0,953
2	Reguero grande	710	2	141,2	1,035
3	Reguero grande	710	3	132,5	2,123
4	Reguero grande	1300	5	72,0	2,588

Tabla 5. Erosiones en cruces.

Para el caso en que la tubería pueda quedar situada debajo del nivel freático, deberá preverse el trabamiento de la misma para evitar la flotación del tubo y la posible rotura. Este trabamiento deberá quedar enterrado por debajo del cauce natural del río, a una profundidad igual o superior a la afectada por la erosión general transitoria correspondiente a una avenida de período de retorno de 500 años

Los cruces de la tubería con el reguero se ejecutarán mediante una zanja y la tubería irá embebida con hormigón en masa HM-20 con un recubrimiento de 0,30m, para disminuir su riesgo de rotura. Este dado de hormigón deberá quedar por debajo del cauce natural del río, tal que el recubrimiento sea superior a la profundidad de erosión determinada mediante el cálculo de la erosión general transitoria correspondiente a una avenida de período de retorno de 500 años, no siendo en ningún caso inferior a 1,5m. El relleno será mediante material de excavación del propio cauce.

En cuanto a la anchura de barranco afectada por el cruce, en la que se deberá mantener la sección tipo definida en los apartados anteriores, debería soterrarse y proteger con hormigón la tubería por debajo de la cota de erosión en una anchura equivalente al ancho del cauce actual más una franja de 5,0. a banda y banda.

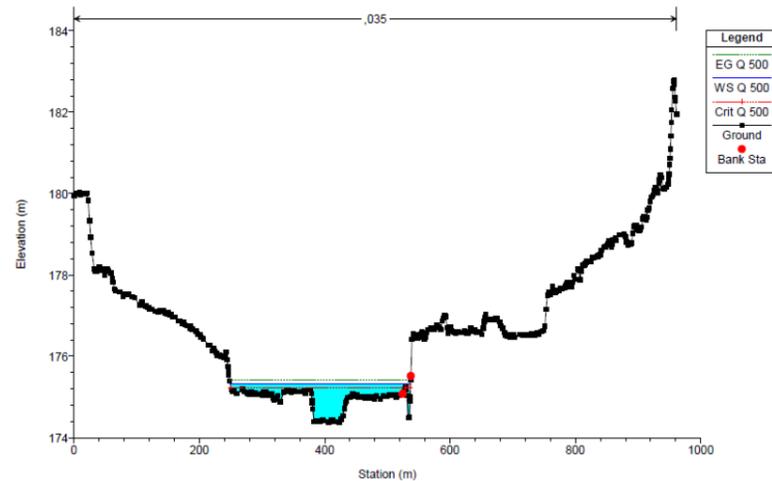


Figura 5 Avenida de 500 años en el cruce 1

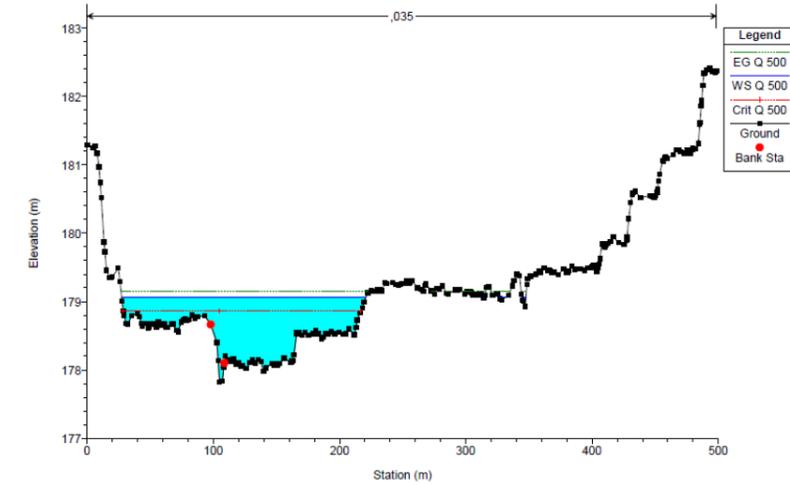


Figura 6 Avenida de 500 años en el cruce 2

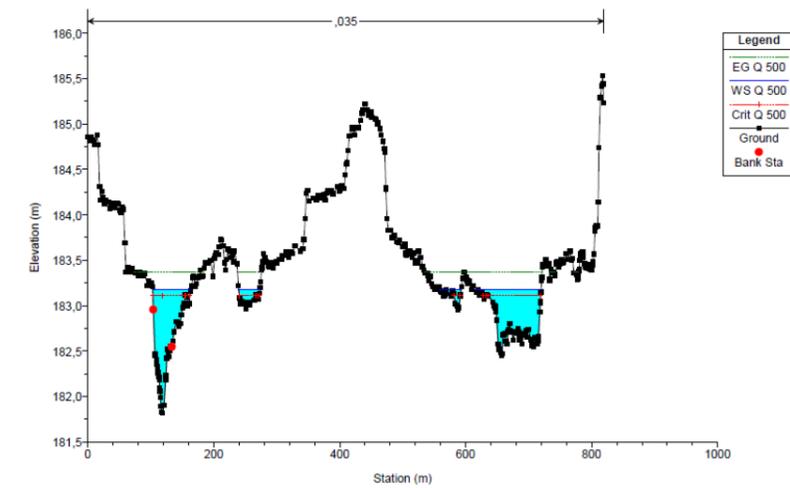


Figura 7 Avenida de 500 años en el cruce 3

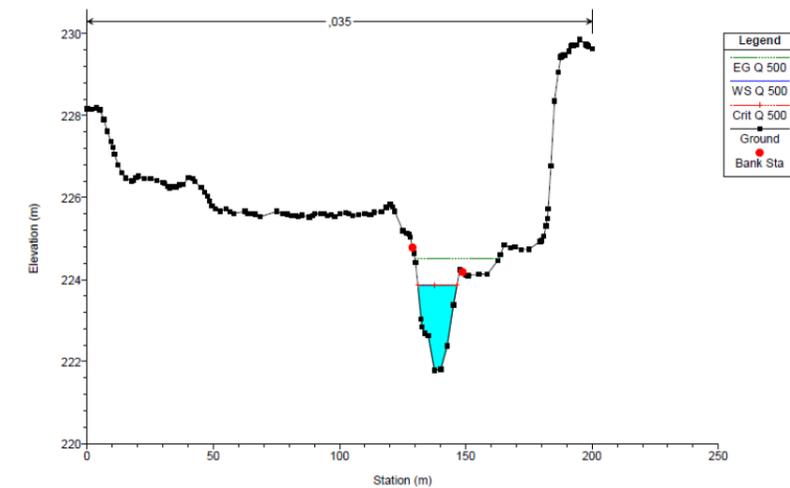


Figura 8 Avenida de 500 años en el cruce 4

## 7.4 - ARQUEOLOGÍA

Para liberalizar las parcelas de proyecto de cargas arqueológicas se han iniciado los trámites con el órgano competente. Tras la solicitud realizada, en un informe de impacto ambiental, se emite una resolución **TES/2742/2019 EXP OTAALL20190043**, en donde se establece que, tras recibir un informe interno del Departamento de Cultura:

- Se realizará una prospección arqueológica en el yacimiento Tossal de Corberó previa a la ejecución del proyecto, previa autorización de la misma.
- Se realizará seguimiento arqueológico durante la ejecución del proyecto.
- Los técnicos del Servicio de Arqueología y Paleontología del Departamento de Cultura de la Generalitat de Catalunya, informarán sobre la compatibilidad o no de las medidas, como por ejemplo la apertura de sondeos o de zanjas arqueológicas previamente a la ejecución del proyecto

A día de hoy, el proyecto se encuentra en trámites para la realización de la prospección arqueológica.

Toda esta información se encuentra en el Anejo nº 35 Estudio arqueológico.

## 8 - CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO

### 8.1 - RED DE RIEGO

#### 8.1.1 - DOTACIONES

- Mes de máxima demanda: julio
- Dotación al mes de máxima demanda: 1.687 m<sup>3</sup>/ha

#### 8.1.2 - CONDICIONES DE SERVICIO

- Tipo de riego: a demanda hasta toma de riego.
- Presión de suministro: se debe garantizar una presión mínima a la boquilla del aspersor más desfavorable de la parcela de 2,5 atm.
- Filtración en la entrada de la red de riego: 1,5 mm

Superficie de la explotación	Caudal unitario
S ≤ 0,1 ha	1 l/s
0,1 ha < S ≤ 0,5 ha	2,5 l/s
0,5 ha < S ≤ 2,38 ha	5 l/s
2,38 ha < S ≤ 5,71 ha	12 l/s
5,71 ha < S ≤ 9,52 ha	20 l/s
S > 9,52 ha	2,1 l/s x ha

Tabla 6. Caudales unitarios en toma parcelaria

### 8.1.3 - DISEÑOS DE HIDRANTES Y TOMAS PARCELARIAS

Debido al número y tamaño de las parcelas de la CGRCU, la mayoría con una dimensión inferior a 2 ha, es necesario plantear agrupaciones de riego. Estas agrupaciones están formadas por explotaciones de diferentes propietarios que tienen un hidrante en común y en el que se centralizan las válvulas y contadores de cada propietario con las funciones de control y conteo. A partir de este hidrante colectivo se diseña la red terciaria consistente en una tubería individual hasta cada una de las parcelas. Mayoritariamente las explotaciones con una superficie mayor de 10 ha dispondrán de un hidrante individual.

#### 8.1.3.1 - CRITERIOS PARA DEFINIR LA SUPERFICIE DE LAS PARCELAS

- Se empleará el catastro como base de parcelario.
- Las parcelas a incluir son las del actual censo de la CGRCU. Se analizarán aquellas parcelas incluidas en el perímetro concesional y que actualmente no están en riego.
- Se considerará toda la superficie de la parcela.
- Las balsas existentes de las diferentes colectividades se considerarán como una parcela regable. Se dimensionará la toma/hidrante si bien no se presupuestará.

#### 8.1.3.2 - CRITERIOS POR LA DEFINICIÓN DE LAS EXPLOTACIONES

- Por la definición de las explotaciones se partirá de la documentación facilitada por la CGRCU. Esta información será revisada y optimizada si procede.
- Parcelas pertenecientes a un mismo titular (mismo DNI) se agrupan dentro de la misma explotación con excepción de aquellas parcelas no colindantes o que se encuentren separadas por una carretera o infraestructura ferroviaria.

#### 8.1.3.3 - CRITERIOS POR LA DEFINICIÓN DE LAS AGRUPACIONES

- Superficie objetivo: 10 ha.
- Máximo número de explotaciones por agrupación: objetivo 8. Se podrá llegar a 10 en casos puntuales y también en los casos de parcelas pequeñas/huertos. Casos especiales se consultarán con la dirección del proyecto.
- Se intentará unificar los huertos en agrupaciones distintas al resto de área regable.
- Máxima compactación para minimizar la longitud de las terciarias.
- Cotas similares entre las parcelas de la agrupación.
- Mínimo número de agrupaciones por propietario.
- Las parcelas con mayor dimensión, principalmente las mayores de 10 ha, dispondrán de un hidrante individual.

#### 8.1.3.4 - CRITERIOS POR LA UBICACIÓN DE LA TOMA PARCELARIA O HIDRANTE INDIVIDUAL

- Cada explotación tendrá una presa parcelaria.
- Su ubicación será en el primer lugar cultivable de la parcela siguiendo el sentido de abastecimiento del agua.
- Fácil acceso en caso de hidrantes individuales.

### 8.1.3.5 - CRITERIOS POR LA UBICACIÓN DE HIDRANTES COLECTIVOS

- Ubicación que optimice la inversión de la red.
- Fácil acceso.

### 8.1.3.6 - CAUDALES A SUMINISTRAR A HIDRANTES INDIVIDUALES O TOMAS PARCELA

- Fincas de riego y granjas:

- $S \leq 0,1$  ha  $Q=1$  l/s
- $0,1$  ha  $< S \leq 0,5$  ha  $Q=2,5$  l/s
- $0,5$  ha  $< S \leq 2,38$  ha  $Q=5$  l/s
- $2,38$  ha  $< S \leq 5,71$  ha  $Q=12$  l/s
- $5,71$  ha  $< S \leq 9,52$  ha  $Q=20$  l/s
- $S > 9,52$  ha  $Q=2,1$  l/s\*ha

- Con acuerdo de la comunidad de regante se ha establecido que para determinar el caudal a suministrar en las diferentes parcelas se considerará la superficie total de la parcela (superficie catastral).

## 8.1.4 - DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

### 8.1.4.1 - CAUDALES CIRCULANTES

Se diseñarán las redes siguiendo el método Clemente y los siguientes parámetros:

- Caudal ficticio continuo en el mes más desfavorable (julio): 0,63 l/s·ha.
- Rendimiento de la red:  $20/24=0,8333$
- Garantías de suministro:
  - 100% hasta 4 hidrantes.
  - 99% hasta 50 hidrantes.
  - 97,5% hasta 100 hidrantes.
  - 95% a partir de 100 hidrantes.

### 8.1.4.2 - PRESIONES DE LA RED

Se diseñan hidrantes de tipo individual, que abastecen a una única explotación, e hidrantes de tipo colectivo, que abastecen a más de una explotación. Para el dimensionado de la red es necesario conocer las presiones requeridas a hidrante. Por ello, deben tenerse en cuenta las diferencias de cota, las pérdidas de carga que se producen aguas abajo del hidrante, tanto en la red terciaria como en el riego interior de parcela, así como otras pérdidas singulares para garantizar una presión mínima al emisor más desfavorable, tal y como se muestra en la siguiente Figura:

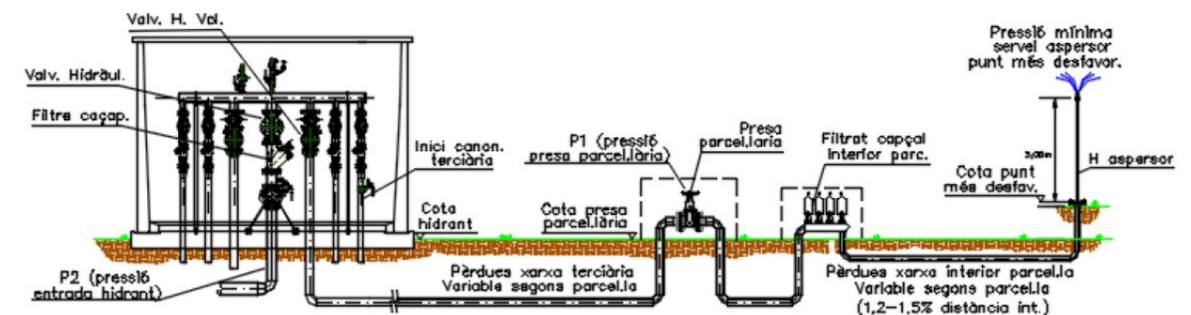


Figura 3. Esquema de los equipos y presiones desde hidrante hasta emisor.

Para el dimensionado de la red es necesario conocer las presiones requeridas a los hidrantes, las cuales se determinan a partir de la siguiente expresión:

$$P \text{ min entrada hidrante} = P \text{ min req ent} + \Delta Cota \text{ hidrante toma} + \Delta h \text{ terciaria} + \Delta h\text{-fc} \geq 35 \text{ mca}$$

- P min req ent: presión requerida en la toma parcelaria.
- $\Delta Cota$  hidrante toma: diferencia de cota entre hidrante y toma parcelaria.
- $\Delta h$  terciaria: pérdidas de carga en la red terciaria. Pérdidas de carga originadas en la conducción que parte de la válvula volumétrica y llega hasta la toma parcelaria.
- $\Delta h\text{-fc}$ : pérdidas de carga generadas en el hidrante de agrupación. Pérdidas de carga asociadas al filtro cazapiedras, válvula hidráulica volumétrica y otros elementos asociados al hidrante de agrupación. Se estiman en 2,5 mca.

Dado que un hidrante de agrupación da servicio a diferentes parcelas, es decir, a diferentes tomas de riego, la presión mínima requerida a cada hidrante por el cálculo de la red de riego será la máxima resultante de las diferentes tomas abastecidas desde el mismo y como mínimo de 35 mca en la entrada del hidrante.

La presión requerida en la toma se establece en base a los siguientes parámetros:

$$P \text{ min req ent} = P \text{ min servicio} + \Delta h\text{-int} + H \text{ emisor} + \text{Max}(\Delta Cota + PC \text{ parcela})$$

- Pmin servicio: presión mínima en el emisor más desfavorable. Se fija en 25 mca.
- $\Delta h\text{-int}$ : pérdidas de carga en el cabezal de riego interior de la parcela. Se estiman en 1,5 mca.
- H emisor: altura del emisor. Valor de 3 m
- $\text{Max}(\Delta Cota + PC \text{ parcela})$ : Máximo valor de la combinación de diferencia de cota y pérdida de carga en la red interior de la parcela:
  1. Se parte de un modelo de elevaciones del terreno (MDT) de malla regular de 2\*2 metros, nombrando "píxeles" a estos cuadrados de 2\*2.
  2. Se calcula por cada "píxel" de la parcela la diferencia de cota con la toma parcelaria. A ese valor se suma la pérdida de carga entre la toma y cada píxel, estimada en un 1,2% de la distancia entre ambos puntos.

3. El valor máximo obtenido de todos los píxeles de la parcela será el utilizado para establecer este parámetro.

Para los filtros a instalar en la cabecera de la red de riego se estima una pérdida de carga de 1 mca.

### 8.1.5 - PROCEDIMIENTO DIMENSIONAMIENTO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

En una primera fase de dimensionamiento de la red se utilizarán los criterios anteriormente descritos en cuanto a presión requerida para garantizar la presión de servicio mínima en las parcelas más desfavorables.

En una segunda fase, las parcelas con un excedente de presión superior a los 5 mca se diseñará la red con una presión requerida en el emisor (Pmin-servicio) de 30 mca en lugar de 25 mca.

### 8.1.6 - VELOCIDAD DE DISEÑO

- DN ≤630
  - V<sub>mín</sub>= 0,5 m/s
  - V<sub>máx</sub>= 1,5 m/s
- DN ≥700
  - V<sub>mín</sub>= 0,5 m/s
  - V<sub>máx</sub>= 2 m/s

### 8.1.7 - TIPOLOGÍA DE TUBERÍAS

La tipología de tuberías debe utilizar en el proyecto, con el rango de diámetros por material y timbrajes se muestra en la siguiente Tabla:

Material	DN	PN						
		5	6	7,5	8	10	12,5	16
PE 100	50					X		X
PE 100	63					X		X
PE 100	75					X		X
PE 100	90					X		X
PE 100	110		X		X	X		X
PE 100	125		X		X	X		X
PE 100	140		X		X	X		X
PE 100	160		X		X	X		X
PE 100	180		X		X	X		X
PE 100	200		X		X	X		X
PE 100	250		X		X	X		X
PE 100	280		X		X	X		X
PE 100	315		X		X	X		X
PE 100	355		X		X	X		X
PE 100	400		X		X	X		X

Material	DN	PN						
		5	6	7,5	8	10	12,5	16
PE 100	450		X		X	X		X
PE 100	500		X		X	X		X
PE 100	630		X		X	X		X
PE 100	710		X		X	X		X
FPCX	≥800	X		X				

Tabla 7. Tipología de tuberías

La presión máxima de diseño en el modelo hidráulico de la red (incluidos transitorios). será PN – 1 bar.

El diámetro mínimo de las tuberías de la red terciaria serán las siguientes:

- Para Q=1 l/s, mínimo DN50 PN10
- Para Q=2,5 l/s, mínimo DN63 PN10
- Para Q=3,75 l/s, mínimo DN90 PN10
- Para Q=7,5 l/s, mínimo DN110 PN6/10

### 8.1.8 - RUGOSIDAD DE LAS TUBERÍAS

En la red de distribución se realizará el cálculo con las siguientes rugosidades absolutas (incluyen pérdidas localizadas):

- Conducciones de PE-100: Ka=0,050 mm.
- Tuberías de HPCC: Ka = 0,20 mm.

En las impulsiones se realizará el cálculo con las siguientes rugosidades lineales:

- Tuberías de HPCC: Ka = 0,12 mm.
- Tuberías de ACERO: Ka = 0,05 mm.

Por las impulsiones será necesario realizar el cálculo de las pérdidas localizadas.

### 8.1.9 - DIMENSIONADO DE EQUIPOS

#### 1.- VÁLVULAS HIDRÁULICAS VOLUMÉTRICAS

Para tomas DN<1" se contempla conjunto válvula hidráulica (tipo DOROT modelo GAL o equivalente) + contador (tipo Multijet) DN 1". Por tomas DN>1" se contempla válvula hidráulica volumétrica tipo BERMAD Serie IR-900 o equivalente.

