



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



---

## MEMORIA

## ÍNDICE

<b>MEMORIA</b> .....	1
<b>ÍNDICE</b> .....	2
1 ANTECEDENTES .....	1
1.1 Datos previos .....	1
1.2 Declaración de obra de interés general .....	1
2 OBJETO DEL PROYECTO .....	2
3 PROMOTOR .....	2
4 SITUACIÓN ACTUAL .....	2
4.1 Superficie regable .....	2
4.2 Concesión de aguas .....	3
4.3 Nº de regantes, cultivos y distribución .....	4
4.4 Gestión de la zona .....	4
5 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES .....	4
5.1 Escenario actual .....	4
5.2 Escenarios futuros .....	1
5.3 Descripción de las actuaciones .....	3
5.4 Desglose de las actuaciones .....	6
5.5 Esquema hidráulico de la actuación .....	7
6 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA .....	7
6.1 Descripción de alternativas nivel de decisión 1 .....	8
6.1.1 ALTERNATIVA 0 .....	8
6.1.2 ALTERNATIVA 1 .....	8
6.1.3 EXAMEN MULTICRITERIO DE LAS ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS NIVEL 1 .....	8
6.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS NIVEL 2 .....	9
7 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO DE LA ZONA A MODERNIZAR .....	10
7.1 Localización .....	10
7.2 Climatología .....	10
7.3 Aspectos urbanísticos y análisis de riesgos .....	11
7.3.1 T.M. Vera .....	11
7.3.2 T.M. Cuevas de Almanzora .....	11
7.3.3 T.M. Antas .....	12



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



7.3.4	Riesgos por inundación.....	12
7.3.5	Riesgos sísmicos.....	13
8	CRITERIOS DEL DISEÑO E INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	13
8.1	Demandas a garantizar.....	13
8.2	Geología y geotecnia .....	14
8.3	Estudio arqueológico.....	16
8.4	Cartografiado y topografía .....	16
8.4.1	Levantamiento topográfico .....	17
8.4.2	Vuelo fotogramétrico de la zona .....	17
8.4.3	Datos para el replanteo .....	18
8.5	Metodología y procesos de cálculos hidráulicos.....	18
8.5.1	Escenario de cálculo considerado. ....	18
8.5.2	Metodología de cálculo .....	18
8.5.3	Mesetas manométricas .....	20
8.5.4	Procesos de cálculo .....	20
8.5.5	Proceso 1: dimensionado del tramo EB2 a balsa Capellanía.....	21
8.5.6	Topología de la red .....	22
8.5.7	Resto de procesos.....	23
8.6	Metodología de cálculos mecánicos y estructurales.....	24
8.6.1	Tuberías de PVC_O .....	24
8.6.2	Tubería FD.....	26
8.6.3	Tubería de acero.....	27
8.6.4	Anclajes.....	27
8.6.5	Estructuras de hormigón .....	28
8.6.6	Ubicación de ventosas .....	29
8.6.7	Protección contra transitorios.....	30
9	DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS .....	31
9.1	Movimiento de tierras.....	31
9.1.1	Excavaciones.....	31
9.1.2	Rellenos y secciones tipo.....	31
9.2	Tuberías .....	34
9.2.1	Fundición dúctil Ø600 mm C3, .....	34
9.2.2	Policloruro de vinilo no plastificado orientado (PVC-O).....	34
9.3	Cámaras y arquetas.....	35



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



9.3.1	Cámaras .....	36
9.3.2	Arquetas .....	36
9.4	Instalaciones en las tomas.....	37
9.4.1	Válvulas de mariposa.....	37
9.4.2	Válvula reductora de presión .....	37
9.4.3	Ventosas .....	37
9.4.4	Válvula limitadora de caudal .....	38
9.4.5	Filtro de gruesos para protección reductoras y limitadora.....	38
9.4.6	Calderería. ....	38
9.5	Válvulas de seccionamiento y conexiones fuentes. ....	39
9.6	Automatismos .....	40
9.7	Obras especiales.....	43
10	MARCO NORMATIVO.....	43
11	INTEGRACIÓN DEL PROYECTO EN EL PRTR.....	46
12	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	46
13	ASPECTOS AMBIENTALES. ....	46
14	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	46
15	OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS. EXPROPIACIONES.....	47
16	SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS.....	48
17	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	49
18	CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS .....	49
19	CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA Y FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS.....	50
20	PLAZO DE EJECUCIÓN Y PERIODO DE GARANTÍA .....	50
20.1	Plazo de ejecución .....	50
20.2	Periodo de garantía .....	50
21	PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD .....	50
22	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....	51
22.1	Documento nº 1 Memoria.....	51
22.2	Documento nº 2 Planos.....	51
22.3	Documento nº 3: Pliego de prescripciones técnicas.....	53
22.4	Documento nº 4: Presupuesto .....	53
23	PRESUPUESTO .....	54
23.1	Precios unitarios. ....	54
23.2	Precios de las unidades de obra.....	54



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



23.3	Presupuesto base de licitación.....	54
24	ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	55
25	OBRA COMPLETA.....	56
26	CONCLUSIÓN.....	56

Tabla 1	Comunidades y consumos a suministrar por la actuación.....	2
Tabla 2:	Total de tomas dependientes de la impulsión de EB2 a Antas.....	5
Tabla 3:	Actuaciones priorizadas e incluidas en este proyecto.....	6
Tabla 4:	Tomas a construir.....	6
Tabla 5.	Tabla resumen del análisis urbanístico.....	12
Tabla 6:	Demandas de las tomas de las entidades de riego a las que abastece las obras del proyecto.....	13
Tabla 7:	georreferenciación de las catas.....	15
Tabla 8:	Caracterización de las excavaciones.....	16
Tabla 9:	Puntos de funcionamiento de EB2 para 9 escenarios.....	20
Tabla 10:	Topología de la red para la simulación en EPANET.....	22
Tabla 11:	Proceso 5.....	24
Tabla 12:	Proceso 6.....	24
Tabla 13.	Resumen de volumen de excavaciones, por P.K., para el tramo Antas-EB2.....	31
Tabla 14:	Resumen de rellenos, por Pk, para el tramo Antas – EB2.....	33
Tabla 15:	Características mecánicas de los tubos de PVC_ : Fuente: Molecor.....	35
Tabla 16:	Localización de pasos inferiores 8hincados).....	43
Tabla 17:	Servicios afectados (no incluye viales de comunicacoón9.....	49