El dimensionado de los equipos de conteo se realizará siguiendo las siguientes tablas en función de la presión disponible:

- 1.A)- Presión disponible  $\leq P$  requerida+7,5 m

EQUIPO DE CONTAJE			
Superficie de explotación	Caudal (Q)	DN	Equipos
S $\leq$ 0,1 ha	1 l/s	1"	V+C
0,1 ha < S $\leq$ 0,5 ha	2,5 l/s	1,5"	VHV
0,5 ha < S $\leq$ 2,38 ha	5 l/s	2"	VHV
2,38 ha < S $\leq$ 5,71 ha	12 l/s	3"	VHV
5,71 ha < S $\leq$ 9,52 ha	12 l/s < Q $\leq$ 20 l/s	4"	VHV
9,52 ha < S $\leq$ 21,43 ha	20 l/s < Q $\leq$ 45 l/s	6"	VHV
21,43 ha < S $\leq$ 30,95 ha	45 l/s < Q $\leq$ 65 l/s	8"	VHV

- 1.B)- Presión disponible > P requerida+7,5 m

EQUIPO DE CONTAJE			
Superficie de explotación	Caudal (Q)	DN	Equipos
S $\leq$ 0,1 ha	1 l/s	1"	V+C
0,1 ha < S $\leq$ 0,5 ha	2,5 l/s	1,5"	VHV
0,5 ha < S $\leq$ 2,38 ha	5 l/s	2"	VHV
2,38 ha < S $\leq$ 5,71 ha	12 l/s	3"	VHV
5,71 ha < S $\leq$ 9,52 ha	12 l/s < Q $\leq$ 20 l/s	4"	VHV
9,53 ha < S $\leq$ 26,19 ha	20 l/s < Q $\leq$ 55 l/s	6"	VHV
26,19 ha < S $\leq$ 40,47 ha	55 l/s < Q $\leq$ 85 l/s	8"	VHV

Tabla 8. Dimensionamiento del equipo de conteo de los hidrantes colectivos  
V+C (Válvula + Contador). VHV (Válvula Hidráulica Volumétrica)

## 2.- HIDRANTES

Los criterios para determinar el diámetro de los hidrante colectivos e individuales se recoge a continuación:

- Hidrantes colectivos:

En los hidrantes colectivos el dimensionamiento del cuerpo del hidrante depende de la presión disponible.

- 2.A)- Presión disponible  $\leq P$  requerida+7,5 m

HIDRANTES COLECTIVOS		
Caudal (Q)	DN hidrante (compuerta y filtro cazapiedras)	
Q $\leq$ 15 l/s	80 mm	3"
15 l/s < Q $\leq$ 21 l/s	100 mm	4"
21 l/s < Q $\leq$ 43 l/s	150 mm	6"

- 2.B)- Presión disponible > P requerida+7,5 m

HIDRANTES COLECTIVOS		
Caudal (Q)	DN hidrante (compuerta y filtro cazapiedras)	
Q $\leq$ 18 l/s	80 mm	3"
15 l/s < Q $\leq$ 25 l/s	100 mm	4"
25 l/s < Q $\leq$ 52 l/s	150 mm	6"

Tabla 9. Dimensionamiento de los hidrantes colectivos

- Hidrantes individuales:

HIDRANTES INDIVIDUALES
DN hidrante = DN equipo de contaje

Taula 10. Dimensionamiento de los hidrantes individuales.

### 8.1.10 - DIMENSIONAMIENTO DE SECCIONAMIENTOS, DESAGÜES Y BY-PASSES

Los seccionamientos de la red de distribución cumplirán los criterios expuestos a continuación:

- Todas las derivaciones en tubería de HPCC llevarán seccionamiento.
- En los principales ramales (HPCC) se preverán seccionamientos cada 500-600 ha. En el resto de red cada 200-250 ha.

El diámetro de las válvulas de seccionamiento es alrededor de medio a un diámetro inferior a la tubería, tal y como se detalla en la siguiente Tabla:

SECCIONAMIENTO	
DN tubería	DN seccionamiento
(mm)	(mm)
90	80
110	100
125 ≤ DN ≤ 160	125
180 ≤ DN ≤ 200	150
225 ≤ DN ≤ 250	200
315	250
355 ≤ DN ≤ 400	300
450 ≤ DN ≤ 500	400
630	500
710	600
800	700
900	800
1000	900
1100	1000
1200	1100
1300	1200
1400	1300
1500	1400
1600	1500

Tabla 11. Dimensionamiento de los seccionamientos.

Los seccionamientos se diseñarán con los siguientes by-passes:

BY-PASS (DN/5)	
DN tubería	DN by-pass
(mm)	(mm)
DN ≤ 250	50 o sin by-pass
250 < DN ≤ 400	80
400 < DN ≤ 500	100
500 < DN ≤ 800	150
800 < DN ≤ 1000	200
1000 < DN ≤ 1250	250

BY-PASS (DN/5)	
DN tubería	DN by-pass
(mm)	(mm)
1250 < DN ≤ 1500	300
1500 < DN ≤ 1800	350

Tabla 12. Dimensionamiento de los by-passes.

Las válvulas serán de tipo mariposa para DN ≥ 300 mm y de tipos compuerta para el resto de casos. Por las válvulas mariposa de DN ≥ 600 mm el accionamiento será con actuador eléctrico (motor), mientras que en el resto de casos será con actuador manual (volante) con reductor.

El diámetro de los desagües depende del diámetro de la tubería principal y se determina según la siguiente Tabla:

DESAGÜES (DN/6)	
DN tubería	DN desagüe
(mm)	(mm)
DN ≤ 315	50
315 < DN ≤ 500	80
500 < DN ≤ 630	100
630 < DN ≤ 900	150
900 < DN ≤ 1200	200
1200 < DN ≤ 1500	250
1500 < DN ≤ 1800	300
1800 < DN ≤ 2100	350

Tabla 13. Dimensionamiento de los desagües.

### 8.1.11 - SECCIONES TIPO

Las secciones de las zanjas dependerán del material y diámetro de las tuberías y se presentan en los planos 7.A "Secciones y obras tipos. Zanjas tipos"

Los tubos de HPCC se instalarán sobre una cama de 0,15 m de material granular 5-15 mm. Una vez instalado el tubo, se arriñonará con el mismo material granular hasta 90°, se tapaná hasta una altura de 0,30 m por encima de la generatriz superior del tubo con material seleccionado procedente de la propia excavación, cribado a un diámetro de partícula inferior a 2 cm y compactado al 95% del PM. Por encima, la zanja se rellenará con material de un diámetro máximo de 10 cm y compactado al 95% del PM, procedente de la excavación. La última capa de relleno de 20 cm será de tierra vegetal si el terreno es cultivable y en caso contrario se utilizará material adecuado de la propia excavación compactado al 95% PM y tamaño máximo inferior a 2 cm.

Los tubos de PEAD de DN comprendido entre 630 y 710 mm así como los tubos PEAD PN6 de DN comprendido entre 560 y 630 mm se instalarán sobre una cama de 0,15 m de material granular 5-15

mm. Una vez instalado el tubo, se arriñonará y tapaná hasta una altura de 0,30 m por encima de la generatriz superior del tubo con material seleccionado procedente de la propia excavación, cribado a un diámetro de partícula inferior a 2 cm y compactado al 95% del PM. Por encima, la zanja se rellenará con el material adecuado procedente de la excavación compactado al 95% del PM y tamaño máximo de partícula inferior a 10 cm. La última capa de relleno de 20 cm será de tierra vegetal si el terreno es cultivable y en caso contrario se utilizará material adecuado de la propia excavación compactado al 95% PM y tamaño máximo inferior a 2 cm.

El resto de tubos de PEAD se instalarán sobre una cama de 0,10 m de material procedente de la propia excavación cribado a un diámetro de partícula inferior a 2 cm y compactado al 95% del PM. Una vez instalado el tubo, se arriñonará y tapaná hasta una altura de 0,30 m por encima de la generatriz superior del tubo con material seleccionado procedente de la propia excavación, cribado a un diámetro de partícula inferior a 2 cm y compactado al 95% del PM. Por encima, la zanja se rellenará con el material adecuado procedente de la excavación compactado al 95% del PM y tamaño máximo de partícula inferior a 10 cm. La última capa de relleno de 20 cm será de tierra vegetal si el terreno es cultivable y en caso contrario se utilizará material adecuado de la propia excavación compactado al 95% PM y tamaño máximo inferior a 2 cm.

### 8.1.12 - TRAZADO

Los criterios que se van a tener en cuenta para la definición de los trazados de la red de riego se exponen a continuación:

- Se diseñará un trazado hidráulicamente eficiente (que busque la máxima concentración de las demandas reduciendo al máximo las pérdidas de energía lineales y singulares). Al mismo tiempo, debe priorizar la facilidad de ejecución y la minimización de su coste.
- El trazado debe ir, siempre que sea posible, siguiendo los caminos y márgenes entre parcelas. Asimismo, facilitará la detección de averías y acceso por reparación y mantenimiento. En el caso de tuberías de gran diámetro (> 700 mm) se flexibilizará este criterio para optimizar la red, si bien se localizarán las diferentes arquetas de ventosas y desagües en lugares de fácil acceso.
- Cuando sea necesario cruzar las parcelas, se tendrán que respetar las edificaciones y evitar siempre que sea posible las parcelas de frutales.
- Minimizar los cruces de infraestructuras (carreteras y vías de ferrocarril). Se deben atravesar las infraestructuras viarias lo más perpendicularmente posible.
- Se intentará alcanzar una pendiente mínima de la rasante en tramo ascendente de 2‰ y del 4‰ en tramos descendentes.
- Recubrimiento mínimo: 1 m respecto a la generatriz superior de la tubería.
- El trazado en planta debe evitar, siempre que sea posible, la utilización de codos, sustituyéndolos por curvas de radio amplio que no sobrepasen el ángulo máximo admisible.
- Reducir en lo posible el número de piezas especiales. En el caso de tuberías de HPCC se intentará concentrar en una misma pieza de calderería los cambios de dirección en planta y alzado, derivaciones a ramales, desagües, ventosas, etc.
- En derivaciones en tuberías de DN>710mm se requiere la instalación de un seccionamiento, por lo que, a fin de optimizar el coste de la red, se intentará no conectar hidrantes directamente a estas tuberías.
- Los desagües de la red existente deberán cruzarse preferentemente por debajo. En caso de que el cruce deba diseñarse por encima, éste deberá ser compatible con las tareas de mantenimiento de la red de desagües existentes y priorizando localizaciones cercanas con pasos superiores.

- En zonas llanas, se minimizarán los puntos bajos relativos, debido a la dificultad que supone despejar las tuberías en estos ámbitos.
- En cuanto al encaje en alzado, se forzarán unas pendientes que permitan localizar las ventosas y desagües en los márgenes de las fincas, especialmente en aquellas tuberías que no vayan paralelas a caminos.
- En tuberías paralelas a márgenes se intentará trazar de forma que toda la franja de ocupación quede únicamente en una de las parcelas, preferentemente la de cota inferior.
- Los trazados se realizarán en base a los planos de secciones tipo.
- En paralelismos con infraestructuras con servidumbre se debe respetar como mínimo la distancia respecto a la arista exterior de la infraestructura, establecida por la normativa existente.
  - Caminos municipales: 3 m.
  - Autovías y autopistas: 8 m.
  - Diputación y Generalidad: 8 m.
  - AVE y ADIF: 8 m.
- Evitar los trazados que afecten a zonas de protección ambiental.
- Rehuir zonas con previsión de niveles freáticos más altos de lo normal.
- Se realizarán trazados alternativos en caso de afectación directa o indirecta sobre diferentes elementos con valor patrimonial en base al Inventario del Patrimonio Arqueológico y Paleontológico de Cataluña (IPAPC) y al Inventario del Patrimonio Arquitectónico de Cataluña (IPAC).
- Se respetará la zona de servidumbre de 5 m de ancho a lo largo de los márgenes de los cauces públicos para uso público según la cartografía hidrográfica de referencia del Instituto Geográfico Nacional (E 1:25.000)
- La nueva red a ejecutar debe ser compatible con la red de riego existente, para minimizar sus afecciones.

En el caso del emplazamiento de los elementos hidráulicos de la red de distribución se consideran los siguientes condicionantes:

- Los hidrantes y arquetas se localizarán a la distancia prescrita según la normativa de cada infraestructura afectada. En el caso de caminos municipales, será necesario dejar una distancia de 3 metros desde la arqueta hasta la arista exterior.
- Los hidrantes estarán desplazados al menos 3 metros respecto al eje de las tuberías de la red de riego.
- Las ventosas, desagües y seccionamientos se ubicarán en puntos de fácil acceso, pero al mismo tiempo evitando que dificulten la libre circulación de maquinaria agrícola dentro de las parcelas. Por tanto, se instalarán preferentemente en los márgenes de las fincas.

En el trazado de las tuberías de la red se considera el radio mínimo admisible que depende del material, diámetro y timbraje. Así para tuberías de HPCC se utilizará la deflexión admisible en la junta mientras que en las tuberías de PEAD la curvatura llegará hasta el radio mínimo admisible. En las siguientes Tablas se presentan los ángulos máximos de giro en las tuberías de HPCC y el radio de giro mínimo en PEAD.

Radio de giro PEAD			
DN (mm)	PN 6	PN 10	PN 16
	30 x DN	20 x DN	20 x DN
50	1,5	1	1
63	1,89	1,26	1,26
90	2,7	1,8	1,8
110	3,3	2,2	2,2
125	3,75	2,5	2,5
140	4,2	2,8	2,8
160	4,8	3,2	3,2
180	5,4	3,6	3,6
200	6	4	4
225	6,75	4,5	4,5
250	7,5	5	5
280	8,4	5,6	5,6
315	9,45	6,3	6,3
355	10,5	7	7
400	12	8	8
450	13,5	9	9
500	15	10	10
560	16,8	11,2	11,2
630	18,9	12,6	12,6
710	21,3	14,2	14,2

Tabla 14. Radio de giro mínimo en tuberías PEAD.

HPCC			
DN (mm)	Longitud tubo (m)	Ángulo máximo de giro combinado* (°)	Radio de giro combinado (m)
800	12	1,18	583
	6	1,18	291
	3	1,18	146
900	12	1,05	655
	6	1,05	327
	3	1,05	164
1000	12	0,95	724
	6	0,95	362
	3	0,95	181
1100	12	0,87	790
	6	0,87	395
	3	0,87	198
1200	12	0,8	859
	6	0,8	430
	3	0,8	215
1300	12	0,73	942
	6	0,73	471
	3	0,73	235

Tabla 15. Ángulo máximo de giro en tuberías de HPCC.

## 8.2 - SISTEMA DE FILTRAJE

Filtro de malla con limpieza automática tipo W con un grado de filtración de 1,5mm.

## 9 - ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En el presente proyecto nos hemos centrado en los siguientes aspectos:

- **Alternativas de trazado de la tubería primaria:** se plantean diferentes alternativas con el objetivo de determinar el trazado óptimo mediante un análisis multicriterio
- **Estudio de materiales de las tuberías:** se ha analizado el coste de la instalación de las tuberías de riego en base a los siguientes elementos:
  - Coste de la instalación de la tubería incluyendo la parte proporcional de piezas especiales
  - Coste de accesorios
  - Coste del movimiento de tierras
  - Coste de los macizos de anclaje

En el Anejo núm. 13 se ha llevado a cabo un Análisis multicriterio para la evaluación de cada alternativa.

El análisis multicriterio (AMC), es un conjunto de métodos matemáticos de análisis para ayudar a la toma de decisiones que permiten comparar diferentes alternativas o escenarios de actuación mediante la especificación, combinación, valoración y ponderación razonada de los criterios considerados relevantes para satisfacer uno o múltiples objetivos, complementarios u opuestos.

Por tanto, los principales objetivos del análisis multicriterio son:

- Ayudar en la toma de decisiones o evaluar diversas opciones alternativas en situaciones en las que ninguno de ellos es perfecto y existe un conflicto de intereses entre los actores que tienen objetivos distintos, contrastantes o conflictivos.
- Considerar, evaluar y armonizar distintos aspectos del proceso de toma de decisiones a través de los impactos resultantes de cada una de ellas desde el punto de vista económico, de diseño, técnico, tecnológico, ambiental, social, socioeconómico, macroeconómico, de impacto urbano, etc.
- Resolver problemas con diversas soluciones alternativas aplicando simultáneamente varios criterios

### 9.1 - MAPA DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

La elección de la alternativa más adecuada de un proyecto puede determinarse entre otros aspectos a partir de la sensibilidad ambiental del territorio. En efecto, la localización de determinados elementos o infraestructuras de un proyecto puede encajarse en función del análisis previo de la sensibilidad ambiental del sitio, aparte de la adecuación a los planeamientos territoriales y sectoriales y otros factores limitantes, como la disponibilidad de recursos o infraestructuras, siempre sobre la base de minimización del empleo de sol, el consumo de agua, el consumo energético, etc.

La definición de la sensibilidad ambiental tiene por objetivo establecer los ámbitos que permiten un mayor nivel de posibilidad de acogimiento de los nuevos usos o infraestructuras. Se realiza a partir de

la asociación de los niveles de sensibilidad o acogida previamente analizados para los distintos aspectos del medio mediante un instrumento de análisis del territorio que incorpora estas variables y criterios. Para la definición de las distintas áreas. Se asigna un atributo de sensibilidad a cada aspecto del medio considerado, por lo que, en caso de superposición, siempre se asigna el mayor grado de sensibilidad.

En cuanto al impacto ambiental del proyecto, se analizan especialmente las propuestas de ubicación de las principales infraestructuras con mayor potencial de generación de impactos como son: las balsas de riego, las estaciones de bombeo y los parques fotovoltaicos. La construcción de la red de distribución se prevé íntegramente enterrada, por lo que, aunque el impacto por empleo temporal y trabajos de ejecución puede ser significativo, se trata de un impacto mayoritariamente temporal y reversible.

En la siguiente Figura se muestra la sensibilidad ambiental del ámbito, proximidad y área de influencia de la modernización:

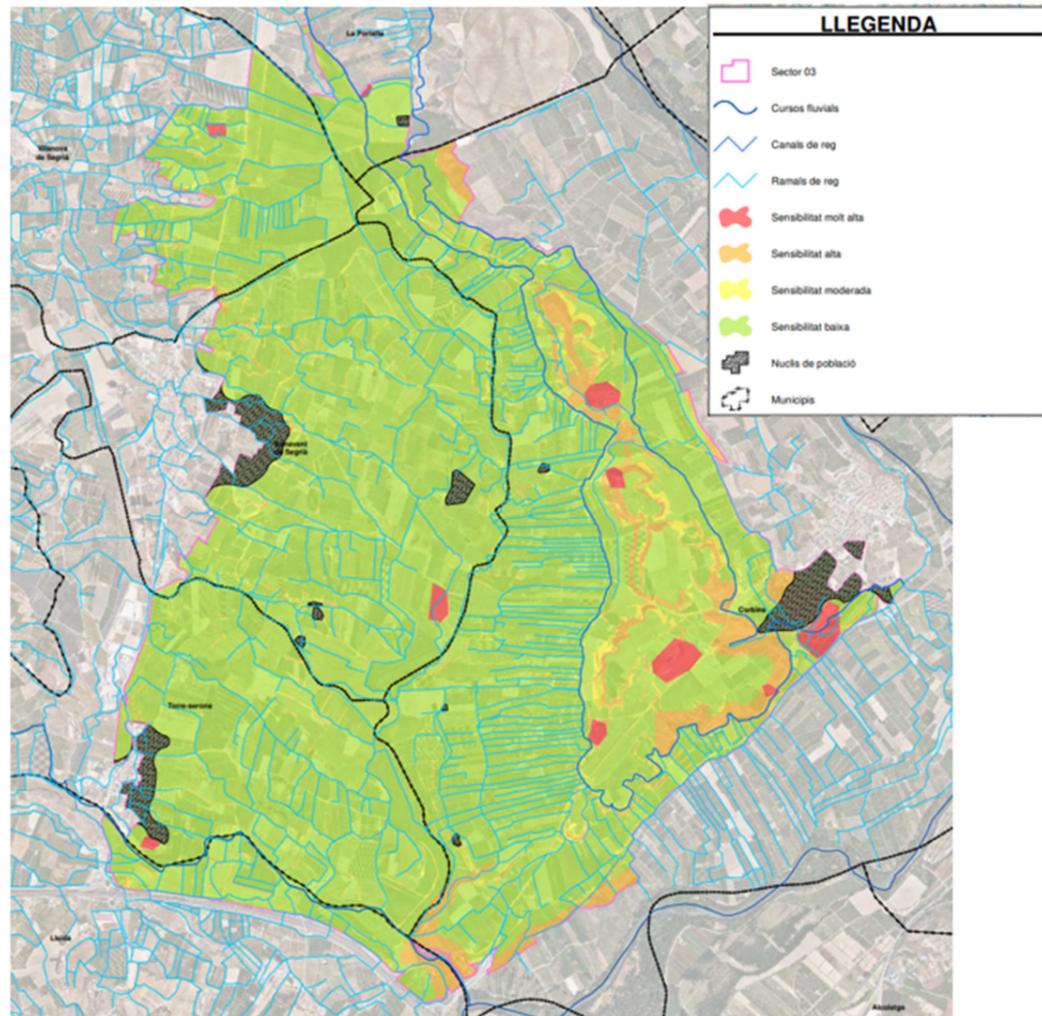


Figura 4. Sensibilidad ambiental del ámbito del proyecto

## 9.2 - ALTERNATIVAS DE TRAZADO DE LA TUBERÍA PRIMARIA

El punto inicial la tubería principal de conexión se sitúa a pie del canal principal, aguas arriba del salto de Alguaire, concretamente aguas arriba de la Antigua colonia Mata. La altura piezométrica inicial es de 269 m. A continuación, el trazado en planta de la tubería se dirigirá hacia el sudeste, en dirección a la zona de riego del sector 3. La tubería finaliza en la cota 209 m.

Por lo general, el perfil longitudinal de la tubería primaria presenta una bajada progresiva de norte a sur y por el diseño de esta tubería se han analizado 4 alternativas de trazado con el objetivo de minimizar la longitud de tubería, los diámetros de las tuberías y las afecciones a los cultivos evaluando los aspectos técnicos, económicos y ambientales.

Para evaluar las diferentes alternativas se han utilizado los siguientes criterios e indicadores:

- Criterios técnicos
  - Dificultad constructiva.
  - Emplazamiento en planta.
- Criterios económicos
  - Coste de ejecución.
  - Coste de explotación.
- Criterios ambientales
  - Movimientos de tierras
  - Afecciones en el paisaje.

En el análisis multicriterio se han aplicado las siguientes metodologías:

- Evaluación lineal de las alternativas (sin considerar pesos)
- Evaluación ponderada de las alternativas (considerando pesos)

Ambas metodologías han dado como resultado que la mejor alternativa de trazado es la 4.

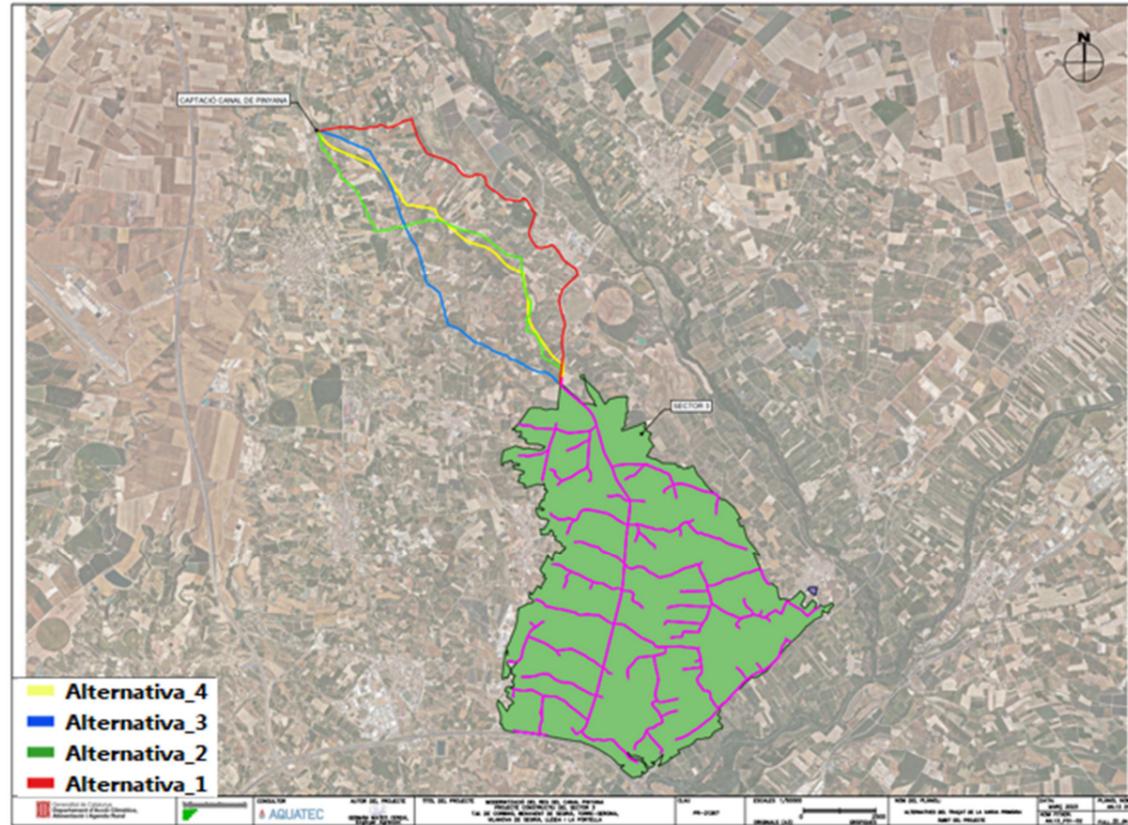


Figura 5. Alternativas de trazado de la red primaria.

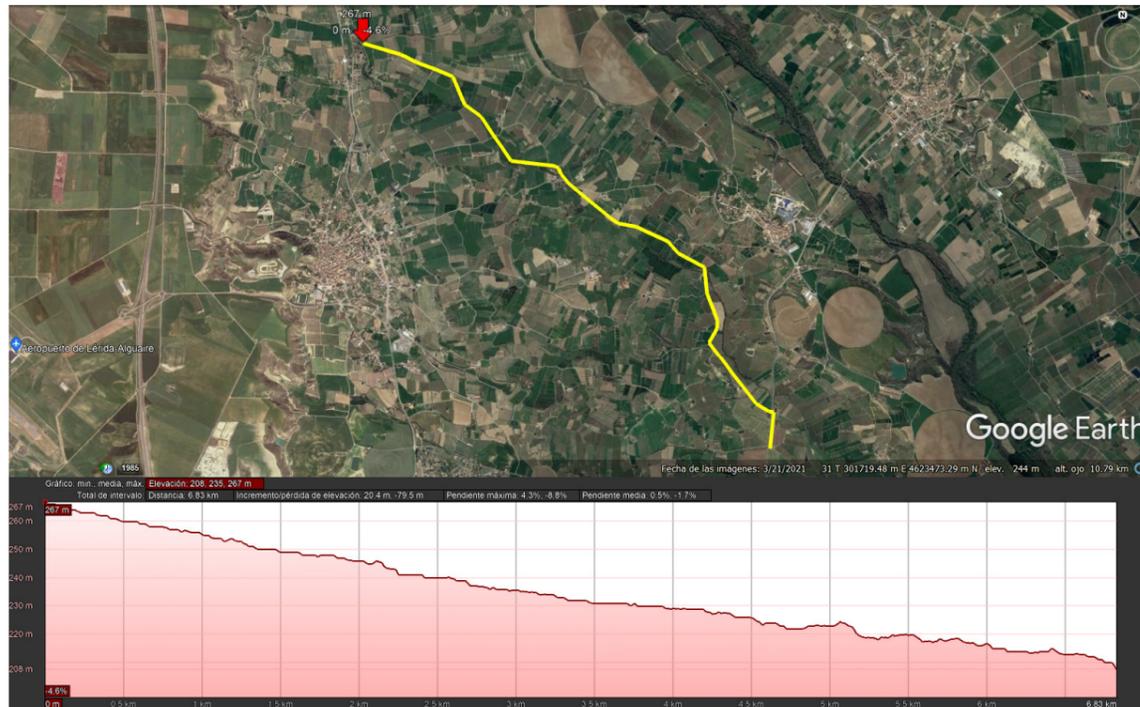


Figura 6. Planta y perfil longitudinal del terreno de la alternativa 4.

### 9.3 - ESTUDIO DE MATERIALES DE LAS TUBERÍAS

El estudio de materiales tiene como objetivo determinar el uso de uno u otro tipo de material por las tuberías primarias y secundarias del proyecto dependiendo del diámetro nominal (DN) y analizar el coste de la instalación de las tuberías de riego en base a los siguientes elementos:

- Coste de la instalación de la tubería incluyendo la parte proporcional de piezas especiales
- Coste de accesorios
- Coste del movimiento de tierras
- Coste de los macizos de anclaje

No se ha tenido el coste de los elementos hidráulicos a instalar (ventosas, desagües, seccionamientos etc) porque al contrario de los cuatro elementos citados anteriormente, este último elemento no es función del material de la tubería.

Los materiales que se comparan son el polietileno de alta densidad (PEAD), el Policloruro de Vinilo Orientado (PVC-O), el Hormigón postesado con camisa de chapa (HPCC), el acero soldado helicoidalmente (ASH) y el Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Por lo que respecta al Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) se ha considerado la rigidez nominal SN5000.

En cuanto al análisis comparativo de materiales con diámetros por debajo de DN400, se ha comparado el PEAD y PVC-O.

En cuanto al análisis comparativo de materiales con diámetros entre 400 y 800 mm, se ha comparado el PEAD, PVC-O y PRFV.

Por lo que respecta al análisis comparativo de materiales con diámetros a partir de 800 mm, se ha comparado el ASH, el HPCC y el PRFV.

Considerando la variabilidad de los precios de las tuberías en los últimos tiempos, se han comparado los costes de la instalación de las tuberías de 2022 respecto al año 2019.

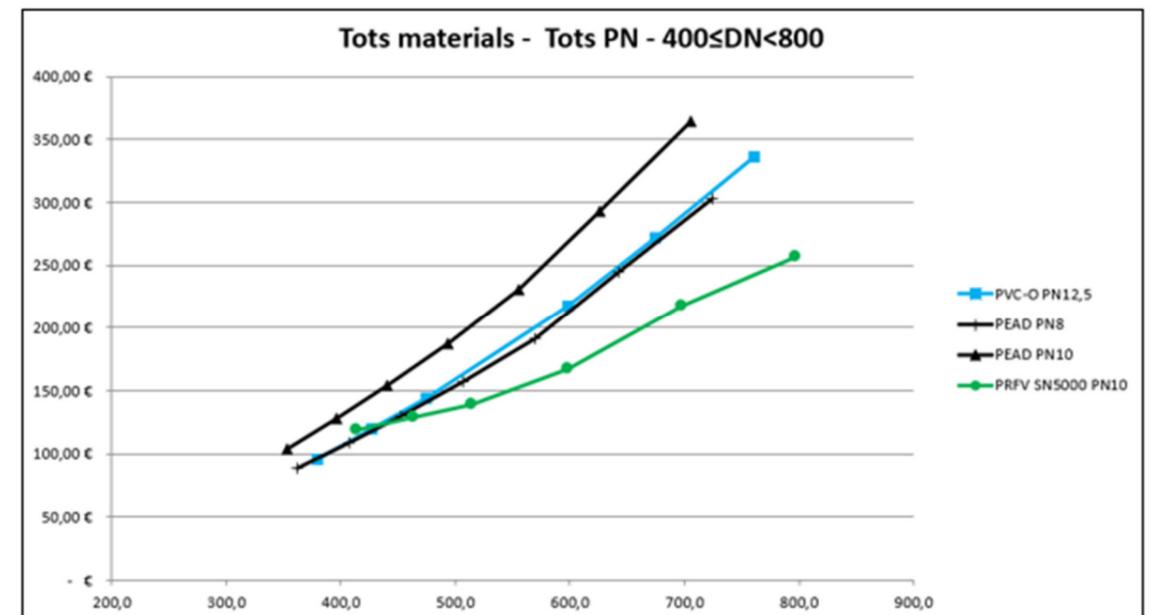


Figura 7. Gráfico comparativo de tuberías 400≤DN≤800. Precios 2022.

La estimación del coste de las tuberías por material y diámetro, la estimación de los costes de la red primaria y secundaria, así como los diferentes criterios para la elección del material pueden consultarse en el anejo núm. 13.

Se expone a continuación un resumen de las conclusiones:

- **Para DN<800 mm se opta por la utilización de PEAD.**

Para DN < 400 mm no existen diferencias significativas entre las tuberías de PVC-O y el PEAD por PN8 y PN10. Al mismo tiempo, la tubería de PEAD PN6 es la solución más económica para timbrajes pequeños. Así, con precios similares no cabe duda de que el PEAD resulta un material más adecuado que el PVC-O.

Para  $400 \leq DN \leq 800$  no existen diferencias significativas entre las tuberías de PVC-O y el PEAD por PN8. Si existen diferencias significativas respecto al PRFV por PN10 donde este último resulta la solución más económica. Estos aspectos han sido expuestos a la comunidad de regantes, que ha optado por el PEAD aceptando el posible incremento de coste.

- **Para DN≥800 mm se opta por la utilización de HPCC.**

En cuanto al ASH, el elevado precio de las tuberías en comparación con el resto de tuberías no da cabida a discusión. Además, la tendencia al alza no tiene paro desde 2019.

La elección entre HPCC y PRFV presenta una línea fina. En efecto, durante el año 2022) el coste de instalación de la tubería de PRFV resultaba más económico que el HPCC. Este hecho se debe a que el precio de las tuberías de HPCC proporcionalmente ha sufrido un incremento mayor que las tuberías de PRFV. Por otra parte, en 2019 sucedía lo contrario, es decir, el coste de instalación de una tubería de HPCC resultaba más económico que el PRFV.

Estos aspectos han sido expuestos en la comunidad de regantes.

Así, considerando:

- las referencias de modernización de sectores de riego anteriormente ejecutados (alta resistencia a presión interna e impacto, durabilidad, escaso mantenimiento,)
- el aceptable diferencial que representaría emplear HPCC frente a PRFV (estimado en 187,19 €/ha),
- la incertidumbre en la evolución de los precios con el tiempo,

La comunidad de regantes ha optado por el HPCC.

## 10 - ESQUEMA HIDRÁULICO

El sector 3 de Canal de Pinyana se suministra por presión natural desde el Canal Principal para aprovechar al máximo la cota de agua. El Sector se abarcará directamente del canal, no contemplándose balsas de reserva.

Por tanto, el sistema hidráulico del Sector 3 estará formado por:

- Obra de captación del canal.
- Estación de filtrado
- Red primaria hasta cabecera del sector 3
- Red de distribución secundaria del sector 3

- Red de distribución terciaria del sector 3

La siguiente Figura muestra el esquema de funcionamiento del sector 3 de Canal de Pinyana.

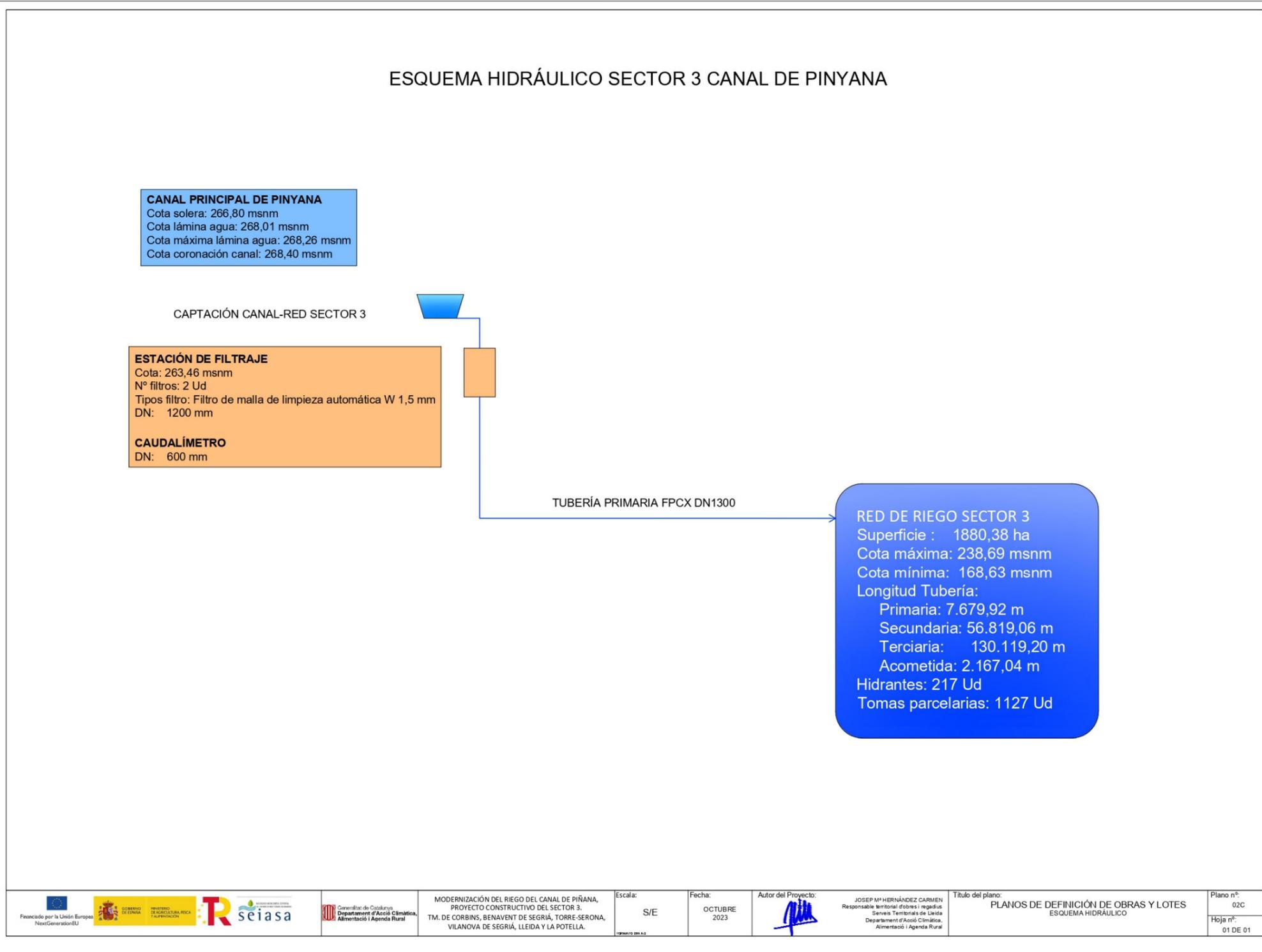


Figura 8. Esquema de funcionamiento del Sector 3 Canal de Pinyana

## 11 - CÁLCULOS HIDRÁULICOS

Los resultados de los cálculos hidráulicos se encuentran desarrollados en el Anejo 15.