Ilustración 1:	Superficie regable de las cinco entidades en la zona de actuación. Fuente elaboración propia.....	3
Ilustración 2:	Esquema de flujos de Cuevas del Almanzora S.A. Es de destacar el elemento (Balsa 7), como elemento de recepción actual de las aguas procedentes de las IDAMs. En azul las líneas de flujo del agua en la actualidad. En verde la línea de flujo que se proyecta para elevar un caudal de hasta 487 l/s a Balsa Capellanía. Fuente: elaboración propia.....	5
Ilustración 3:	Conducción el Saltador – Presa Cuevas. Fuente: elaboración propia.....	6
Ilustración 4:	Esquema hidráulico. Fuente elaboración propia.....	7
Ilustración 5:	. Detalle trazado conducción de impulsión (en azul) a su paso por la “Zona 17” en el municipio de Vera.....	11
Ilustración 6:	PGOU del T.M. de Cuevas de Almanzora. Clasificación del suelo. Detalle situación unidad IV-SR-49 (en rojo la conducción de impulsión) Fuente: Ayuntamiento de Cuevas de Almanzora.....	11
Ilustración 7:	PGOU del T.M. de Cuevas de Almanzora. Clasificación del suelo. Detalle situación unidad V-SI-1.....	12
Ilustración 8:	Esquema planta de ubicación de los puntos de demanda (TC). Fuente: elaboración propia.(TC: Toma Contador).....	14
Ilustración 9:	Plano de localización de las 10 calicatas. Los emplazamientos fueron seleccionados por la ingeniera autora del proyecto. Fuente: elaboración propia.....	15
Ilustración 10:	Croquis topológico de la impulsión de EB2 a balsa Capellanía. Hay que destacar las derivaciones a Cuevas 1 + Vera 1, Bajo Almanzora 2 y Bajo Almanzora 3. Fuente: elaboración propia.....	22
Ilustración 11:	Sección tipo de zanja, caso habitual.....	32
Ilustración 12:	Sección tipo en cruce por lecho de río o rambla.....	33
Ilustración 13:	sección tipo sobre talud en río Almanzora.....	33
Ilustración 14:	Instalación tipo en toma de entidad de riego. El sentido de las aguas es el que indica la numeración creciente de los elementos. Fueete: Plano 5.1 del proyecto.....	39

## 1 ANTECEDENTES

### 1.1 Datos previos

El Proyecto nace de la necesidad de realizar una conducción de distribución en alta del agua desalada desde dos fuentes de suministro:

1ª. El agua desalada que se recibe directamente de la IDAM de Carboneras o que previamente ha sido almacenada en el embalse de Cuevas de Almanzora.

2ª. El agua desalada producto regulada en la balsa para usos agrarios una vez haya sido rehabilitada la IDAM del Bajo Almanzora.

Adicionalmente existe en proyecto una nueva desaladora, la IDAM Cuevas de Almanzora cuyo promotor es Aguas del Almanzora S.A., que se ubicará en la misma parcela donde será el bombeo principal de la actuación que ahora se planifica y proyecta.

Por tanto, las fuentes de suministro que deben ser consideradas en la planificación y en el proyecto son las siguientes:

- Agua desalada desde toma directa de la conducción de servicio de la IDAM de Carboneras. ACUAMED.
- Agua desalada de la IDAM de Carboneras que previamente es almacenada en el embalse de Cuevas del Almanzora.
- Agua desalada de la IDAM de Bajo Almanzora. ACUAMED.

Aguas del Almanzora S.A., tiene por objeto la regulación y distribución en alta de las aguas de las procedencias anteriores, de las ATS y del embalse del Negratín. De este conjunto de procedencias se da servicio a las que ahora son objeto de actuación y a otras que no participan en ella.

Actualmente por la infraestructura en alta que dispone, son 2,52 hm<sup>3</sup> de agua desalada que se tienen que bombear con energía de red y a mayor cota de la necesaria (365 msnm en Balsa 7) al no disponer de una conducción de distribución adecuada a los puntos de demanda de menor cota (53,65 msnm < Z < 215,63 msnm). Esto está suponiendo un sobre consumo energético estimado de aproximadamente 2.950 MWh/año.

### 1.2 Declaración de obra de interés general

Real Decreto Ley 10/2005, de 20 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los daños producidos en el sector agrario por la sequía y otras adversidades climáticas.

“Modernización de regadíos en la comarca del Bajo Almanzora Levante, TT.MM. de Huerca Overa, Cuevas de Almanzora, Pulpí, Antas, Vera, Bedar, Los Gallardos, Mojacar, Garrucha, Turre y Carboneras (Almería)”.

## 2 OBJETO DEL PROYECTO

Los objetivos ambientales y económicos que se pretenden conseguir con la actuación son:

- Fomento del uso del agua desalada procedente de la IDAM de Carboneras y de la IDAM del Bajo Almanzora (cuando esté en funcionamiento) y de la IDAM planificada de Cuevas de Almanzora para el abastecimiento de cinco entidades de regantes de la zona, reduciendo los costes energéticos de distribución.
- Mayor eficiencia energética al disponer de una impulsión que permitirá suministrar el agua a la mínima cota necesaria. La instalación actual obliga a elevar el agua a cotas muy superiores a las necesarias.
- Implementación de un sistema de automatización y telecontrol que va a permitir digitalizar la gestión de los inputs agua y energía de manera integral, con el fin de maximizar la eficiencia energética e hídrica.
- Facilitar la Implantación de energías renovables, que representan un soporte para reducir la dependencia energética de las energías fósiles contribuyendo a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

## 3 PROMOTOR

NOMBRE	SEIASA. SOCIEDAD ESTATAL DE INFRAESTRUCTURAS AGRARIAS
DIRECCIÓN	C/JOSÉ ABASCAL 4 -6ª
POBLACIÓN	MADRID
PROVINCIA	MADRID
NIF	A-82535303

## 4 SITUACIÓN ACTUAL.

### 4.1 Superficie regable

Las obras afectan a la superficie recogida en los planos de superficie regable y que se abastece por la distribuidora Aguas del Almanzora S.A. El total de tomas que podrán acometerse a la conducción proyectada son las siguientes:

*Tabla 1 Comunidades y consumos a suministrar por la actuación*

	Superficie (ha)	Nº tomas	Sup/toma (ha)	Toma
<b>CRR. Cuevas del Almanzora</b>	850	5	170	TC CR Cuevas del Almanzora 1
				TC CR Cuevas del Almanzora 2
				TC CR Cuevas del Almanzora 3
				TC CR Cuevas del Almanzora 4
				TC CR Cuevas del Almanzora 5
<b>CRR. de Vera</b>	100	2	50	TC CR Vera 1
				TC CR Vera 2
<b>CRR. del Bajo Almanzora</b>	2841	4	710,25	TC CR Bajo Almanzora 1
				TC CR Bajo Almanzora 2
				TC CR Bajo Almanzora 3
				TC CR Bajo Almanzora 4



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACION



	Superficie (ha)	Nº tomas	Sup/toma (ha)	Toma
S.A.T. Nº2503 Antas <sup>1</sup>	2108	1	2188	TC S.A.T. Nº2503 Antas y S.A.T. Agrolujo
S.A.T. Agrolujo	80			
<b>TOTAL</b>	<b>5979</b>	<b>12</b>	<b>3118,25</b>	

En total se planifican 12 tomas independientes desde la conducción proyectada. En el alcance actual del proyecto se incluyen 4 tomas que se detallarán posteriormente. Las 8 tomas restantes se acometerán en un futuro pero se han tenido en cuenta en los cálculos y dimensionado de la conducción.

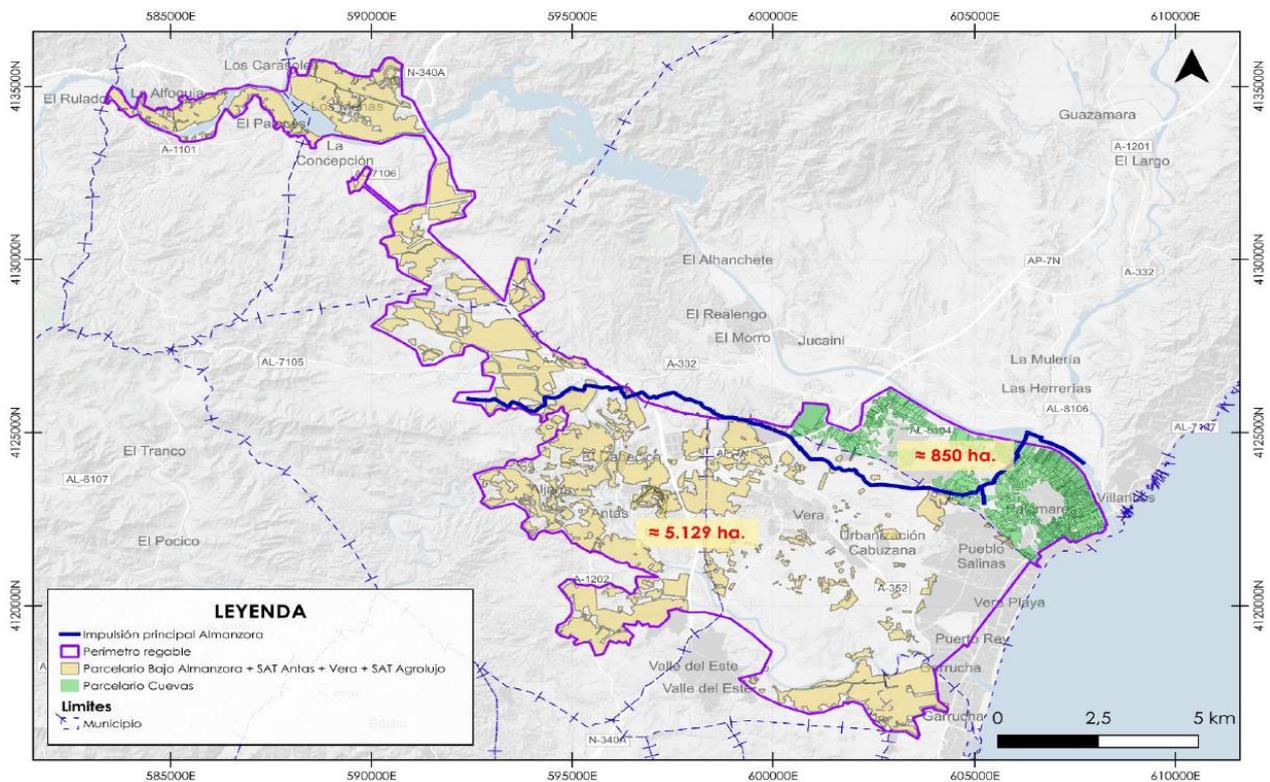


Ilustración 1: Superficie regable de las cinco entidades en la zona de actuación. Fuente elaboración propia.

#### 4.2 Concesión de aguas.

En el Anejo 4 se incluyen los derechos de uso de agua:

- Desaladora de Carboneras. Provisional/coyuntural hasta la reparación de la IDAM del Bajo Alanzora por parte de ACUAMED.
- Autorización de conexión de la tubería de reparto del Embalse de Cuevas a la tubería de distribución proyectada.