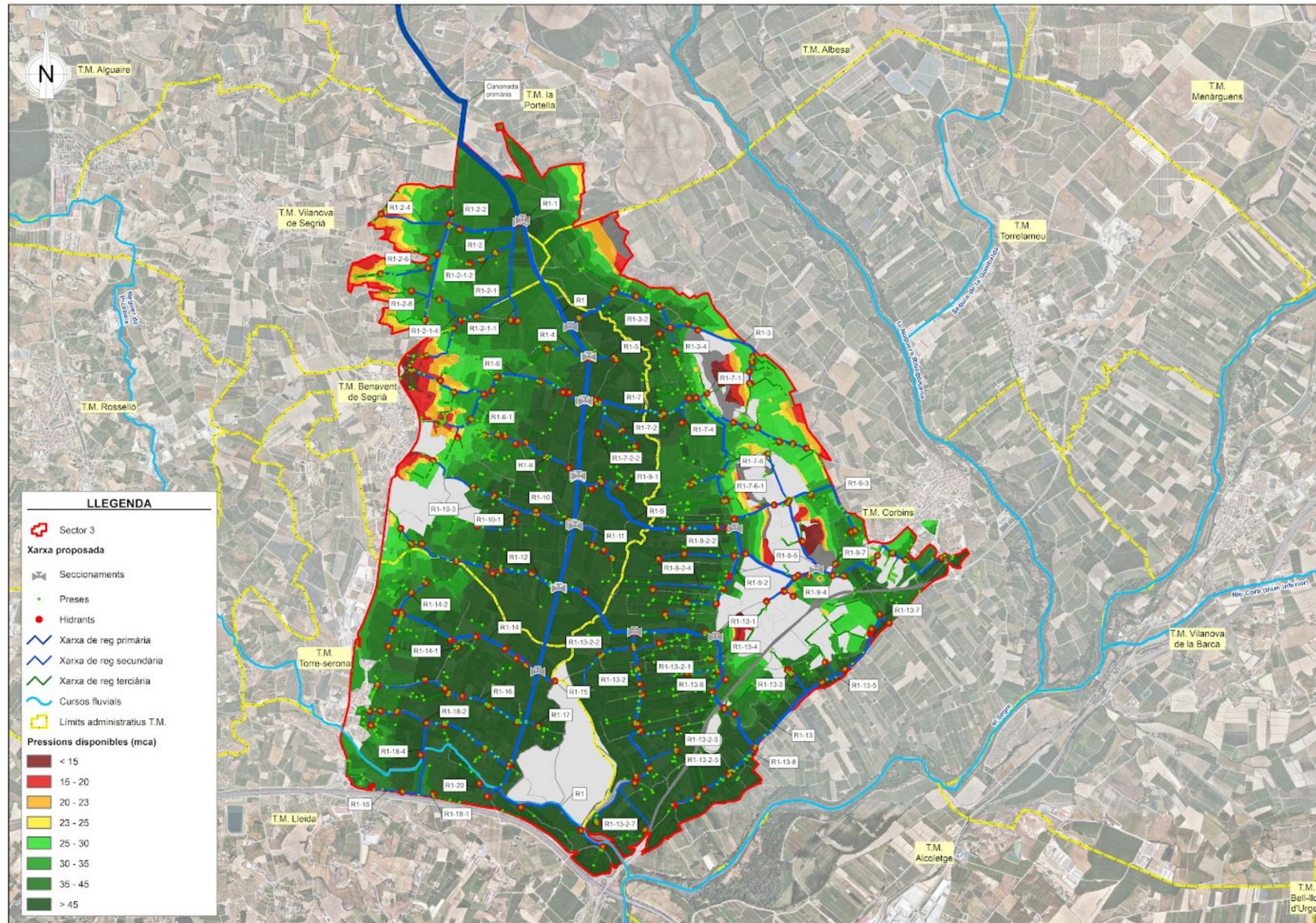


Figura 9. Plano de presiones disponibles según modelo hidráulico del sector 3

## 12 - DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

El presente proyecto comprende las siguientes infraestructuras:

- Obra de captación del Canal de Pinyana y estación de filtrado.
- Red de distribución primaria del Sector 3
- Red de distribución secundaria del Sector 3
- Red de distribución terciaria del Sector 3

### 12.1 - OBRA DE CAPTACIÓN EN EL CANAL PRINCIPAL Y ESTACIÓN DE FILTRADO

#### 12.1.1 - OBRA DE CAPTACIÓN

La obra de toma en el canal se efectúa en el margen izquierdo, aguas arriba del salto de Alguaire, concretamente aguas arriba de la Antigua colonia Mata.

La cota de coronación del cajero del canal se sitúa en el nivel 268,40 y la cota de solera 266,80.

El nivel de la lámina de agua adoptada en el proyecto es la cota 268,01.

En esta zona el canal se encuentra revestido con prendas prefabricadas de 1,60 m de altura con juntas transversales cada metro y 2 juntas longitudinales en la solera de hormigón en la unión con las piezas de los cajeros.

Los elementos que componen la captación proyectada son los siguientes:

- Obra civil de embocadura con el canal principal
- Conlleva para aislar la presa en caso necesario
- Rejilla automática de desbaste, con cinta transportadora y contenedor de recogida de los elementos retirados.

Por lo que se refiere a la descripción de la estructura se trata de un canal de unos 23 m de longitud, 2 m de ancho y altura variable entre 1.60 m (en la zona de captación), 2.70 m (en el tramo principal) y 4,73 m en la zona de entrada a la estación de filtrado.

Los grosores de las paredes son de 0.55 m y el de la solera de 0.55 m.

En el tramo entre la captación y la estación de filtrado, se incluyen dos tramos cubiertos de 8 y 3.80 m de longitud, con losas de hormigón armado de 0.30 m de espesor que sirven de soporte a los equipos y permiten el acceso de vehículos y peatones.

Adyacente a la losa de 8 m de longitud se sitúa una pasarela con un enrejado metálico apoyado en perfiles estructurales que soportan los equipos de accionamiento de la compuerta.

La captación pasará por debajo del camino de servicio del canal, a partir de un cajón de hormigón. El camino estará asfaltado.

Para la ejecución de la obra será necesario aprovechar el período en el que no circula agua por el canal. Este período será lo más corto posible porque el canal abastece granjas y poblaciones.

Se procederá a la excavación del trasdós del canal en el ámbito de la obra, la demolición de las piezas se efectuará de forma completa entre 2 juntas y se sanearán los puntos de unión de obra vieja con obra nueva.



Figura 10. Emplazamiento de la obra de captación y la estación de filtrado.

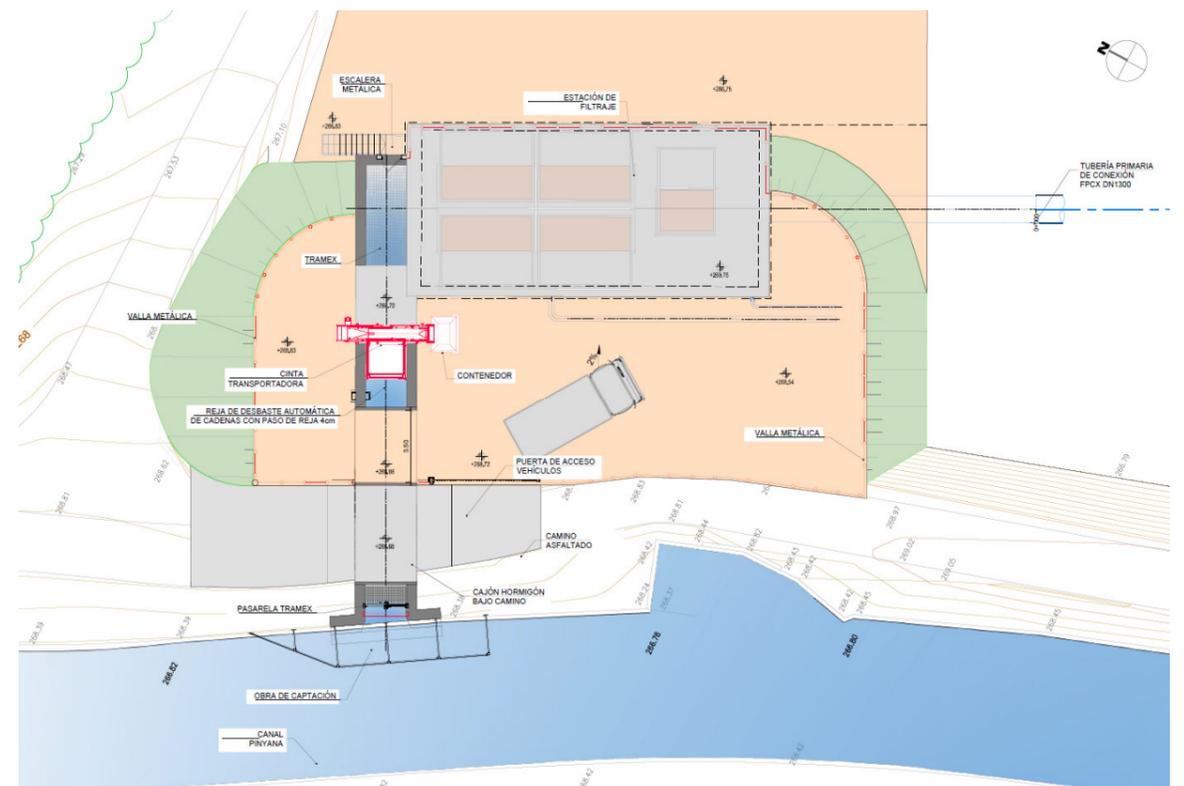


Figura 11. Planta general de la obra de captación y la estación de filtraje.

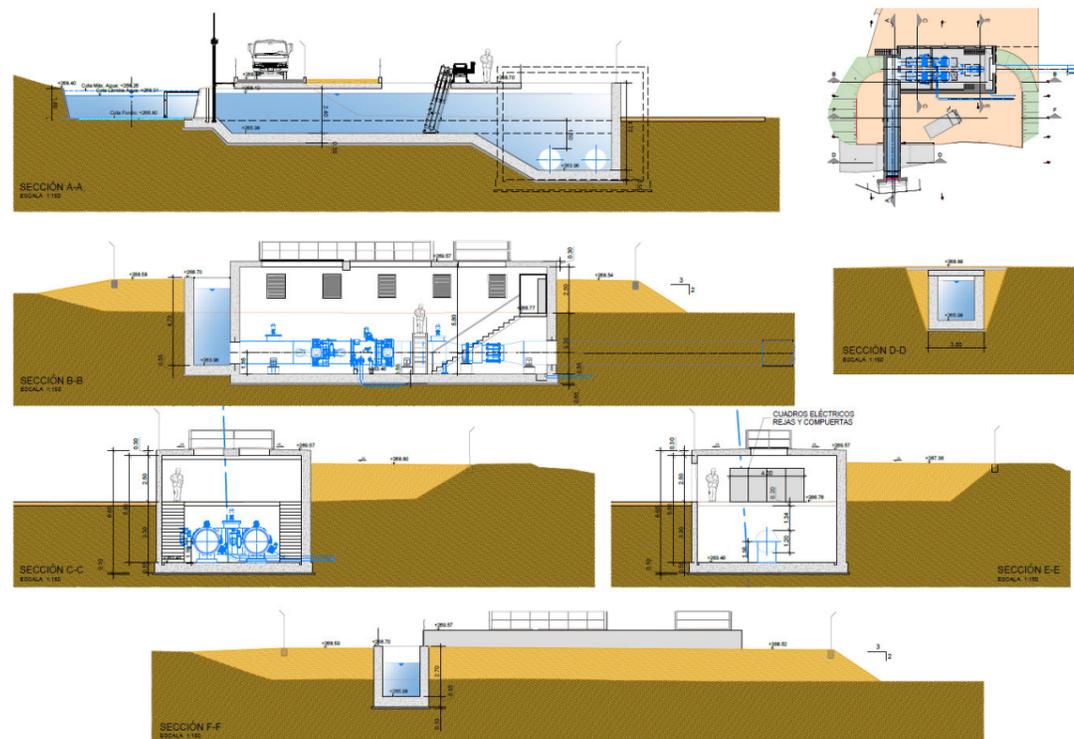


Figura 12. Secciones de la obra de captación y la estación de filtrado.

Para la implantación de la obra será necesario efectuar un sobreelevamiento de la banqueta del canal mediante un terraplén adicional en el mismo lado del canal. Esta plataforma tendrá un cierre perimetral, pudiendo acceder a ella a partir del camino de servicio del canal, permitiendo el acceso de vehículos a las instalaciones de la captación y del filtrado.

Los equipos que componen la captación serán los siguientes:

- Compuerta deslizante de 2,00 x 1,60 m tipo Coutex o similar formada por un marco y un tablero reforzado de acero inoxidable AISI 304L estanqueidad a los 3 lados, un eje de 35 mm de acero inoxidable AISI 304L, soportes guía y soporte mural de la columna.
- Reja de desbaste automática formada por bastidor y barrotes de acero inoxidable AISI 304L de 50x10 mm separados 40 mm y una inclinación de 70° y rastrillo de limpieza arrastrado por cadenas con guiado lateral y motor de 0,55 kW y cinta transportadora para la recogida de residuos y verterlos al contenedor.

Tras la reja de desbaste automática, se aumenta 2m la profundidad de la obra de captación, conectando ésta directamente a la estación de filtrado.

En el canal se instalará un deflector para evitar el paso de grosores y flotantes hacia la obra de toma. Este deflector tiene una longitud de 11,60 m y está formado por una estructura metálica de acero galvanizado con planchas metálicas de cierre que impiden el paso del agua por la parte delantera y dejan un hueco en la parte final para que el agua "retroceda" en la entrada hacia la obra de toma. De esta forma los elementos gruesos y flotantes continúan hacia aguas abajo del canal y no entran en la obra de toma.

### 12.1.2 - SISTEMA DE FILTRAJE Y CAUDALÍMETRO

Adosada a la obra de captación se instalará un cabezal de filtrado de malla con limpieza automática con un grado de filtración de 1,5 mm. Se plantea un filtro de malla tipo "W" el cual se alojará, dentro de una arqueta de hormigón 126,92 m<sup>2</sup> libres (superficie interior), que permite una óptima gestión del mantenimiento.

- Válvulas de seccionamiento de mariposa DN-1200 mm con accionamiento eléctrico.
- Filtro tipo W de limpieza automática DN-1200 mm.
- Válvula de desagüe DN-200 mm para desaguar el agua de limpieza del filtro.
- Caudalímetro electromagnético DN-600 mm.

En cuanto a la descripción de la estructura se trata de un recinto semisótano de planta rectangular con unas dimensiones libres de 16.70 x 7.60 x 5.80 m, con paredes de 50 cm de espesor (excepto la pared principal por donde se accede, de 30 cm) y solera de 55 cm.

La cubierta es una losa de hormigón armado de 30 cm de grosor con varias tapas que permiten la sustitución de equipos. El acceso se realiza mediante una escalera exterior de hormigón armado.

El acceso a la solera se realiza a través de una pasarela de hormigón armado empotrada en una de las paredes y dos escaleras interiores de hormigón armado de 25 cm de grosor mínimo. La pasarela sirve de soporte a los cuadros eléctricos.

La estación de filtrado se sitúa en el límite del terraplén, con la puerta de acceso fuera del mismo, y una escalera metálica que permite acceder encima de las instalaciones. Los cuadros eléctricos y de control de rejillas y compuertas se encuentran en el interior de la estación de filtrado, sobre una plataforma elevada por encima de los elementos hidráulicos. Esta plataforma es una losa de hormigón que permite el acceso a ambos lados de la tubería por medio de escaleras metálicas.

Como se ha comentado, los muros de la estación de filtrado son de hormigón armado y de 0,50 m de ancho, a excepción del muro en el que se encuentra la puerta de acceso. Éste, que debe soportar una menor altura de tierras, se diseña de 0,30 m de ancho. En cuanto a la losa de cubierta, se disponen unos orificios con tapas metálicas correderas para facilitar la extracción de los equipos en el interior de la arqueta.

El agua de limpieza del filtro se conducirá por gravedad a través de una tubería de DN-250 mm hasta el canal de Pinyana, aguas abajo del Salt d'Alguaire.

Con orientación suroeste, en la plataforma cerca del camino paralelo al canal de Pinyana, perimetralmente la obra se cierra con una valla de simple torsión de 2 m de altura, con puerta de acceso a vehículos de 5 m de ancho (cota +268,72). Con orientación norte-noreste, la obra no presenta ningún cierre. Se contempla puerta de acceso a personal acreditado en la plataforma de cuadros eléctricos (cota +266,77).

Se contemplan escaleras de acceso a plataforma de tramex (cota +269,40) sobre la coronación del canal de captación. Las plataformas presentan solera de zahorra.

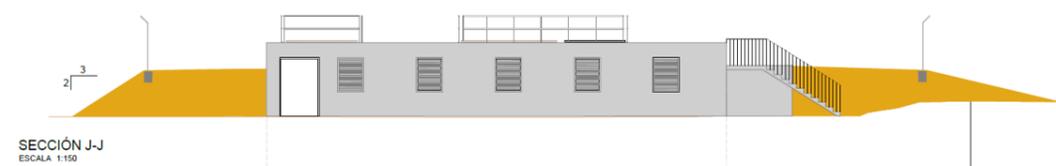


Figura 13. Sección JJ de la estación de filtrado.

## 12.2 - RED DE RIEGO

### 12.2.1 - MOVIMIENTO DE TIERRAS

Se ha previsto la ejecución de las zanjas con medios mecánicos. Se incluye una partida de apertura y mantenimiento de pista previa para la excavación de la zanja que incluye el desbroce en todo tipo de terreno, la retirada y posterior reposición de 20 cm de tierra vegetal en una anchura variable en función del material y DN de las tuberías, reposición de muros y todo lo especificado en el Doc 03 Pliego de prescripciones.

La anchura máxima de la pista previa será en función del material y diámetro de la tubería, según cuadro adjunto. La pista previa puede observarse en los planos de secciones tipo 7.A y coincide con la franja de ocupación temporal.

Material	Diámetro tuberías (DN)	Ancho de pista previa / Franja ocupación (m)
PEAD	≤ 140	7,0
PEAD	160 ≤ DN ≤ 500	10,0
PEAD	000 ≤ DN ≤ 630	12,0
PEAD	630 ≤ DN ≤ 710	14,0
HPCC	DN 800	20,0
HPCC	900 ≤ DN ≤ 1000	21,0
HPCC	1100 ≤ DN ≤ 1200	22,0
HPCC	1300 ≤ DN ≤ 1400	23,0
HPCC	1500 ≤ DN ≤ 1600	24,0

Tabla 16. Anchos de pista previa/rango de ocupación

La totalidad de las conducciones irán enterradas a una profundidad mínima respecto a la generatriz superior de 1,00 m. Las zanjas, de dimensiones variables dependiendo del diámetro de la tubería (ver planos), tendrán un talud 1H/5V en tuberías de diámetros iguales o inferiores a DN 630 mm, y 1H/3V en tuberías de diámetros superiores. En el caso de las tuberías terciarias se ha considerado taludes 1H/5V.

Los tubos de diámetros superiores a DN 630 mm se instalarán sobre un lecho de 0,15 m de material granular 5-15 mm. Una vez instalado el tubo, se arriñonará con el mismo material granular hasta 90° en caso de ser HPCC y 120° en caso de ser PEAD, se tapaná hasta una altura de 0,30 m por encima de la generatriz superior del tubo con material seleccionado procedente de la propia excavación, cribado a un diámetro 2 cm. Por encima, la zanja se rellenará con material de un diámetro máximo de 10 cm y compactado al 95% del PM, procedente de la excavación. La última capa de relleno de 20 cm será de tierra vegetal si el terreno es cultivable y en caso contrario se utilizará material adecuado de la propia excavación compactado al 95% PM y tamaño máximo inferior a 2 cm.

Los tubos de PEAD de DN ≤ 630 mm se instalarán sobre una cama de 0,10 m de material granular 5-15 mm. Una vez instalado el tubo, se arriñonará y tapaná hasta una altura de 0,30 m por encima de la generatriz superior del tubo con material seleccionado procedente de la propia excavación, cribado a un diámetro de partícula inferior a 2 cm y compactado al 95% del PM. Por encima, la zanja se rellenará con el material adecuado procedente de la excavación compactado al 95% del PM y tamaño máximo

de partícula inferior a 10 cm. La última capa de relleno de 20 cm será de tierra vegetal si el terreno es cultivable y en caso contrario se utilizará material adecuado de la propia excavación compactado al 95% PM y tamaño máximo inferior a 2 cm.

Los tubos de PEAD de la red terciaria se instalarán sobre un lecho rasanteado de material procedente de la propia excavación, de tamaño máximo 2 cm y compactado al 95% del PM. Una vez instalados los tubos, se arriñonarán y tapanán hasta una altura de 0,30 m por encima de la generatriz superior del tubo con material seleccionado procedente de la propia excavación, cribado a un diámetro de partícula inferior a 2 cm y compactado al 95% del PM. Por encima, la zanja se rellenará con el material adecuado procedente de la excavación compactado al 95% del PM y tamaño máximo de partícula inferior a 10 cm. La última capa de relleno de 20 cm será de tierra vegetal si el terreno es cultivable y en caso contrario se utilizará material adecuado de la propia excavación compactado al 95% PM y tamaño máximo inferior a 2 cm.

Los materiales del relleno de las zanjas son:

- Relleno con grava de cantera de 5 a 15 mm en cama y arriñonado de tubería, tendido y compactación al 70% de su densidad relativa.
- Cama con material procedente de la propia excavación, de tamaño máximo 2 cm y compactado al 95% del PM.
- Relleno de zanjas en laterales y envolvente de tubo colocado, con suelos seleccionados de la propia obra, de tamaño máximo inferior a 2 cm, incluyendo selección de suelos, tendido, humectación y compactación al 95% del PM.
- Relleno de zanjas por encima del envolvente del tubo, con suelos adecuados procedentes de la obra, de tamaño máximo inferior a 10 cm, incluyendo selección de suelos, tendido, humectación y compactación al 95% del PM.
- Relleno de zanjas con tierra vegetal si el terreno es cultivable y en caso contrario con tierras adecuadas procedentes de la obra, de tamaño máximo inferior a 2 cm, incluyendo selección de suelos, tendido, humectación y compactación al 95% del PM.