<sup>1</sup> : La toma de la SAT nº 2503 Antas se le denomina indistintamente Balsa Capellania, ya que dicho embalse es su punto de entrega.

Aguas del Almanzora tiene la concesión de aprovechamiento de las aguas del trasvase del Negratín – Almanzora de 50 Hm<sup>3</sup>/año. Sin embargo, en los últimos años no ha sido posible aprovechar ese caudal en su totalidad por situación de la cuenca donante. Ello obliga al empleo de fuentes de agua desalada.

#### **4.3 N° de regantes, cultivos y distribución.**

Se trata de un proyecto que modifica, en parte, las infraestructuras de servicio en alta y que no incide en nada en las redes de cada comunidad de regantes o entidad de riego a las que se les da el suministro.

La fuente y la cantidad de agua a suministrar es la misma que antes de la actuación. Tampoco se modifican los sistemas de aplicación del agua de riego, ni la superficie regable, ni los cultivos de las comunidades de regantes o entidades de riego de destino.

#### **4.4 Gestión de la zona.**

El suministro en alta y por tanto la futura gestión de las obras que se proyectan recaen en Aguas del Almanzora S.A., que es la entidad que firma el convenio con SEIASA de título “Convenio Regulador para la Financiación y Construcción, Entrega, Recepción y Seguimiento medio ambiental de las obras de modernización y consolidación de los regadíos de Aguas del Almanzora S.A. de fecha 17/11/2021 y su primera adenda de fecha de fecha 30/08/2022

## **5 JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES**

### **5.1 Escenario actual**

La zona regable de Aguas del Almanzora S.A., se distribuye como se muestra en la ilustración nº2 e ilustración nº3.

Se aprecia la infraestructura hidráulica general de la traída de agua desde el embalse del Negratín. La red de Aguas del Almanzora está proyectada y planificada para traer el agua desde cotas altas hasta la zona regable.

Ante la falta de seguridad de suministro del trasvase se han buscado fuentes alternativas de procedencia de agua, fundamentalmente aguas desaladas. El origen de estas aguas desaladas se encuentra a cotas muy bajas < 25 msnm. Por lo tanto, Aguas del Almanzora se encuentra con una RED EN ALTA, no optimizada para el reparto de agua desde esas cotas bajas produciéndose importantes sobrecostes energéticos en la distribución de la misma.

El objeto de este proyecto es optimizar energéticamente parte de esa red de distribución en alta.