Viendo la clasificación de la zona, se considera que prácticamente todos estos materiales provendrán de la propia obra, siendo sólo necesario préstamo del lecho granular y el arriñonamiento granular. Así, el movimiento de tierras de la obra va a generar un excedente de 33.980,52 m<sup>3</sup> de tierras. Este volumen se esparcirá a lo largo de la red de tuberías (proceso de consolidación natural del suelo) y, en consecuencia, no se considera que exista un excedente de tierras para ser trasladado a vertedero.

### 12.2.2 - TUBERÍAS

La red secundaria está conformada por tuberías de HPCC y PE, con timbrajes que dependen del material.

La longitud total es de 56.818,806 metros.

Tubería	Diámetro nominal (DN)	Timbraje	Longitud (m)	Porcentaje (%)
HPCC	1200 - 800	PN7,5 - PN5	3.581,50	6,30%
PEAD	710 - 75	PN16 - PN6	53.237,56	93,70%
<b>TOTAL</b>			<b>56.819,06</b>	<b>100%</b>

Tabla 17. Red secundaria Sector 3

### 12.2.3 - HIDRANTES DE RIEGO

El número de hidrantes del sector es de 215, aunque existen 212 agrupaciones (una con hidrante duplicado y otra con hidrante triplicado).

Estos hidrantes se distribuyen en individuales y colectivos.

Tipo de hidrante	Nº
Individual	26
Colectivo	189
<b>TOTAL</b>	<b>215</b>

Tabla 18. Tipo de hidrante

#### 12.2.3.1 - INDIVIDUALES

El desglose de hidrantes individuales es:

Tipos de hidrante	Denominación Hidrante	DN	Número
Individual	I-3	2"	1
Individual	I-4	4"	7
Individual	I-6	6"	15
Individual	I-8	8"	3
<b>TOTAL</b>			<b>26</b>

Tabla 19. Tipo de hidrantes individuales.

Existe un caso particular correspondiente a la Agrupación G030096 con hidrante individual donde la superficie de la explotación es demasiado grande y por tanto se hace necesario colocar tres hidrantes individuales, uno con una toma de 8" y dos con una toma de 6". Asimismo en la Agrupación G030093 la superficie de la explotación es demasiado grande y se hace necesario colocar dos hidrantes individuales, uno con una toma de 8" y otra con toma de 6":

- G030093: I-6 + I-8
- G030096: 2 x I-6 + I-8

#### 12.2.3.2 - COLECTIVOS

La distribución de los 189 hidrantes colectivos se presenta a continuación:

Tipo de hidrante	Nº tomas	Número
Colectivo	2	13
Colectivo	3	21
Colectivo	4	27

Tipo de hidrante	Nº tomas	Número
Colectivo	5	28
Colectivo	6	22
Colectivo	7	33
Colectivo	8	12
Colectivo	9	15
Colectivo	10	16
Colectivo	11	2
<b>TOTAL</b>		<b>189</b>

Tabla 20. Hidrantes colectivos

DN (compuerta y filtro cazapiedras)	Nº.
3"	28
4"	144
6"	17
<b>TOTAL</b>	<b>189</b>

Tabla 21. DN hidrantes colectivos.

#### 12.2.3.3 - CARACTERÍSTICAS DE LOS HIDRANTES Y CASETAS

En los planos del proyecto se pueden observar los diferentes tipos de casetas que existen para alojar a los hidrantes del sector. Los hidrantes están formados por tuberías y colectores ejecutados en taller de polietileno PE100 PN16 y por el conjunto de válvulas y equipos que se muestran en los planos del proyecto según sea hidrante individual o colectivo.

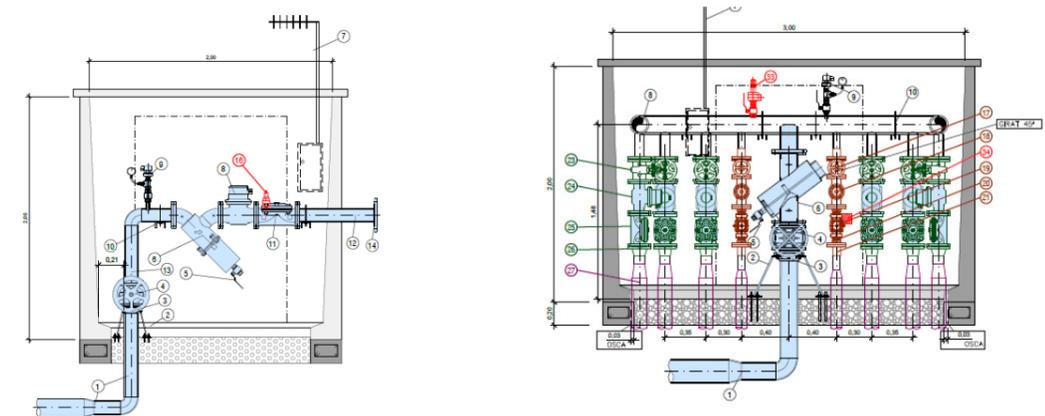


Figura 14. Configuración de los hidrantes individuales y colectivos.

Las casetas que alojarán a los hidrantes serán prefabricadas de hormigón armado de color pardo con puerta de acero galvanizado de dos hojas. Esta caseta se instala sobre losa de hormigón armado HA-25 y éste sobre una base de gravas 20/40.

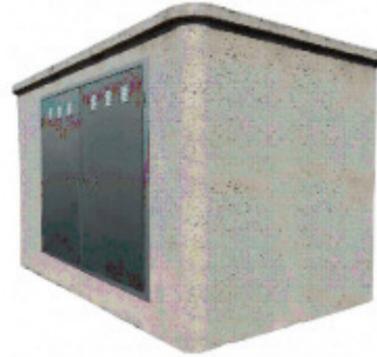


Figura 15. Detalle de caseta por hidrantes.

Las dimensiones de la caseta según el tamaño del hidrante individual se presenta a continuación

Hidrante individual	Dimensiones de la caseta (m)
3"	1,5x1,0x1,95
4"	2,0x1,0x2,0
6"	2,5x1,0x2,0

Tabla 22. Dimensiones casetas a los hidrantes individuales.

Para el caso de los hidrantes colectivos la relación de casetas es la siguiente:

Hidrante colectivo	Dimensiones de la caseta (m)
3"	2,0x1,0x2,0
	2,5x1,0x2,0
	3,0x1,5x2,0
4"	2,0x1,0x2,0
	2,5x1,0x2,0
	3,0x1,5x2,0
6"	2,0x1,0x2,0
	2,5x1,0x2,0
	3,0x1,5x2,0

Tabla 23. Dimensiones casetas a los hidrantes colectivos.

Por un tamaño de hidrante colectivo le corresponderá una u otra dimensión de casetas de acuerdo a la configuración de las tomas.

Si se clasifican los hidrantes por tipología de casetas, individuales o colectivas, la relación es:

Tipo de caseta	Nº.
Individual	26
Colectiva	189
<b>TOTAL</b>	<b>215</b>

Tabla 24. Tipo de casetas

Por lo que respecta a la relación de casetas por agrupación/hidrante, el número de casetas totales del sector es de 215 unidades, 3 más que Agrupaciones (212). Esta diferencia entre el número de casetas y Agrupaciones se debe a dos circunstancias particulares que se exponen a continuación:

- La agrupación G030101 que por tamaño le corresponden dos hidrantes individuales, uno de 8" y uno de 6" (I-8 + I-6) se sitúan 2 casetas, una por hidrante, de dimensiones 3,5x1,5 (1 caseta ) y 2,5x1,0 (1 caseta). Y existe una agrupación de estas características.
- Asimismo a la Agrupación G030108 le corresponden tres hidrantes individuales, uno de 8" y dos de 6" (I-8+2xI-6). Se sitúan 3 casetas, una de dimensiones 3,5x1,5 (1 caseta) y dos de 2,5x1,0 (2 casetas).

#### 12.2.4 - RED TERCIARIA

La red terciaria está constituida por tuberías de PE con diámetros entre DN450 y 50, y timbrajes de PN16 a PN6. La longitud total es de 130.119,20 m.

Material	Diámetro nominal (DN)	Timbraje	Longitud (m)	Porcentaje (%)
PEAD	450	PN16	8,50	0,007%
PEAD	400	PN8	1,26	0,001%
PEAD	355	PN8	2,28	0,002%
PEAD	280	PN10	5	0,004%
PEAD	200	PN16-PN8	7,43	0,006%
PEAD	180	PN10-PN6	475,80	0,365%
PEAD	160	PN16-PN8	1.342,78	1,031%
PEAD	140	PN10-PN6	2.352,37	1,807%
PEAD	125	PN16-PN6	9.666,78	7,425%
PEAD	110	PN16-PN6	17.587,40	13,508%
PEAD	90	PN16-PN8	31.420,44	24,133%
PEAD	75	PN16-PN8	36.444,61	27,991%
PEAD	63	PN16-PN8	26.725,66	20,527%
PEAD	50	PN16-PN8	4.159,19	3,194%
<b>TOTAL</b>			<b>130.119,20</b>	<b>100%</b>

Tabla 25. Red terciaria Sector 3

El final de la red terciaria se ejecutará mediante un tapón en la tubería de polietileno ubicada en un tubo PE corrugado de doble capa.

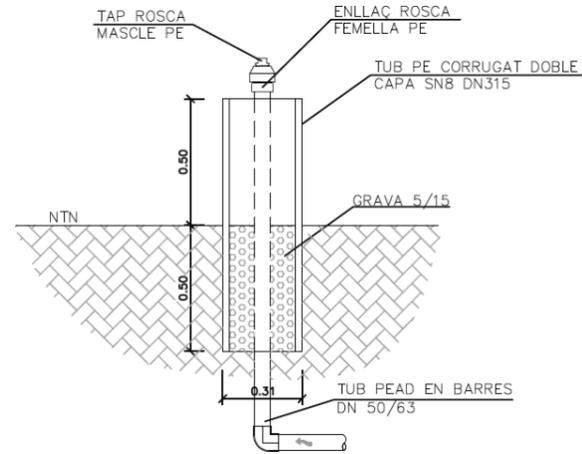


Figura 16. Detalle final red terciaria.

### 12.2.5 - SECCIONAMIENTOS

Los seccionamientos tienen como objetivo la delimitación de zonas de riego con funcionamiento independiente. De esta forma, se posibilita el funcionamiento general de la red de riego en caso de que una parte de la misma quede inutilizada por una avería.

La tipología se presenta en los planos "Red secundaria. Seccionamientos". En total existen 22 seccionamientos distribuidos por la red. La relación y tipos de seccionamientos se muestran en la Tabla siguiente:

SECTOR 3 CANAL DE PINYANA								
SECCIONAMIENTO					ÁREA DE SECCIONAMIENTO			
Nº	RAMAL	PK	TIPOS	SUBTIPO	RAMAL	ÀREA (ha)	ÀREA TOTAL (ha)	ÀREA TOTAL R1 (ha)
1	TUBERÍA PRIMÀRIA	0+000	FILT	-	-	-	-	-
2	TUBERÍA PRIMÀRIA	4+650	ASFP	ASFP-1300	-	-	-	1880,39
3	R1	0+000	ADFP	ADFP-BH 1300 - 1200 / 630 - 400	R1-2	216,93	287,13	-
4					R1-1	70,20		
5	R1	1+109,95	ASFP	ASFP-BH 1200 - 1100 / 500	R1-3	117,46	117,46	-
6	R1	1+428,59	ADFP	ADFP-BH 1100 - 1100 / 280 - 250	R1-4	29,50	51,22	-
7					R1-5	21,72		
8	R1	1+838,76	ATFP		R1	-	-	1155,25

SECTOR 3 CANAL DE PINYANA								
SECCIONAMIENTO					ÁREA DE SECCIONAMIENTO			
Nº	RAMAL	PK	TIPOS	SUBTIPO	RAMAL	ÀREA (ha)	ÀREA TOTAL (ha)	ÀREA TOTAL R1 (ha)
9				ATFP-1100 / 1000 - 355 - 500	R1-6	86,14	269,33	-
10					R1-7	183,19		
11	R1	2+535,15	ATFP	ATFP-1000 / 900 - 355 - 710	R1	-	-	890,51
12					R1-8	56,76	145,21	-
13					R1-9	88,46		
14	R1	2+994,90	ADFP	ADFP-BH 900 - 800 / 400 - 315	R1-10	80,39	118,27	-
15					R1-11	37,89		
16	R1	3+591,18	ATFP	ATFP-800 / 710 - 450 - 710	R1-12	100,57	129,78	-
17					R1-13	29,21		
18					R1	-	-	337,25
19	R1	4+387,78	ASPE	ASPE 630 / 630	R1	209,27	209,27	209,27
20	R1-9	1+969,87	ASPE	ASPE 630 / 630	R1-9	119,52	119,52	-
21	R1-13-2	0+006,50	ASPE	ASPE 500 / 500	R1-13-2	154,22	154,22	-
22	R1-13	1+589,43	ASPE	ASPE 630 / 630	R1-13	150,99	150,99	-

Tabla 26. Seccionamientos en el ámbito del proyecto del Sector 3 de Canal de Pinyana

En la columna "tipo" de la anterior Tabla se presentan los tipos de seccionamientos, que se pueden agrupar en cuatro grupos:

- ASFP: Seccionamiento en arqueta en tubería HPCC
- ADFP: Arqueta de derivación HPCC con dos ramales con boca de hombre (tubería HPCC, tomas PEAD)
- ATFP: Seccionamiento triple en arqueta (tubería HPCC, tomas PEAD)
- ASPE: Seccionamiento en arqueta en tubería PEAD

En cuanto a los seccionamientos de tipo ASFP, éstos incluyen:

- los seccionamientos en arqueta en la tubería primaria HPCC (1 caso)
- Las arquetas de derivación HPCC con 1 ramal (1 caso)

El primer caso corresponde a un seccionamiento de la tubería principal (tubería primaria), sin presencia de derivaciones. El seccionamiento se encuentra en el PQ 4+650.

En segundo caso, corresponde a una derivación de la tubería HPCC que se realiza por la parte superior del tubo mediante una boca de hombre. Esta boca de hombre se ubica en el interior de una arqueta prefabricada. El material de las tuberías dentro de la arqueta será de acero.

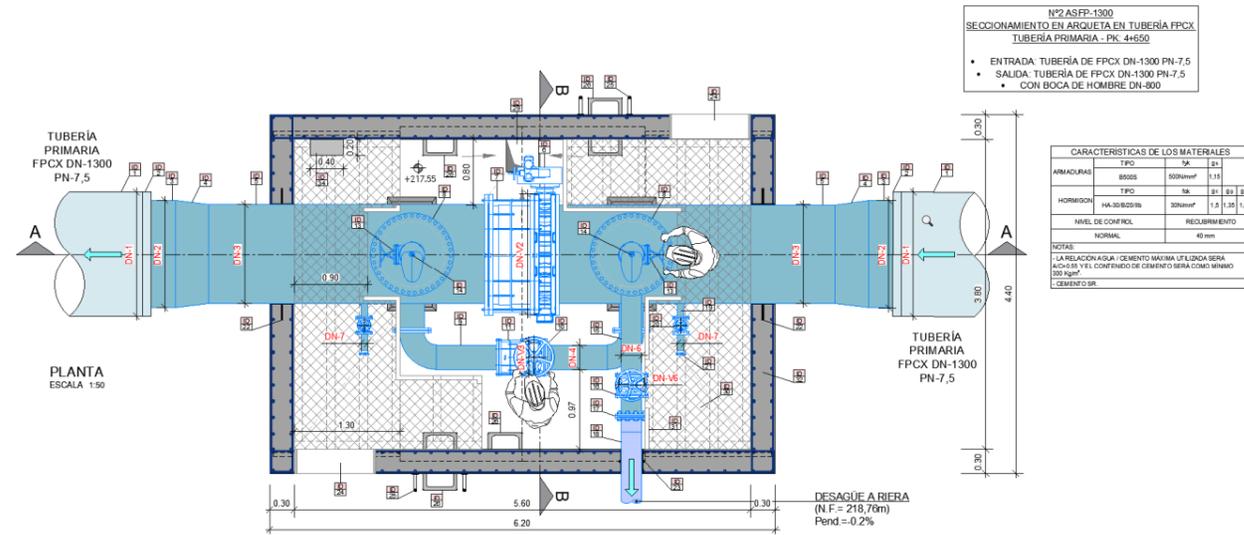


Figura 17. Seccionamiento nº 2 de tipo ASFP. Tubería primaria PQ 4+650.

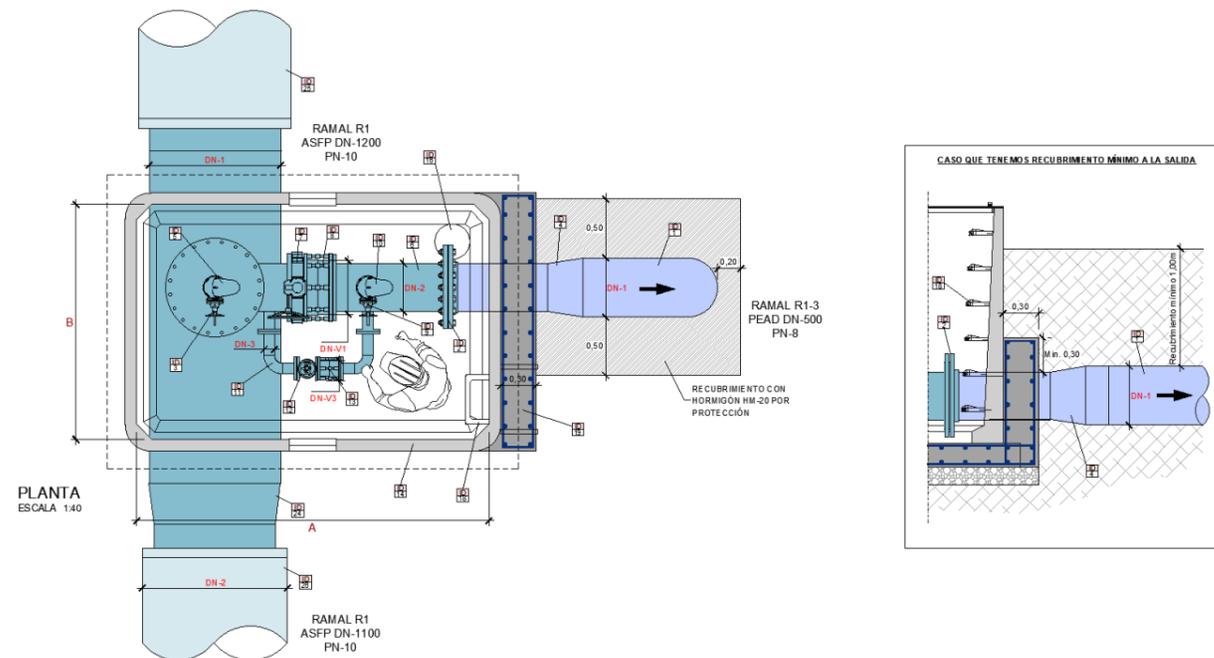


Figura 18. Seccionamiento nº 5 de tipo ASFP. Ramal R1 PQ 1+100.

El caso del tipo "ADFP" corresponde arqueta de derivación HPCC con dos ramales con boca de hombre (tubería HPCC, tomas PEAD). Las derivaciones de la tubería HPCC se realizan por la parte superior del tubo mediante una boca de hombre. El conjunto se ubica dentro de una arqueta de hormigón armado "in situ". El material de las tuberías dentro de la arqueta será de acero.

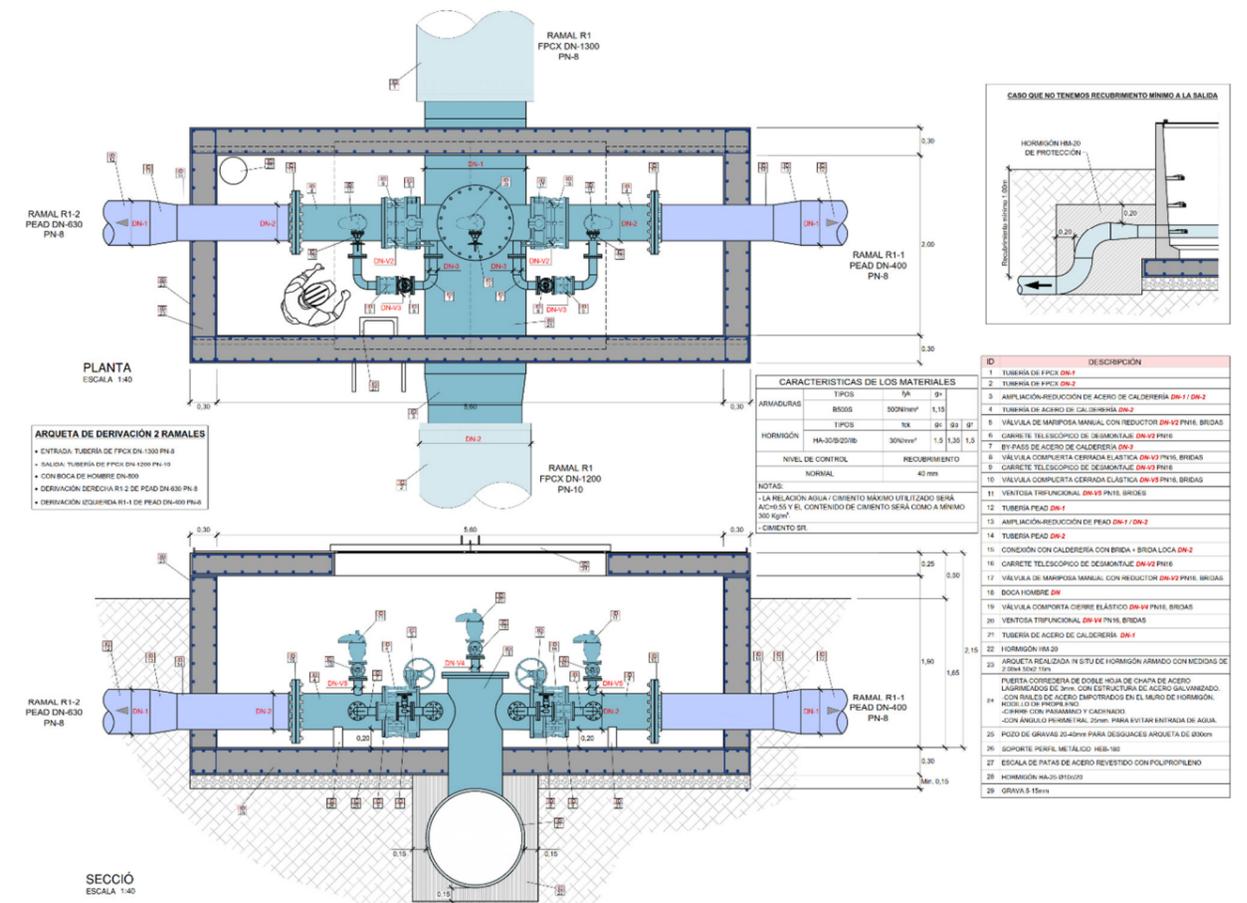


Figura 19. Seccionamientos nº 3-4, 6-7, y 14-15 de tipo ADFP. Diferentes PQ del ramal R1.

El caso del tipo "ADFP" corresponde arqueta de derivación HPCC con tres ramales sin boca de hombre (tubería HPCC, tomas PEAD).

Las derivaciones de la tubería HPCC se realizan por la parte central del tubo. El conjunto se ubica dentro de una arqueta de hormigón armado "in situ". El material de las tuberías dentro de la arqueta será de acero.

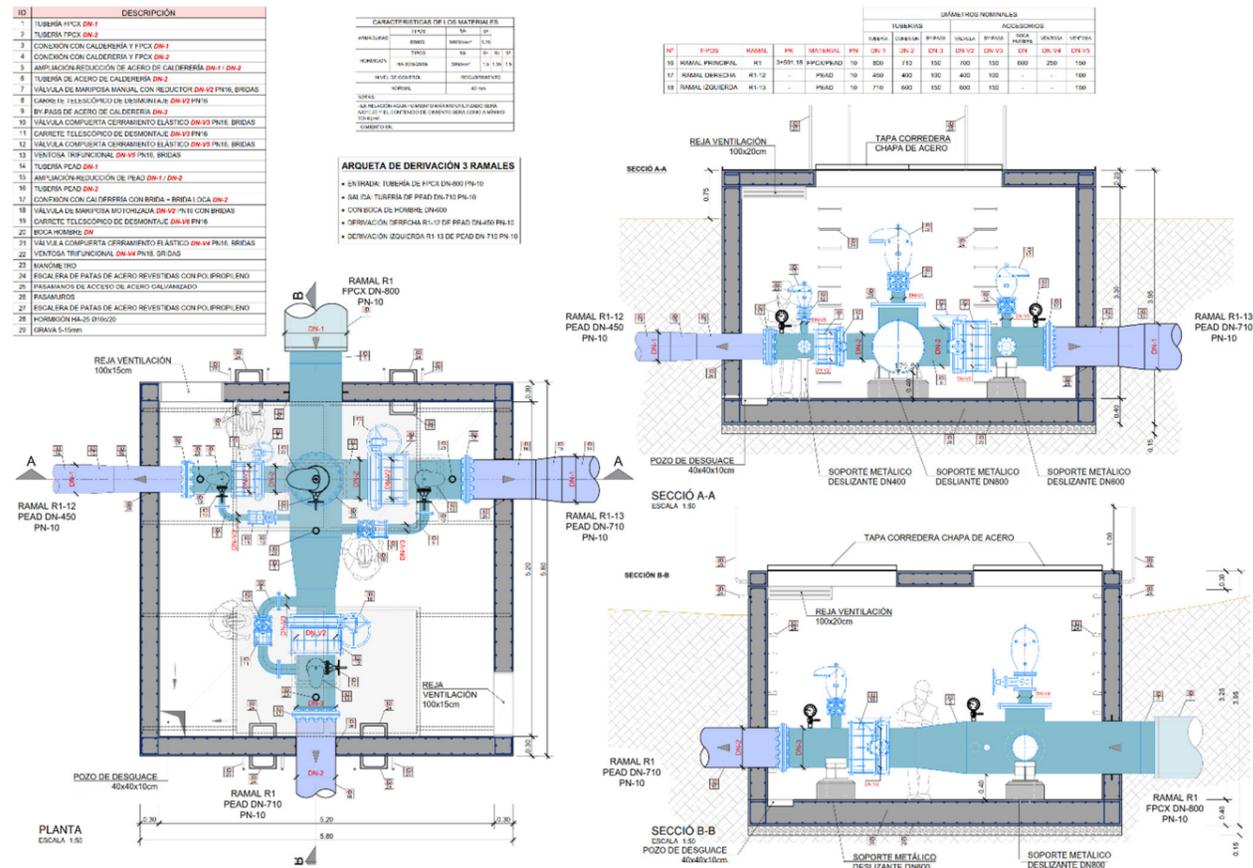


Figura 20. Seccionamiento nº 3 y seccionamientos nº 8-9-10, 11-12-13 y 16-17-18 de tipo ATFP. Diferentes PQ del ramal R1.

Y como último caso, el tipo "ASPE" que corresponde a un seccionamiento en arqueta en tubería PEAD. En estos seccionamientos sólo existe un único seccionamiento en la tubería principal y se utiliza una arqueta prefabricada.

Como en los casos anteriores el material dentro de la arqueta es de acero y se disponen de tapas de acceso a los equipos.

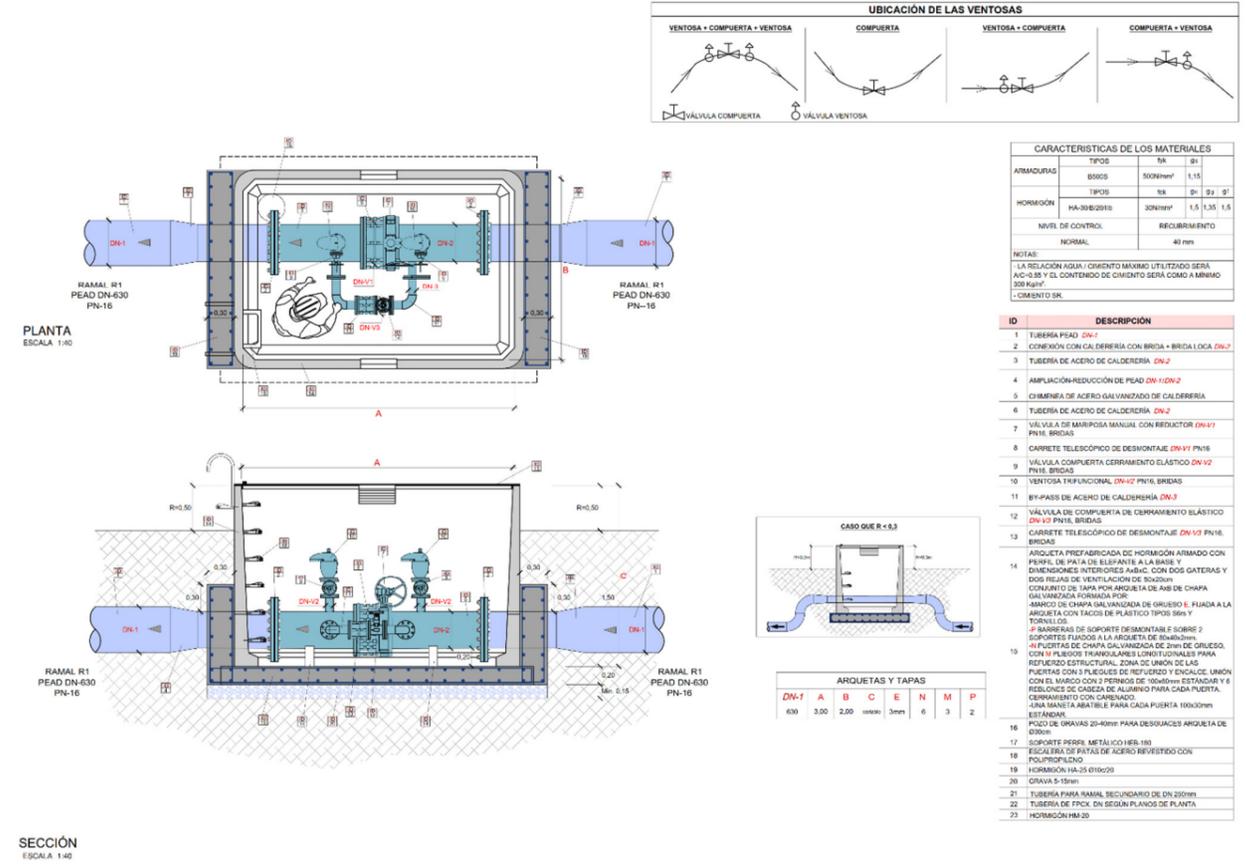


Figura 21. Seccionamiento nº 3 y seccionamientos nº 19, 20, 21 y 22 de tipo ASPE. Diferentes ramales (R1, R1-9, R1-13-2 y R1-13)

### 12.2.6 - VENTOSAS

Para evitar la acumulación de aire en las tuberías que puede provocar sobrepresiones de una magnitud que afectarían de forma grave a la instalación y en el otro caso producir una reducción de la sección de paso con la consecuente pérdida de carga adicional van a dimensionar e instalar ventosas trifuncionales a lo largo de la red de riego y en las infraestructuras hidráulicas asociadas (estación de filtrado, seccionamientos).

Elemento de control de aire	Número
Ventosa trifuncional	189
<b>TOTAL</b>	<b>189</b>

Tabla 27. Ventosas y aductores

El tamaño de las ventosas trifuncionales va de DN50 a DN200.

Diámetro ventosa trifuncional (DN)	Número
50	144
80	15
100	3
150	14
250	13
<b>TOTAL</b>	<b>189</b>

Tabla 28. Diámetros de ventosas trifuncionales.

### 12.2.7 - DESAGÜES

En los puntos bajos de la conducción deben disponerse desagües alojados en arquetas visitables, con el fin de poder vaciar la conducción cuando sea necesario. Se ha previsto la ejecución de 45 desagües en la red con la tipología mostrada en los planos 7.C "Secciones y obras tipos. Desagües"

Tipo de desagües	Número
T-2	45
<b>TOTAL</b>	<b>45</b>

Tabla 29. Desagües.

El rango de diámetros de las tuberías de desagüe es de DN50 a DN250, ubicándose los más grandes en las tuberías de HPCC.

Tubería	Tipo	Diámetro desagüe (DN)	Diámetro boca de hombre (DN)	Número
HPCC	T-2	150	600	1
PE	T-2	150		5
PE	T-2	100		2
PE	T-2	80		15
PE	T-2	50		22
<b>TOTAL</b>				<b>45</b>

Tabla 30. Tipología y diámetros de desagües.

### 12.2.8 - BOCAS DE HOMBRE

Se han dispuesto de bocas de hombre de DN600 a DN800 para permitir las labores de reposición mantenimiento de la red, separadas como máximo 600 m.

Diámetro bocas de hombre (DN)	Número
600	1
800	18
<b>TOTAL</b>	<b>19</b>

Tabla 31. Bocas de hombre.

### 12.2.9 - CRUCE DE INFRAESTRUCTURAS.

El trazado de la red de riego cruza distintas infraestructuras viarias que se encuentran dentro del sector 3: la carretera de la Generalidad de Cataluña C-12 y las carreteras de la Diputación de Lleida LP-9221 y LV-9224b.

Los dos cruces de la red de riego con la carretera LP-9221 se ejecutarán mediante una hincas de tubería de acero. Este método clava una vaina de acero con sistema de perforación por rotación.

En cuanto al cruce de la tubería de aducción, en el interior de la camisa de acero de DN1600 mm y espesor de 12 mm, se instalará otra tubería de acero de DN1300 mm e= 10 mm mediante anillos centralizadores que faciliten su introducción en la vaina. Esta tubería se conectará a la tubería de HPCC de la tubería de aducción por fuera de las arquetas de registro.

Por lo que respecta al cruce del ramal R1-2, la camisa de acero será de DN800 mm y espesor de 8 mm, se instalará otra tubería de acero de DN500 mm e= 6 mm.

En la arqueta de registro norte se instalará una boca de hombre con ventosa para facilitar la reparación interior del revestimiento de la tubería en las zonas de soldadura de tubos. En la arqueta sur la tubería de acero será pasando y se verá la embocadura en la camisa de la hincas en el interior de la arqueta para el control de escapes (al igual que en la arqueta norte). En el caso de la tubería de aducción, aguas arriba del cruce junto a la carretera, irá un seccionamiento que ya llevará incorporada la boca de hombre con la ventosa, y por tanto no se colocará ninguna en las arquetas de la hincas.

El cruce de la carretera C-12 se ejecutará mediante hincas horizontal ejecutada por perforación rotativa con tubo de acero DN800 y espesor de 8 mm. Interiormente se instalará una tubería DN-500 e=6 mm de acero con soldadura helicoidal (ASH) conectada en ambos extremos con la tubería de PEAD del ramal R1-13. Se dispondrán de arquetas de registro a ambos lados de la vía.

La perforación se atacará desde aguas abajo para facilitar la extracción de tierras.

Para llevar a cabo la perforación es necesario realizar una excavación en forma de pozo con paredes de talud 1H:1,5V en los laterales y un talud 1H:1,5V en el lado contrario de la perforación por encima del muro de reacción.

Para poder realizar el empuje hidráulico, la máquina de perforación requiere una losa y un muro de hormigón armado para poder soportar la reacción de los gatos hidráulicos. Tanto la losa como el muro, una vez finalizados los trabajos, se demolerán. La construcción de la losa debe ejecutarse con la misma pendiente que la que se realiza la perforación de cada tubo.

En la salida de la hincas, se ejecutará la excavación para el pozo de recepción de los tubos.

Al finalizar, se ejecutará una obra de fábrica en forma de arquetas que actuarán como punto de registro de carreteras. Estas arquetas se ejecutarán in situ de hormigón armado y presentan dimensiones interiores variables según el caso (3,0 x 3,0 m y 5,55 m de altura, 2,5 x 2,5 m y 3,90 m de altura). Las arquetas llevarán una tapa y en su interior se colocarán patas de acceso de acero recubiertos de polipropileno.

Tanto la excavación de los pozos de ataque y de recepción como de las dos arquetas, tendrán que estar fuera de la distancia de 8 m que marca la zona de servidumbre de la carretera. Esta distancia se tiene en cuenta a partir de la arista exterior del terraplén o desmonte de la carretera.

A continuación, se detallan las principales características de las perforaciones:

**Cruces**

Carretera	Núm. Cruce	Ramal	Material y DN (mm)			Longitud (m)	Tipos de hinca
			Tubería de riego	Vaina	Tubería interior		
C-12	1	R1-13	PEAD 500	Acero 800	ASH 500	24,90	Rotación
LP-9221	2	Primaria	HPCC 1300	Acero 1.600	ASH 1300	22,40	Rotación
	3	R1-2	PEAD 400	Acero 800	ASH 400	27,98	Rotación

Tabla 32. Cuadros resumen de cruces con carreteras

En otras afecciones, se contabiliza un paralelismo del trazado de la red primaria y con la carretera LP-9221 y cuatro paralelismos de la red de riego con la A2, la carretera C-12, carretera LP-9221 y la carretera LV-9224b.

En el tramo de paralelismo, tanto la tubería de riego como las obras tipo (ventosas y desagües, en este caso) se situarán fuera de la zona de dominio público de la carretera (como mínimo 8 m desde la arista de explanación, en lo que se refiere a la C-12, LP-9221 y LV-9224b- y).

**Paralelismos**

Carretera	Núm. Paralelismo	Ramal	Material y DN (mm)	Longitud (m)
			Tubería de riego	
C-12	1	R1-13-2-7	PEAD 180	84
A2	2	R1-18	PEAD 250	454
	3	R1-18-1	PEAD 160	136
LP-9221	4	Primaria	HPCC 1300	391,97
	5	R1-2	PEAD 315 a 180	922
LV-9224b	6	R1-9-7	PEAD 110	106

Tabla 33. Cuadros resumen de paralelismos con carreteras

**12.3 - INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

**12.3.1 - ACOMETIDA ELÉCTRICA**

Para suministrar la demanda de energía eléctrica de la Obra de Captación y de la Estación de filtrado se ha solicitado a ENDESA la realización de una nueva acometida eléctrica en el punto de Captación.

El Anexo núm. 19 Acometida eléctrica contempla las características del suministro eléctrico y las potencias demandadas por la instalación.

Partiendo de la petición de nuevo suministro a compañía por una potencia solicitada de 15 kW y la respuesta recibida por parte de compañía se contemplan los siguientes trabajos:

- Trabajos de empalme, refuerzo o adecuación de la red existente y nueva extensión de red, necesarios para unir la instalación proyectada al punto de conexión de la red existente.

En caso de que todos los trabajos vayan a cargo de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal el importe del presupuesto asciende a 10.774,30 euros (IVA incluido).