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACION

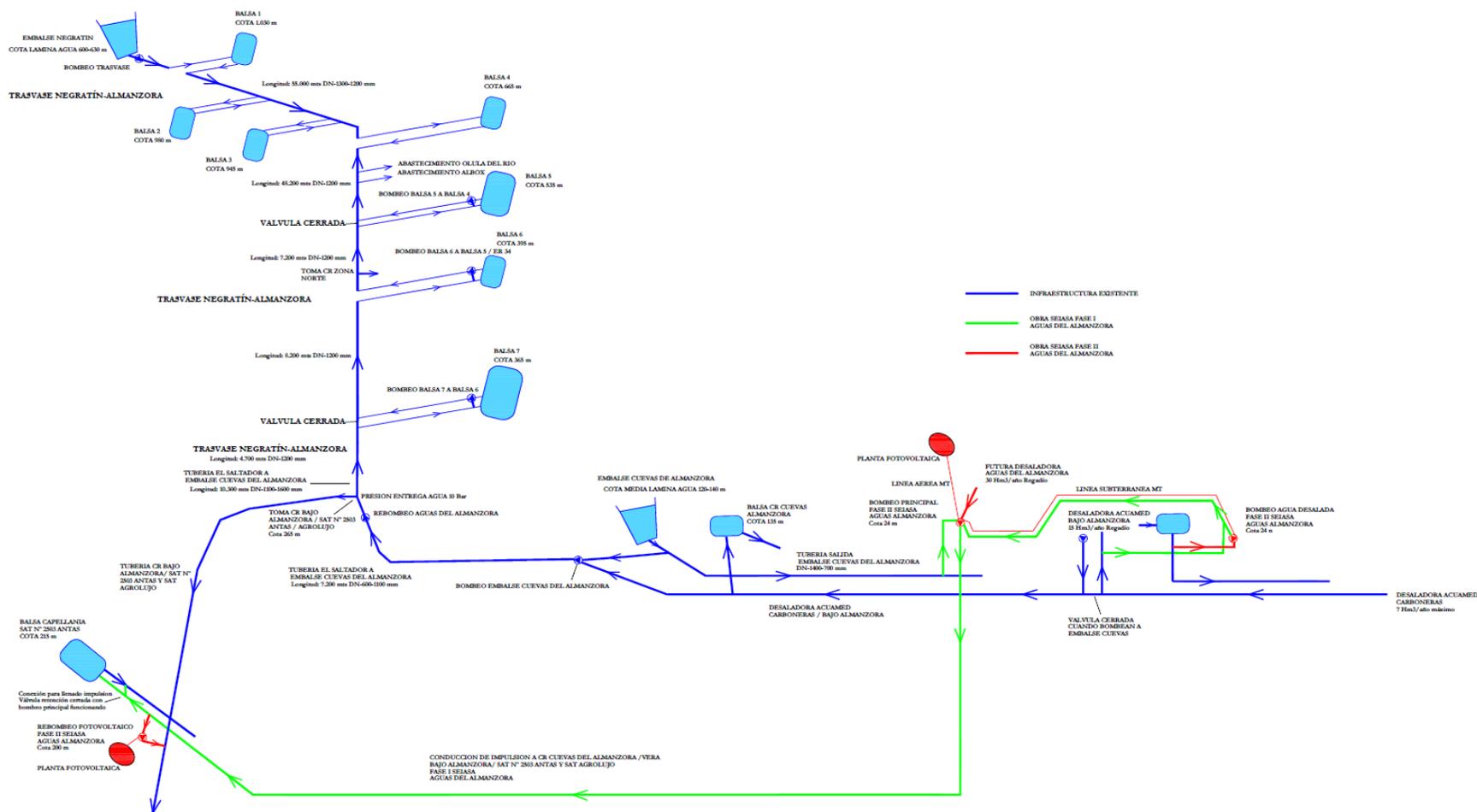


Ilustración 2: Esquema de flujos de Cuevas del Almanzora S.A. Es de destacar el elemento (Balsa 7), como elemento de recepción actual de las aguas procedentes de las IDAMs. En azul las líneas de flujo del agua en la actualidad. En verde la línea de flujo que se proyecta para elevar un caudal de hasta 487 l/s a Balsa Capellanía. Fuente: elaboración propia.

Para poder abastecer agua desalada a la zona de actuación hay que bombear desde altitud 24,60msnm desde la desaladora de Bajo Almanzora hasta 365msnm a la Balsa 7.

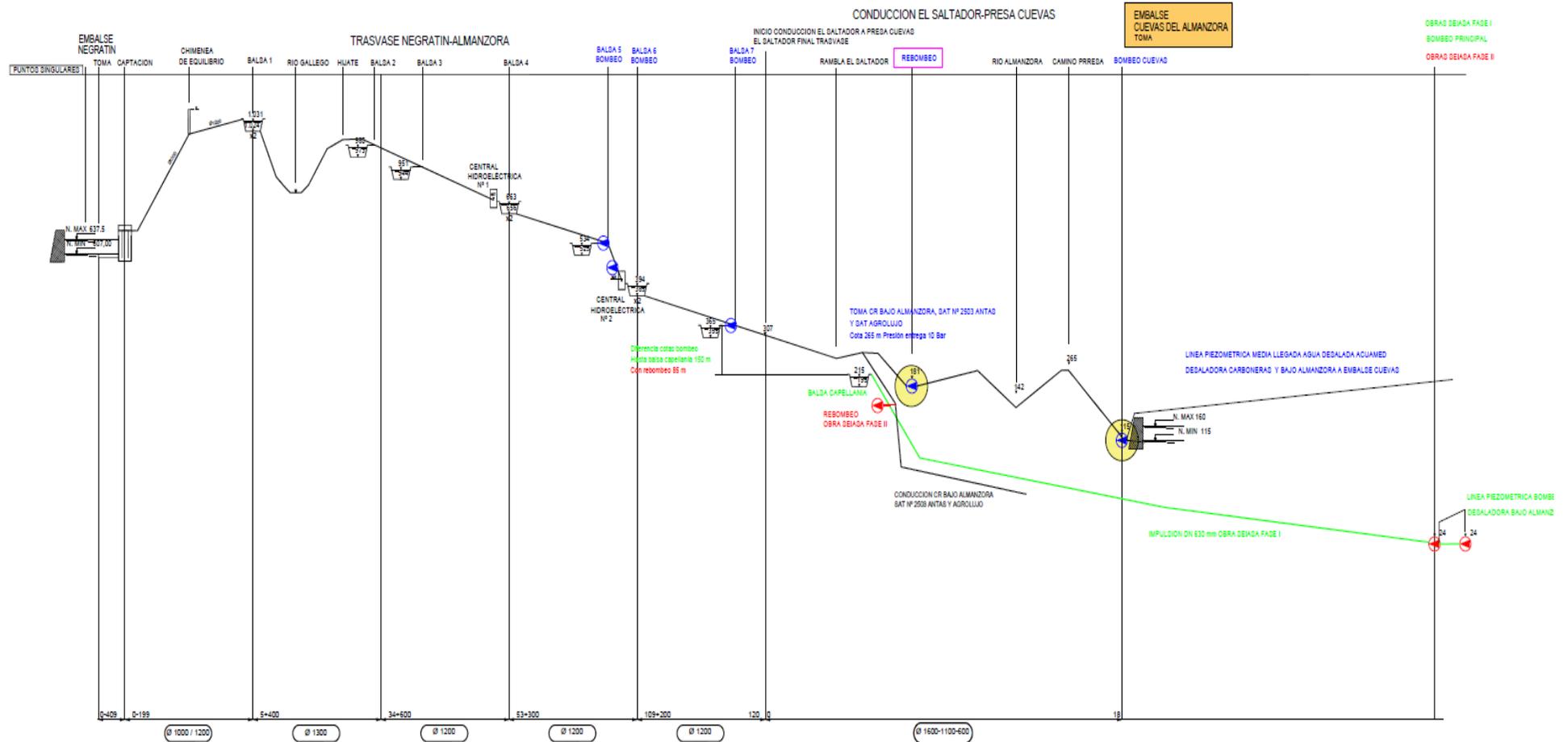


Ilustración 3: Conducción el Saltador – Presa Cuevas. Fuente: elaboración propia.

Este perfil parte por la izquierda del embalse del Negratín formando el trasvase Negratín - Almanzora que finaliza en la Balsa 7 (365 msnm). Por la parte derecha del perfil se observan la toma de la IDAM de Carboneras y la tubería procedente del Embalse de Cuevas. Por tanto, actualmente para alcanzar con las aguas de la parte derecha del perfil la Balsa 7 se producen dos bombeos que en el perfil vienen denominados como "Bombero Cuevas" y "Rebombero". En verde la planificación de la actuación que, como se explica posteriormente con más detalle, cuenta con tres estaciones de bombeo una conducción (línea verde) que discurre entre la primera estación de bombeo hasta Balsa de Capellanía. A lo largo de conducción (línea verde) se ubican las tomas de las entidades a las que se le debe dar servicio sin derroche energético. De la misma forma que para la ilustración anterior la representación por su tamaño puede dificultar su visualización, por ello se incluye en página posterior la misma imagen en mayor formato

A continuación, presentamos un esquema reducido de la red de Aguas del Almanzora a la zona afectada por el presente proyecto para su mayor claridad. Se aprecia que para abastecer zonas regables a cotas menores de 200 msnm, necesitamos elevar el agua de las desaladoras hasta cota 365 de la balsa del 7 pues no existe alternativa de red de distribución. Para esa elevación son necesarios 2 bombeos en serie tal y como se muestran en la ilustración nº4.