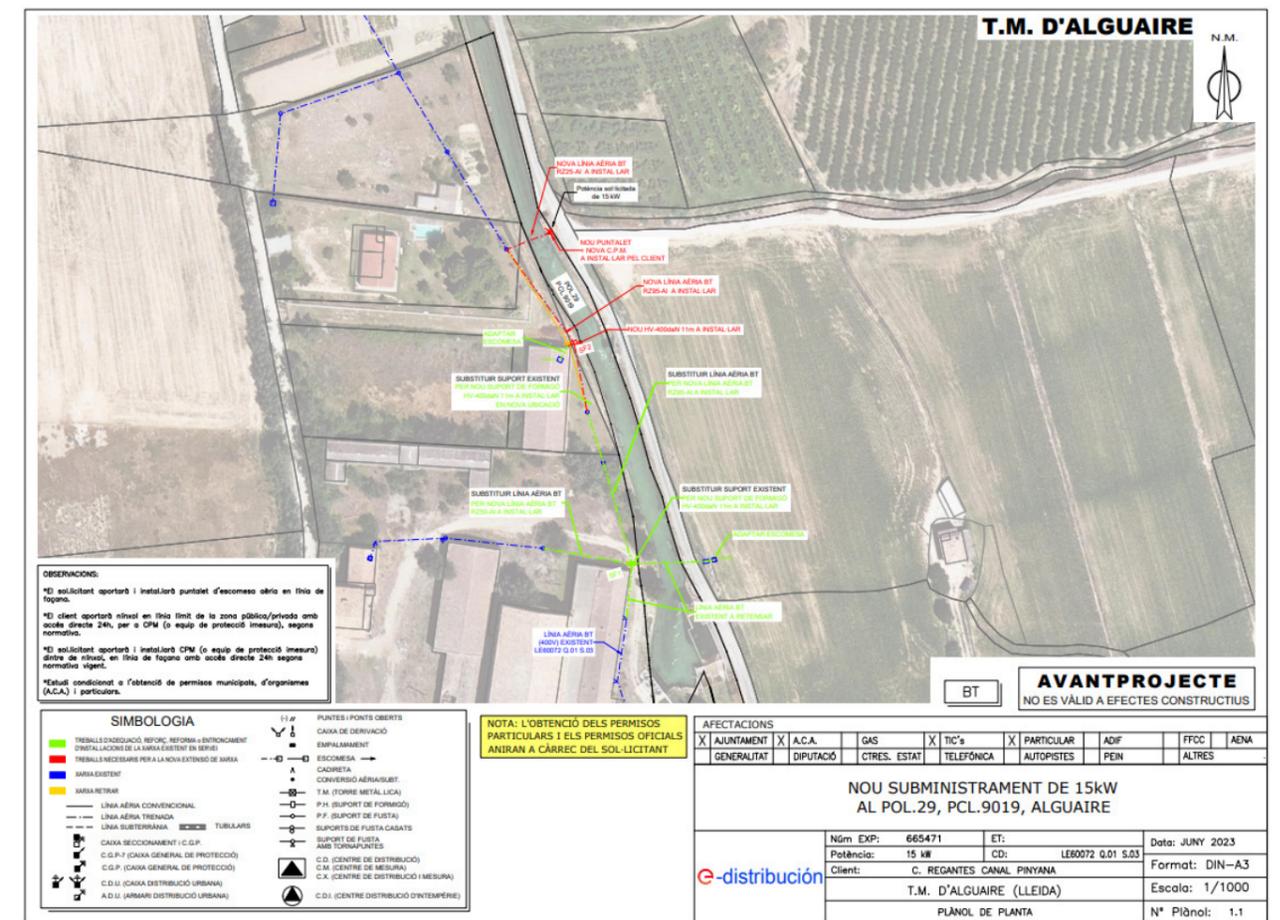


Figura 22. Plano de planta del nuevo suministro de 15 kW.

### 12.3.2 - INSTALACIONES EN BAJA TENSIÓN

En el Anejo núm. 21 Instalaciones eléctricas se contempla el dimensionamiento de las instalaciones eléctricas del Sector 3 del Canal de Pinyana concretamente los siguientes trabajos:

- Instalación de cuadro de acometida en BT tipo TMF1 junto a la puerta de acceso del recinto de la estación de filtrado, según normas de compañía suministradora. En este caso ENDESA
- Derivación individual desde el cuadro de acometida hasta el cuadro general de protección y distribución (CGPD) situado en el interior de la estación de filtrado.
- Cuadro General de Protección y distribución situado en la caseta de filtrado.
- Acometidas desde el CGPD hasta cuadros locales:
  - En estación de filtrado: Cuadro local para el equipo de filtración (CLF-1)
  - En estación de filtrado: Cuadro local para el equipo de filtración (CLF-2)
  - En estación de filtrado: Cuadro de enchufes tipo CETAC (16A)
  - En el exterior de la estación de filtrado: Cuadro de enchufes tipo CETAC (16A)
  - En el exterior: comporta deslizante, Cuadro local reja y cinta transportadora

Cada subcuadros alimenta a los consumidores asociados a los equipos

- 4 Acometidas eléctricas a los actuadores de las válvulas de mariposa
  - Pasos de cables con bandejas y/o tubos
- Líneas de alumbrado interior fuerza y alumbrado de emergencia
- Líneas de alumbrado exterior
- Arquetas y canalizaciones por paso de cables desde el CGPD hasta los cuadros exteriores y el actuador de la compuerta de toma.
- Red de tierras

A continuación, se muestra una Tabla resumen de las potencias máximas previstas para el CGD

Potencias eléctricas CGPD	
Potencia total instalada	22,82 kW
Potencia total simultánea	13,51 kW
Potencia total simultánea (en kVA)	16,89 kVA

Tabla 34. Potencias totales

Se ha estimado una potencia simultánea de la orden de 13,51 kW.

A continuación, se presenta el esquema y situación de los cuadros eléctricos de la nueva instalación:

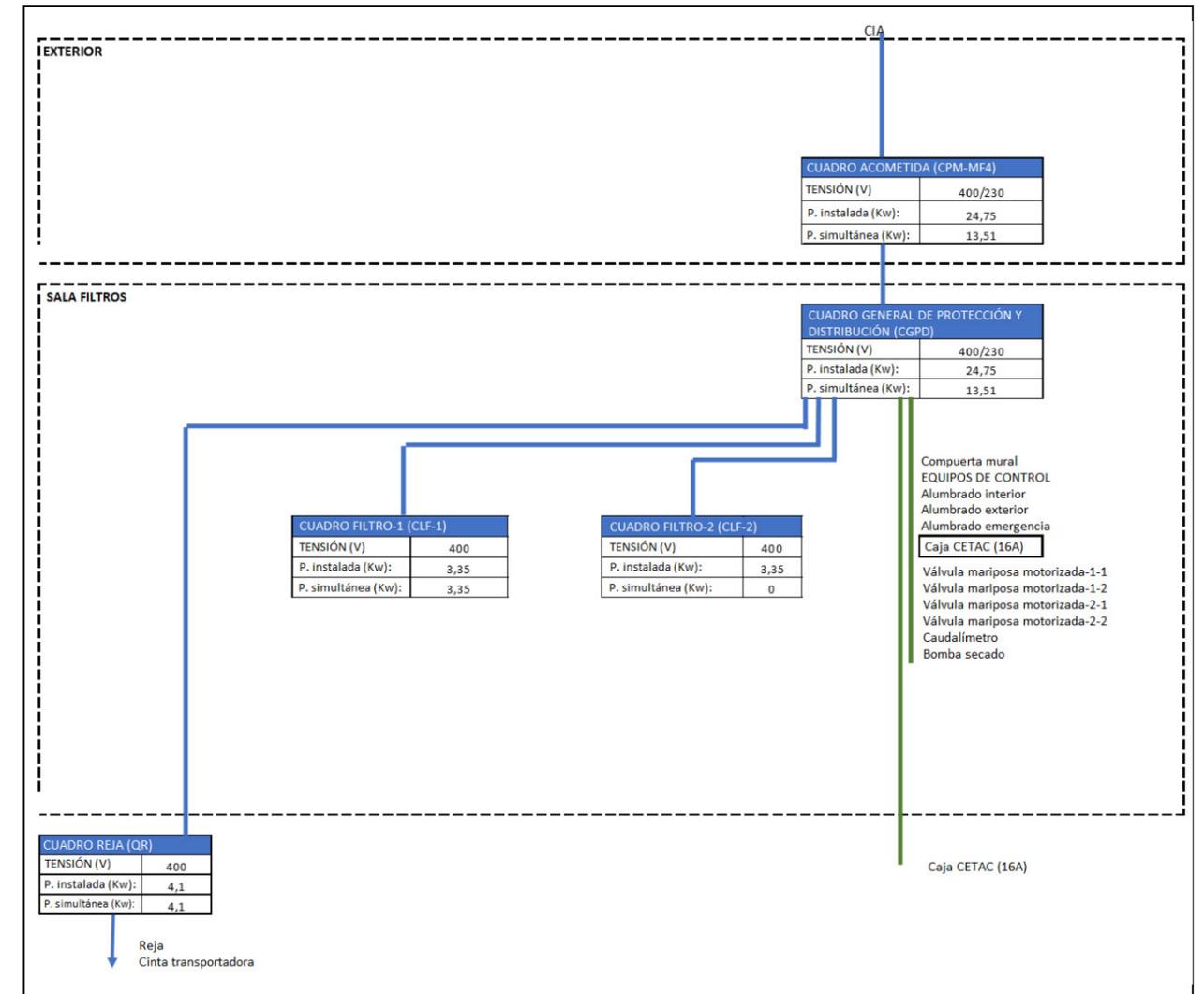


Figura 23. Esquema y situación de los cuadros eléctricos.

### 12.4 - TELECONTROL

En el Anejo núm. 21 Automatización y control se contempla las características y el dimensionamiento del sistema de control del regadío.

El sistema de automatización y control de la red de riego del Sector 3 monitorizará los siguientes elementos:

- Hidrantes o casetas de riego distribuidas por toda la red secundaria, y más concretamente los elementos hidráulicos de las tomas, válvula hidráulicas y contadores.
- Los equipos de filtrado dentro de la estación ubicada en el pK 0+000 de la tubería primaria.
- Elementos hidráulicos del seccionamiento de la tubería primaria en el PQ 4+650.

### 12.4.1 - ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El sistema de telecontrol de la red de riego sigue una estructura jerárquica, en la que se distinguen 3 niveles principales, que ordenados de mayor a menor gradación serían: Plataforma de Control, Unidades Concentradoras y Terminales Remotas.

- **Unidades remotas.** Se sitúan en las casetas de los hidrantes y estación de filtrado y son los elementos de campo que controlaron los elementos hidráulicos (VH y C(\*)). Dispondrán de 2 a 10 salidas latch y 3 a 12 entradas digitales, pudiendo incorporar hasta 2 entradas analógicas. La comunicación de cada unidad remota con la unidad concentradora se realizará vía radio utilizando la banda UHF. La alimentación del sistema será mediante pilas.
- **Unidades concentradoras.** Son el elemento de campo en el que su función será concentrar las comunicaciones vía radio UHF de cada unidad remota que emite desde los hidrantes y la estación de filtrado y transmitir esta información hacia el Centro de Control vía GPRS. De esta forma estas unidades controlarán todas las unidades remotas de la red de riego.
- **Control centralizado basado en plataforma web.** Permite el control de todos los elementos que están integrados en el sistema de automatización de la red mediante la propia plataforma, que se puede activar en cualquier punto con conexión a internet.

(\*) En aquellos casos donde el hidrante colectivo presente tomas DN 1" se contempla conjunto válvula hidráulica tipo DOROT modelo GAL + Contador tipo GAER GMM MULTIJET U0D0. En aquellos casos en los que el hidrante colectivo presente tomas DN >1" se contempla únicamente válvula hidráulica volumétrica de la serie BERMAD Serie IR-900, que integra la válvula hidráulica y contador de agua tipo Woltmann.

### 12.4.2 - TERMINALES REMOTAS

Son el nivel jerárquico inferior, y están ubicadas cerca de los elementos a controlar, que se pueden dividir en dos grandes grupos: sensores y actuadores.

Los sensores son los elementos encargados de recabar la información de la red y concretamente de las variables del sistema. Están conectados a las entradas de las terminales remotas y producen una señal eléctrica que informa de un cambio físico o químico. Pueden ser analógicos, digitales o emisores de pulsos:

- Sensores analógicos. Producen una señal eléctrica proporcional al fenómeno medido que normalmente oscila entre los 4 y los 20 mA o entre los 0 y 10 V.
- Sensores digitales. Producen una señal de que sólo tiene dos estados.
- Emisores de pulsos de los contadores. Son sensores que nos proporcionan información de los volúmenes consumidos.

Los actuadores son los dispositivos de maniobra del sistema en los que la modificación de su estado puede desencadenar diferentes acciones en la red, destinadas a modificar los valores de las variables del sistema (electroválvulas, válvulas hidráulicas, válvulas motorizadas, relés, electroimanes, etc.).

Existirán unidades remotas en las casetas de los hidrantes, en la estación de filtrado de la red de riego del Sector 3 y también en el seccionamiento de la tubería primaria en el PQ 4+650.

Se contemplan unidades remotas IoT las cuales disponen 5 a 10 salidas latch y de 6 a 12 entradas digitales. Pueden incorporar hasta 2 entradas analógicas. Comunican vía radio a la banda UHF con la unidad concentradora que las controla. Se alimentan mediante pilas.

Se deben controlar 1127 tomas, las cuales se encuentran repartidas en 213 hidrantes y 217 casetas asociadas. El número de tomas por hidrante puede variar de 1 hasta 11 ud.

A partir del solenoide de las válvulas hidráulicas la unidad remota controlará al equipo. De la misma forma los pulsos emitidos por los contadores serán contabilizados por la unidad mientras que los sensores analógicos serán controlados por una entrada analógica.

En la estación de filtraje se integrarán los controladores de los equipos con el sistema de automatización de la red.

Las casetas de riego dispondrán de un sensor de intrusión con una entrada digital en la unidad remota.

Para monitorizar los datos de presión de la red se instalarán 20 transductores de presión, 2 en estación de filtrado, 1 en el seccionamiento de la tubería primaria en el PQ 4+650 y 17 en casetas de hidrantes. Los 17 transductores de presión se asocian a los últimos hidrantes de aquellos ramales que presentan una longitud superior a 1000 metros. Estos 17 ramales son los siguientes: R1, R1-2, R1-2-1, R1-3, R1-5, R1-6, R1-7, R1-9, R1-9-2, R1-9-3, R1-10, R1-12, R1-13, R1-13-2, R1-8.

Se deberá prever una entrada analógica para el control de los equipos en la unidad remota de estas casetas.

El número de total de unidades remotas a controlar es 215 (213 unidades por hidrantes, 1 unidad en la estación de filtrado 1 una última unidad en el seccionamiento de la tubería primaria en el PQ 4+650).

### 12.4.3 - UNIDADES CONCENTRADORAS

Son el segundo nivel jerárquico y actúan como puente entre la Plataforma de Control y las Terminales Remotas. Estas unidades deben tener capacidad para actuar de forma autónoma de la Plataforma de Control y permitir aliviar la carga del mismo. Se disponen sobre la superficie a controlar con un número que dependerá de la topología del sistema, así como del número de Unidades Remotas que llevan asociadas. Éstas irán situadas en lugares estratégicos con el fin de garantizar una buena comunicación con las unidades remotas

Una unidad concentradora puede controlar hasta un máximo de 128 unidades remotas SKR IoT. Sin embargo, están sujetas a la ubicación de las unidades remotas ya las características del terreno. Por eso es necesario realizar un estudio radioeléctrico del sitio para decidir el número de concentradoras necesario y su ubicación. En este estudio se consideran los siguientes puntos:

- a) El número de unidades remotas ya se ha comentado que el límite máximo es de 128 unidades remotas por concentradora.
- b) La posición relativa de las remotas respecto a la concentradora. En función de la orografía del terreno se establecen distancias máximas medias entre los 4 y los 7,5 kilómetros de separación entre concentradora y remotas.
- c) El relieve del terreno, ya que accidentes geográficos como montañas pueden dificultar la comunicación directa entre una unidad remota y una unidad concentradora situada a poca distancia.

En caso de que nos ocupe, se controlarán 215 unidades remotas distribuidas por una superficie que no supera los 8,6 kilómetros de extremo a extremo (del seccionamiento a la remota R128).

La red de tomas se encuentra en una superficie de menos de 6,2 km de punta a punta, pero la remota del Seccionamiento está alejada 2,5 km al norte de la red de tomas.

En la estación de filtrado, al estar muy alejada, no se ha dimensionado un cuadro que comunicará GPRS, por lo que no afecta al dimensionado de las unidades concentradoras.

Por número de unidades remotas, se necesitarían 2 unidades concentradoras. Entre los dos puntos a controlar más alejados (seccionamiento y remota R128), se encuentran 8,5 km de distancia. Dos unidades concentradoras podrían cubrir toda la superficie. La distribución de las remotas no obliga a la instalación de más unidades concentradoras

Respecto a la orografía, tan sólo la interposición de algún obstáculo impediría la comunicación entre las concentradoras y alguna de las unidades remotas. Aunque el relieve de la comunidad es muy suave, ideal para la comunicación radio, se ha evaluado pero que las colinas que separan las remotas del límite este con el resto de la instalación pueden afectar a la comunicación (zona sombreada en rojo en la Figura siguiente).

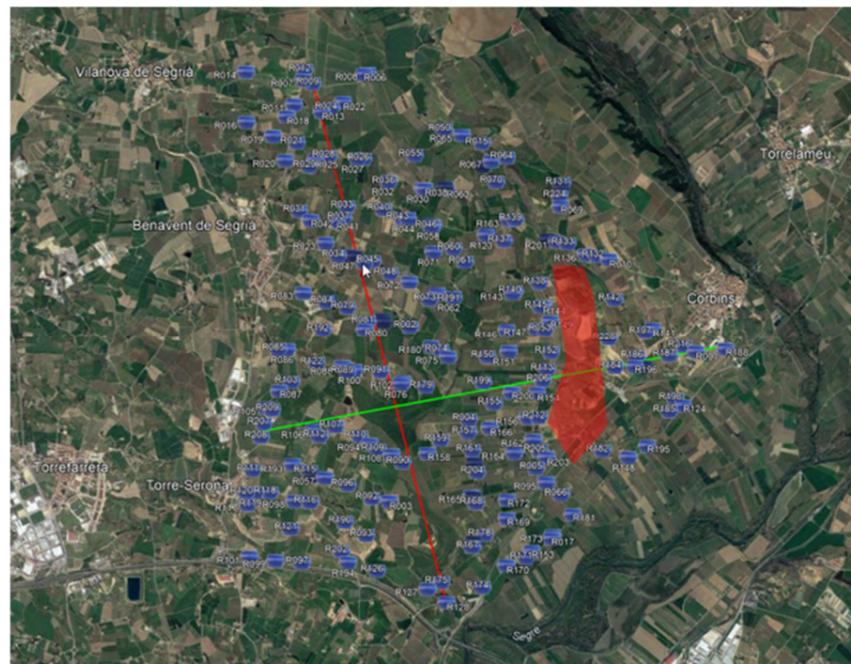
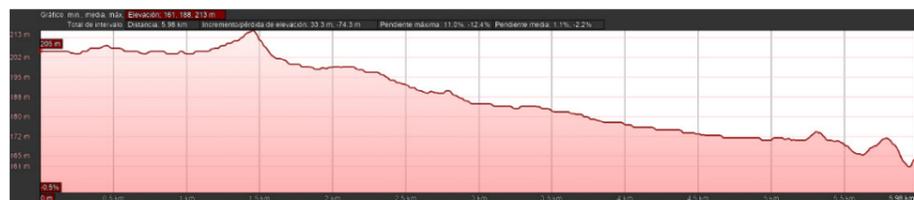


Figura 24. Puntos a controlar. Alineaciones Noroeste sudeste (rojo) y Oeste-este (verde).



## MEMORIA



Figura 25. Perfiles longitudinales. Noroeste sudeste (superior) y oeste-este (inferior),

En este contexto se consideró necesario realizar un estudio radioeléctrico que muestre la incidencia de estas colinas en las transmisiones. Del estudio radioeléctrico de las comunicaciones (descrito en el anejo 21) se constata que efectivamente las colinas afectan a la comunicación radio haciendo necesaria la inclusión de una tercera unidad concentradora.

La ubicación propuesta por las tres concentradoras es:

- Concentradora 1:ETRS89X:304.832,2344Y:4617052,564
- Concentradora 2:ETRS89 X: 304.224,7265 Y:4620474,635
- Concentradora 3:ETRS89 X: 307.127,5810 Y:4617212,586

Por tanto, para el control de las 215 unidades remotas IoT, se necesitan tres unidades concentradoras. Estas unidades irán alimentadas mediante panel solar e instaladas en un báculo.

### 12.4.4 - CENTRO DE CONTROL

La Plataforma de control es el Software de gestión de los sistemas que dispondrá de tecnología web para ser operada remotamente, desde distintos dispositivos que la Comunidad de Regantes CCRR disponga (PCs, tablets y teléfonos) con distintos perfiles de accesos.

Es el nivel jerárquico superior y el que gobierna todo el sistema. Éste tiene principalmente la capacidad de procesar y monitorizar la información de las variables del sistema suministradas por los sensores, controlar los diferentes procesos de la red y actuar sobre los dispositivos de maniobra. La adquisición de la información y la actuación sobre los dispositivos de maniobra se realiza vía Unidades Concentradoras y Terminales Remotas asociadas.

La principal función de la Plataforma de Control es la de visualizar claramente y de forma sencilla por el usuario toda la información de los equipos controlados por las terminales remotas y las alarmas o errores que tengan lugar, además de permitir enviar de forma clara y sencilla las órdenes de control pertinentes.

El software de gestión del riego desarrollado en tecnología web se basa en el estándar AEN/CTN68/SC2/GT3. No se encuentra en un ordenador local sino en la nube y es accesible por cualquier usuario desde cualquier dispositivo con internet vía web con claves seguras.

La plataforma para dispositivo móvil permite el control desde el móvil de toda la red hidráulica con prácticamente la misma funcionalidad que la plataforma vía Web.

En relación a la ubicación del control de todos los elementos se ha propuesto que éste se emplace en la oficina de la Comunidad General de Regantes del Canal de Pinyana (CGRCP), en la ciudad de Lleida. Sin embargo, dado que el sistema se basa en tecnología web, el control de la instalación se puede realizar desde cualquier dispositivo con internet, incluidos móviles.

### 12.4.5 - SISTEMA DE COMUNICACIONES

El sistema de comunicaciones será vía GPRS, 4G, 3G o radio, adaptándose a la disponibilidad de esta tecnología sobre el terreno, permitiendo el intercambio de información entre las Unidades Concentradoras y las Terminales Remotas y también entre la Plataforma de Control y las Unidades Concentradoras.

El sistema de comunicación entre las unidades remotas y la unidad concentradora será vía radio, mientras que la comunicación entre las unidades concentradoras y el centro de control podrá ser cualquiera de las otras llamadas.

### 13 - BALANCE DE TIERRAS

Los materiales de relleno de las zanjas son:

ZONA RELLENO	CLASIFICACIÓN
Relleno superficial	Si es terreno cultivable, tendido de tierra vegetal. Si es terreno no cultivable, relleno con material adecuado o tolerable procedente de la excavación compactado al 95% PM Ø < 10 cm
Relleno intermedio	Relleno con material adecuado o tolerable procedente de la excavación compactado al 95% PM Ø < 10 cm
Relleno lateral hasta 30 cm para arriba de la tubería	Relleno lateral y envolvente con material seleccionado y cribado procedente de la excavación compactado al 95% PM Ø < 2 cm
Cama	Graba 5-15 mm. DN > 315 Cama rasanteada de material procedente de la excavación compactada al 95% PM Ø < 2 cm. DN < 630

Tabla 35. Tipo de rellenos.

El volumen de excavación es el siguiente:

RED	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN TOTAL ZANJA (m³)
Primaria	90.545,72
Secundaria	143.923,91
Terciaria	58.406,93
<b>TOTAL</b>	<b>292.876,56</b>

Tabla 36. Volúmenes de excavación por red.

Viendo la clasificación de la zona, se considera que prácticamente todos estos materiales provendrán de la propia obra, siendo sólo necesarios los préstamos de la cama granular y el arriñonamiento granular. Así, el movimiento de tierras de la obra va a generar un excedente de 33.980,52 m³ de tierras.

### MEMORIA

RED	BALANCE DE TIERRA VEGETAL (m³)	MATERIAL GRANULAR (m³)	TUBERÍAS (m³)	BALANCE DE TIERRAS (m³)
RED PRIMARIA	0,00	5.743,92	13.518,34	19.262,26
RED SECUNDARIA	0,00	4.107,87	9.705,62	13.813,49
RED TERCIARIA	0,00	0	904,77	904,77

Tabla 37. Balance de suelos.

En las tuberías, el excedente de tierras se debe al espacio ocupado por el tubo dentro de la zanja y al volumen ocupado por el material granular de lecho y arriñonamiento. En este caso no hay sobrante de tierra vegetal, puesto que el volumen que se retira se vuelve a colocar.

El volumen de tierras sobrante se extenderá a lo largo de la trampilla de las tuberías, pues supone un grosor inferior a los 5 cm.

Sin embargo, si hubiera excedentes, serán trasladados a los vertederos, que para el presente proyecto serán:

- Explotaciones o actividades extractivas en explotación o abandonadas, próximas al ámbito de estudio
- Utilización de las tierras procedentes de las obras de construcción como mejora de fincas rústicas (Decreto 396/2006, de 17 de octubre).

### 14 - SERVICIOS AFECTADOS

Para analizar la afección de la obra sobre posibles servicios existentes, se ha solicitado información a los ayuntamientos de la zona y al e-wise referente a las compañías de servicios que operan en la zona y también se han realizado diversas visitas al emplazamiento de las futuras infraestructuras.

Las compañías de servicios localizadas son las siguientes:

- CASSA AGUAS Y DEPURACIÓN, SL
- FCC AQUALIA – AGUAS DE LLEIDA
- ENDESA, SA
- NEDGIA, SA
- TELEFÓNICA DE ESPAÑA, SA
- VODAFONE ONO, SA

En el anejo 22 Servicios afectados se analizan todas las afecciones sobre servicios existentes provocadas por la ejecución de la obra y la posterior explotación de la infraestructura y se determinan las reposiciones consideradas en caso de que resulte necesario. En los planos de servicios afectados se indica dónde se localizan los servicios afectados.

### 15 - REPOSICIÓN DE RIEGOS

En el proyecto se contempla la reposición de las acequias y tuberías de riego existentes que sean afectadas por tal de mantener el suministro de la red actual. Esta reposición se realizará con tubería de PE corrugada de doble pared SN8 y junta elástica de diámetro adecuado.

Las acequias de tierra se repondrán acondicionando el terreno una vez ejecutada la reposición de la finca, para lo cual se ejecutará un terraplén compactado con material limoso de la propia obra y posteriormente se conformará la acequia mediante la excavación de este terraplén

En el anejo nº 23 Reposición de riegos y desagües, se detallan todas las interferencias detectadas, así como las características y actuaciones previstas.

Al margen de la reposición de las acequias interceptadas, también se contempla la reparación y restitución de los riegos interiores de parcela en las franjas de ocupación de las tuberías, asimismo se garantiza su funcionamiento durante el tiempo de ocupación temporal de la finca, en el período de obras

## 16 - EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES

El estudio pormenorizado de las ocupaciones de terrenos que son necesarias para la ejecución de las obras del proyecto se incluye en el anejo núm. 24 "Expropiaciones y servidumbres". En éste figuran los criterios empleados para la delimitación y valoración de los terrenos afectados, las características catastrales de las parcelas y la valoración global de las ocupaciones definitivas y temporales.

En el siguiente cuadro se desglosan las superficies afectadas:

	Ocupación temporal (m <sup>2</sup> )	Servidumbre acueducto (m <sup>2</sup> )	Ocupación definitiva (m <sup>2</sup> )	TOTAL (m <sup>2</sup> )
<b>TOTAL (m<sup>2</sup>)</b>	<b>541.673,30</b>	<b>314.578,76</b>	<b>7.090,25</b>	<b>863.342,32</b>

Tabla 38. Superficies afectadas por la red de riego del sector 3.

En el siguiente cuadro se desglosan las cantidades por conceptos y término municipal:

TÉRMINO MUNICIPAL	EXP (€)	SER (€)	OT (€)	IRO (€)	PREMIO AFECCIÓN (€)	TOTAL VALORACIÓN (€)
Alguaire	984,54	15.068,32	12.134,18	6.716,00	802,64	35.705,68
Benavent de Segrià	4.806,76	77.241,16	25.265,78	18.296,03	4.102,40	129.712,14
Corbins	3.967,89	110.064,26	24.225,45	20.918,15	5.701,61	164.877,36
La Portella	258,46	15.058,25	12.258,53	6.786,97	765,84	35.128,05
Lleida	365,15	10.227,03	2.346,09	1.941,63	529,61	15.409,51
Torre-Serona	1.264,07	32.569,95	7.356,22	6.134,95	1.691,70	49.016,89
Vilanova de Segrià	714,69	30.514,55	11.100,25	7.674,93	1.561,46	51.565,88
<b>VALORACIÓN (€)</b>	<b>12.361,55</b>	<b>290.743,54</b>	<b>94.686,50</b>	<b>68.468,67</b>	<b>15.155,26</b>	<b>481.415,51</b>

Tabla 39. Valoración económica expropiaciones y servidumbres.

De esta forma la valoración del coste de las expropiaciones y servidumbres, orientativa y no vinculante, del presente proyecto asciende a la cantidad de CUATROCIENTOS OCHENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS QUINCE EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS.

## 17 - ORGANISMOS Y ADMINISTRACIONES PARA EL TRÁMITE DE PERMISOS Y LICENCIAS

Para la ejecución de las obras, el Director de las obras o el Contratista deberá solicitar permisos y licencias a los distintos organismos y administraciones implicadas.

Los ramales de la red de riego afectan principalmente a las carreteras C-12 de la Generalidad de Cataluña ya la carretera LP-9221 de la Diputación de Lleida, en los tramos de la Portella en Benavent de Segrià y de Lleida en Corbins, respectivamente. Hablamos de cruces de infraestructuras. En último término se contemplan también paralelismos con el A2 y la carretera LV-9224b.

## 18 - SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento del artículo 4º del Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, y del apartado 1 párrafo g) del artículo 123 del RD Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, en el presente proyecto. Estudio de seguridad y salud".

En este Estudio de Seguridad y Salud se detalla:

- **La normativa aplicable en materia de seguridad y salud**, aplicable a lo largo de la ejecución de las distintas unidades de la obra.
- **La metodología a adoptar en la obra** por el correcto cumplimiento de las normas de seguridad, por su desarrollo y la organización óptima de las mismas.
- **El importe del presupuesto**, que resulta del estudio, y que se recoge, en el Presupuesto de Ejecución Material de la obra.

El Presupuesto de Ejecución Material correspondiente a la Seguridad y Salud de la obra asciende a la cantidad de CIENTO OCHENTA MIL QUINIENTOS DIECINUEVE CON CUARENTA Y UN CÉNTIMOS (180.519,41 €).

## 19 - GESTIÓN DE RESIDUOS

En cumplimiento con el RD 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y de la Orden MAM/204/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos que se realiza un estudio de gestión prevén generar durante la ejecución de las obras del presente proyecto y valorar económicamente su gestión y proponer el destino más adecuado de estos residuos.

En el anejo núm. 31 "Estudio de gestión de residuos de la construcción y demolición" se exponen las medidas para minimizar y prevenir la cantidad de residuos que se generarán en la obra, se han estimado los residuos generados, y, por último, se describen las operaciones e instalaciones previstas por la gestión de estos residuos.

El Presupuesto de Ejecución Material correspondiente a la gestión de residuos asciende a la cantidad de CIENTO TRES MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y SEIS CON CATORCE CÉNTIMOS (103.646,14 €).

## 20 - TRAMITACIÓN AMBIENTAL

En junio de 2018 Ecafir SL entrega el documento ambiental "Modernización a presión natural del sector 3 de la zona regable del canal de Pinyana" de clave E1-PX-08400.4, en los términos municipales

de La Portella, Villanueva de Segriá, Torre-Serona, Corbins y Alguaire. El objetivo del documento ambiental fue el de dar cumplimiento a lo que establece la Normativa vigente en cuanto a la tramitación ambiental del proyecto de modernización, el llamado “Anteproyecto de modernización a presión natural del sector 3 de la zona regable del canal de Pinyana. TM La Portella, Vilanova de Segriá, Benavent de Segriá, Torre-Serona, Corbins y Alguaire” con clave A-PX-08400.4, redactado en junio de 2016.

Con fecha 1 de febrero de 2019 entra en el registro de los Servicios Territoriales de Territorio y Sostenibilidad de Lleida la solicitud del informe de impacto ambiental del proyecto de modernización.

Con fecha 11 de octubre de 2019, el Departamento de Territorio y Sostenibilidad emite la resolución TES/2742/2019 de informe de impacto ambiental del proyecto de modernización. De acuerdo con lo establecido en el artículo 47.3 de la ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la citada resolución se hace pública mediante la publicación en el Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña y en la sede electrónica del Departamento de Territorio y Sostenibilidad.

El documento ambiental con clave E1-PX-08400.4 y la resolución TES/2742/2019 del informe de impacto ambiental relativas a la modernización del sector 3 de la zona regable del canal de Pinyana fijan las medidas aplicar en el sector 3 de Canal de Pinyana.

El apéndice 1 incluye el informe de actualización de medidas correctoras, que recoge el conjunto de prescripciones ambientales contemplados en ambos documentos de referencia citados y analiza qué medidas convendría actualizar considerando las modificaciones acaecidas con posterioridad a la redacción de los documentos citados. Como se expondrá en el capítulo 4, estas modificaciones provienen esencialmente de los cambios acaecidos en el proyecto constructivo respecto al anteproyecto.

El presente proyecto integra las medidas correctoras necesarias para dar respuesta a las prescripciones ambientales recogidas.

## 21 - MEDIDAS CORRECTORAS DE IMPACTO AMBIENTAL

En el anejo núm. 30 “Integración de las medidas ambientales” se analizan y proponen todas aquellas medidas preventivas, correctoras y compensatorias que se creen necesarias para la correcta ejecución y restauración de las áreas afectadas.

Se han definido y valorado los siguientes tipos de medidas correctoras de impacto ambiental:

- 1 Protección del suelo
2. Protección del agua
3. Protección de la vegetación y restauración
4. Conservación de la fauna
5. Medidas de protección del patrimonio cultural
6. Medidas de protección del paisaje

El Presupuesto de Ejecución Material (PEM) correspondiente a las medidas correctoras de impacto ambiental se desarrollan en el anejo correspondiente y se presentan en el documento nº4, Presupuesto.

## 22 - PLAN DE ENSAYOS

En el anejo núm. 3 “Control de Calidad” se incluye el Plan de Ensayos de las obras. El objeto de este plan es indicar el procedimiento del control a llevar a cabo, que se utilizará para alcanzar el nivel exigido en aquellas unidades que tengan especial relevancia.

## MEMORIA

Todas las pruebas, ensayos y actuaciones de calidad a realizar y contenidas en ese Anejo, se han valorado en un capítulo específico en el presupuesto, como una partida a justificar con un importe del 1% del resto de costes directos de la actuación, de acuerdo al Régimen económico de TRAGSA. El control de calidad una vez realizado, se valorará para su certificación con las tarifas Tragsa creadas al efecto o, con el coste real producido, justificado mediante las correspondientes facturas.

## 23 - PLAN DE TRABAJOS

En cumplimiento de la normativa en el anejo núm. 27 “Plan de obras” se incluye un plan de trabajos de la obra.

El desarrollo esquemático de los trabajos previstos para la realización de las obras definidas en este proyecto contempla su ejecución en VEINTICUATRO (24 MESES).

## 24 - REVISIÓN DE PRECIOS

En cumplimiento 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 y por tratarse de un contrato la fórmula polinómica de revisión de precios porque el contrato queda excluido de la revisión.

## 25 - PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de las obras contempladas en el presente proyecto es de VEINTICUATRO (24 MESES).

## 26 - PERIODO DE GARANTÍA

Se cumplirá lo descrito en el RDL 3/2011 de 14 de noviembre, por lo que se aprueba el texto refundido de la Ley de Contratos del Sector Público.

El período de garantía será de DOS (2) AÑOS, contado a partir del acta de recepción de las obras.

## 27 - JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

La justificación de precios de este proyecto se basa en el banco de precios “Tarifas Tragsa 2023” realizado con los costes de mano de obra, maquinaria y materiales de mercado.

El coeficiente de indirectos a aplicar en este proyecto es del 7,5% y costes generales del 6%.

## 28 - PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE EUROS
1.1	RED PRIMARIA .....	6.741.613,71
1.2	RED DE DISTRIBUCIÓN .....	11.182.744,39

1.3	MEDIDAS AMBIENTALES.....	253.716,38
1.4	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	103.646,14
1.5	SEGURIDAD Y SALUD .....	180.519,41
1.6	SEÑALIZACIÓN PRTR .....	1.651,19
1.7	CONTROL DE CALIDAD .....	184.638,84
	<b>Costes Directos Totales</b>	<b>18.648.530,06</b>
	7,50 % Costes Indirectos s/18.648.530,06.....	1.398.639,75
	6,00 % Gastos Generales s/20.047.169,81 .....	1.202.830,19
	<b>Total Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>21.250.000,00</b>
	I.V.A.21,00% s/ 21.250.000,00 .....	4.462.500,00
	<b>Total Presupuesto de Ejecución por Administración</b>	<b>25.712.500,00</b>

- Anejo núm. 12: Parámetros de riego y dotaciones
- Anejo núm. 13: Estudio de alternativas
- Anejo núm. 14: Estructuras y cálculos mecánicos
- Anejo núm. 15: Cálculos hidráulicos
- Anejo núm. 16: Calderería
- Anejo núm. 17: Equipos electromecánicos
- Anejo núm. 18: Equipos hidráulicos
- Anejo núm. 19: Acometida eléctrica
- Anejo núm. 20: Instalaciones eléctricas
- Anejo núm. 21: Automatización y telecontrol
- Anejo núm. 22: Servicios afectados
- Anejo núm. 23: Reposiciones de riegos y desagües
- Anejo núm. 24: Expropiaciones y servidumbres
- Anejo núm. 25: Organismos y Administraciones
- Anejo núm. 26: Estudio de viabilidad económica
- Anejo núm. 27: Plan de obras
- Anejo núm. 28: Justificación de precios
- Anejo núm. 29: Presupuesto para el conocimiento de la Administración
- Anejo núm. 30: Documentación Ambiental. Integración de medidas correctoras.
- Anejo núm. 31: Gestión de residuos
- Anejo núm. 32: Puesta en marcha
- Anejo núm. 33: Análisis de la calidad del agua para riego
- Anejo núm. 34: Información y documentación relacionada con el PRTR
- Anejo núm. 35: Estudio arqueológico

Asciende el presupuesto de Ejecución por Administración a la expresada cantidad de **VEINTICINCO MILLONES SETECIENTOS DOCE MIL QUINIENTOS EUROS**

### 29 - CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

En cumplimiento de los artículos 25, 26, 27, 28, 29, 36 y 133 del Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, y del artículo 83 del RDL 3/201 a continuación se propone la clasificación que debe ser exigida a los contratistas para admitirlos a la licitación de la ejecución de estas obras.

- Grupo E: Obras hidráulicas
- Subgrupo: 7 Obras hidráulicas sin calificación específica
- Categoría: 5

### 30 - DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

#### DOCUMENTO NÚM. 1: MEMORIA Y ANEJOS

Memoria

Anejos:

Anejo núm. 1: Reportaje fotográfico

Anejo núm. 2: Antecedentes.

Anejo núm. 3: Control de Calidad

Anejo núm. 4: Criterios técnicos

Anejo núm. 5: Listado de beneficiarios

Anejo núm. 6: Cartografía y topografía

Anejo núm. 7: Trazado

Anejo núm. 8: Replanteo y definición geométrica

Anejo núm. 9: Movimiento de tierras

Anejo núm. 10: Climatología, hidrología y drenaje

Anejo núm. 11: Geología y geotecnia

#### DOCUMENTO NÚM. 2: PLANOS

1. Planos generales

2. Planos de definición de obras y lotes

3. Planos de conjunto

4. Red primaria

5. Red secundaria

6. Agrupaciones de riego

7. Secciones y obras tipos

8. Telecontrol de la red de distribución

9. Expropiaciones

10. Reposición de la red de riego y drenajes

11. Servicios afectados

## 12. Medidas de impacto ambiental

### DOCUMENTO NÚM. 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

### DOCUMENTO NÚM. 4: PRESUPUESTO

Mediciones auxiliares

Mediciones generales

Cuadro de precios núm. 1 (precios de las unidades de obra)

Cuadro de precios núm. 2 (precios descompuestos)

Presupuestos parciales

Resumen general del presupuesto

### DOCUMENTO NÚM. 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Memoria

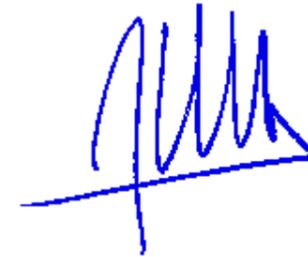
Planos

Pliego de condiciones

Presupuesto

Lleida, octubre de 2023

El Autor del Proyecto



Josep María Hernández Carmen

Ingeniero Técnico Agrícola

Responsable territorial de Obras y Regadíos. Servicios Territoriales en Lleida. Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural

## 31 - DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

En cumplimiento del artículo 127 del Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas y del artículo 123 del R.D. Legislativo 3/2011 de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Contratos del Sector Público, se manifiesta que el presente Proyecto Constructivo, comprende una obra completa en el sentido exigido en el artículo 125 del Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre, ya que contiene todos y cada uno de los elementos que son precisos para la utilización de la obra, siendo susceptible de ser entregada al uso general.

Asimismo, se hace constar que la obra cumple los requisitos exigidos por la Ley 3/2007 de 4 de julio de la Obra Pública, y concretamente, lo reflejado en el artículo 18 de la misma.

## 32 - CONCLUSIONES

Dado que el presente proyecto de "Modernización del riego del Canal de Pinyana. Proyecto Constructivo del sector 3. TM de Corbins, Benavent de Segriá, Torre-Serona, Vilanova de Segriá, Lleida y La Portella", se ha redactado de acuerdo a la legislación vigente y que la solución adoptada está suficientemente justificada, se eleva lo mismo a la autoridad competente para su aprobación.