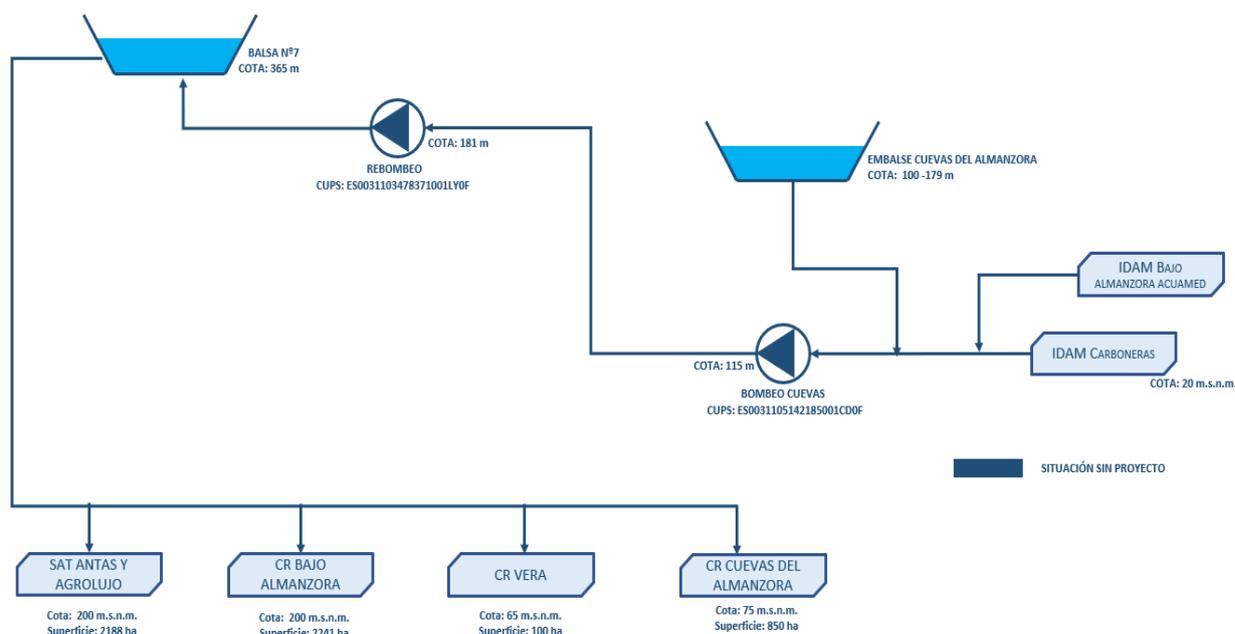


Ilustración 4. Esquema de funcionamiento actual de la zona de afección del proyecto

## 5.2 Escenarios futuros

A través del proyecto, se crea una nueva red de distribución con punto final en la Balsa de Capellanía, tan solo a 215,63 msnm, entregando el agua a lo largo del recorrido de la conducción en las tomas previstas y a las presiones manométricas necesarias para el adecuado servicio de cada una de las sociedades.

En los cálculos de la red de distribución se han considerado 2 escenarios diferentes,

**Escenario Futuro 1: Proyecto actual.** Este escenario incluye todas las unidades de obra proyectadas y definidas en este proyecto. El esquema de funcionamiento y el objetivo conseguido tras este escenario 1 es el que se presenta en la ilustración siguiente:

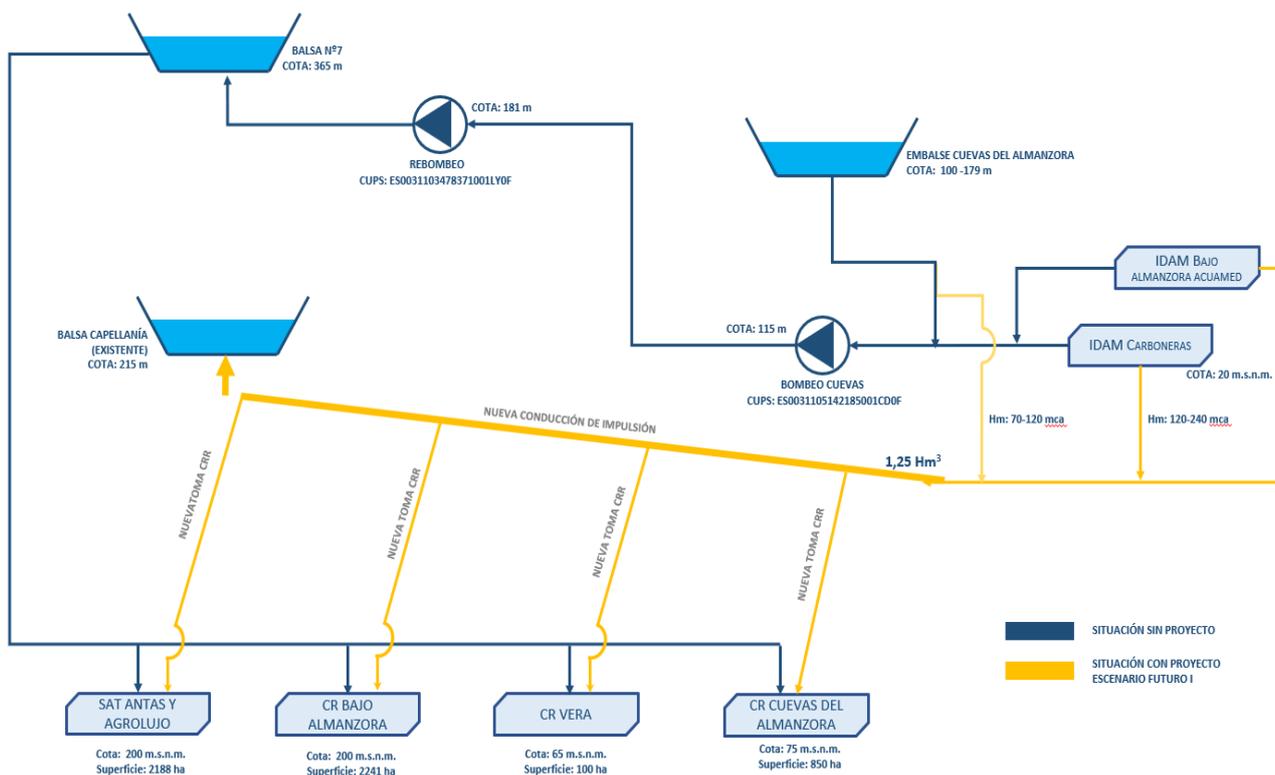


Ilustración 5 Esquema de funcionamiento red tras la ejecución del presente proyecto

**Escenario Futuro 2: Proyecto futuro previsto.** En este escenario se incluyen los bombes necesarios para garantizar el suministro en cualquiera de las tomas cuando deban aprovecharse las aguas de la IDAM del Bajo Almanzora.

Se incluye en la ilustración siguiente el esquema de funcionamiento de la red tras la ejecución de los bombes previstos

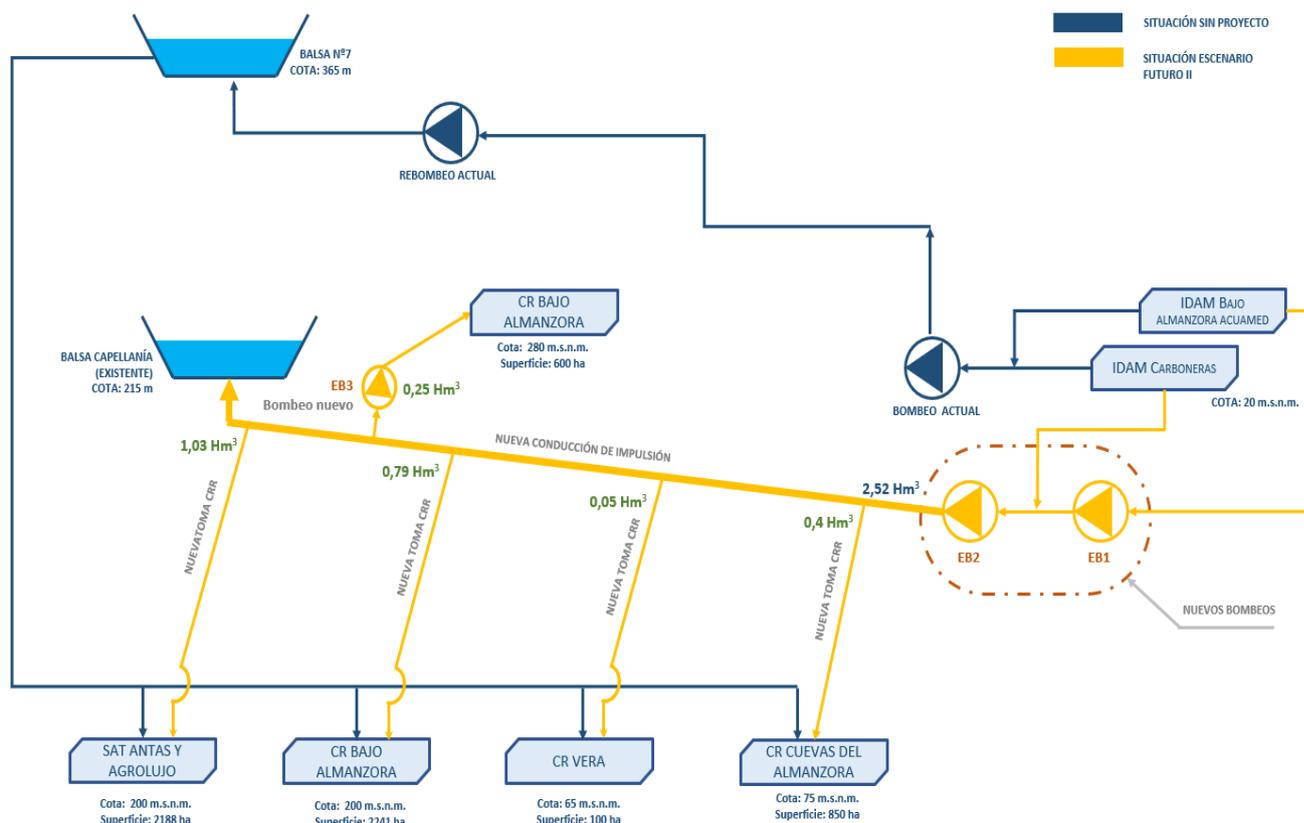


Ilustración 6. Esquema de funcionamiento de la red tras ejecución de futuro proyecto.

### 5.3 Descripción de las actuaciones

En este apartado se describen las unidades constructivas principales distinguiendo las que se incluyen en este proyecto y las que serán objeto de un proyecto futuro. Se detallan ambas fases puesto que se requiere definir y contemplar su funcionamiento completo para poder realizar los cálculos hidráulicos y mecánicos de la conducción.

A continuación, se muestra un detalle de las unidades constructivas, distinguiendo las que se ejecutan en este proyecto

#### UNIDAD CONSTRUCTIVA Nº 01: EB1. Estación de bombeo 1 (Planificada)

Estación de bombeo en IDAM Bajo Almanzora alimentada desde FV1 para bombear el agua desalada producida en la IDAM a EB2 con un caudal de bombeo de 487 l/s a 2,5 bar, y una potencia de 140 kW.

**No se ejecuta en este proyecto. Es escenario Fase II. En este proyecto únicamente se construye la plataforma solera de hormigón y se deja una brida ciega para su futura conexión.**

#### UNIDAD CONSTRUCTIVA Nº 02: EB2. Estación de Bombeo 2 o principal (Planificada)

Estación de bombeo principal de 1.546 kW capaz de suministrar 3 hm³/año en sus 1.710 horas estimadas de energía fotovoltaica de FV1, con un caudal de impulsión de 487 l/s y una altura manométrica de 262,5 m.c.a

**No se ejecuta en este proyecto. Es escenario Fase II. En este proyecto únicamente se construye la plataforma solera de hormigón y se deja una brida ciega para su futura conexión.**

UNIDAD CONSTRUCTIVA N°03: EB3. Estación de rebombeo en Balsa de Capellanía (Planificada)

Cercano a la balsa de la SAT N° 2.503 de Antas (Balsa Capellanía) se ubicará un rebombeo en cota 199,21 msnm que conectará con la conducción de PVC DN-400 mm de la Comunidad de Regantes de Bajo Almanzora (toma Bajo Almanzora 4), para suministrar agua hasta los embalses de esta comunidad situados en cotas 250 msnm < Z < 280 msnm. El caudal de bombeo es de 250 l/s a 100 m.c.a con una potencia de 300 kW.

**No se ejecuta en este proyecto. Es escenario Fase II. Para este bombeo no se construye en este proyecto la plataforma.**

UNIDAD CONSTRUCTIVA N° 04: FV1. Instalación Fotovoltaica principal, para EB1 y EB2 (Planificada)

Planta fotovoltaica de 2.500 kWp para suministrar energía al bombeo principal EB2 y bombeo de agua desalada EB1, situada a 700 metros del bombeo principal y conectada mediante línea de media tensión.

**No se ejecuta en este proyecto. Es escenario Fase II.**

UNIDAD CONSTRUCTIVA N° 05: FV2. Instalación Fotovoltaica para el rebombeo EB3 (Planificada)

Planta fotovoltaica de 500 kWp para suministrar energía al rebombeo EB3, junto a balsa Capellanía perteneciente a la SAT n°2503 de Antas.

**No se ejecuta en este proyecto. Es escenario Fase II.**

UNIDAD CONSTRUCTIVA N° 06: C1. Conducciones desde fuentes de agua hasta EB1 o EB2 (Proyectada / Planificada)

Se trata de conducciones que conectan las diferentes fuentes/procedencias de aguas desalada de las instalaciones de ACUAMED con las estaciones de bombeo EB1 o EB2.

Se contemplan tres conexiones:

C1a.- Conducción que conecta la tubería existente de ACUAMED procedente de la IDAM de Carboneras con EB1 (en bypass) con una caudal de 487 l/s y manométrica hasta 26 bar.(Proyectada)

C1b.- Conducción de aspiración desde el agua producto procedente de la IDAM del Bajo Almanzora. Esta agua desalada si debe conectarse a la aspiración de EB1 porque requiere bombeo hasta llegar a EB2. (Planificada)

C1c.- Conexión a la tubería que procede del embalse de Cuevas del Almanzora con una caudal hasta 487 l/s y manométricas de hasta 15 bar. (Proyectada)

**Se ejecuta completamente en esta fase de proyecto. C1a y C1c. Queda pendiente para Fase futura C1b.**

UNIDAD CONSTRUCTIVA N° 07: C2. Conducción de unión entre EB1 y EB2 ((Proyectada)

Conducción que enlaza EB1 con EB2.

**Se ejecuta completamente en esta fase de proyecto.**

UNIDAD CONSTRUCTIVA Nº 08: C3. Conducción entre EB2 y embalse Capellanía. (Proyectada)

Conducción principal de impulsión que conecta la estación de bombeo principal EB2 con la balsa ya existente de la SAT nº2503 de Antas situada a cota 216m y con una capacidad de 345.000 m<sup>3</sup>.

**Se ejecuta completamente en esta fase de proyecto.**

UNIDAD CONSTRUCTIVA Nº 09: TICs, telecontrol (Parcialmente Proyectada)

Telecontrol de los bombeos, rebombeos, de la impulsión con tomas de distribución de agua y plantas fotovoltaicas, para la explotación de las instalaciones desde el centro de control de Aguas del Almanzora para tener información en continuo de caudales de bombeo, consumos, calidad de agua y producción de energía de las plantas fotovoltaicas.

**Se ejecuta en esta fase de proyecto para las tomas, valvulería y elementos singulares proyectados.**

UNIDAD CONSTRUCTIVA Nº10: TICs. Tomas de entrega de caudales a los usuarios (Parcialmente Proyectada)

A lo largo de la tubería de impulsión se derivarán tomas de suministro de agua para las comunidades de regantes que conectarán con las conducciones existentes o entrega a balsas. Estas tomas están equipadas de caudalímetro y válvula reguladora de caudal con el correspondiente automatismo para ajustar y controlar los caudales suministrados en cada toma.

En la tabla siguiente se muestran todas las tomas contempladas para el escenario final (Fase I y Fase II)

*Tabla 2: Total de tomas dependientes de la impulsión de EB2 a Antas.*

Ubicación	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Z(msnm), a eje de tubo	Singularidad de la conexión
TC CR Cuevas del Almanzora 1	605.304,34	4.122.957,00	53,65	A conducción impulsión salida balsas Palomares
TC CR Cuevas del Almanzora 2	604.971,82	4.123.301,52	63,76	Directa a tubería existente
TC CR Cuevas del Almanzora 3	604.197,36	4.123.309,39	56,76	Directa a tubería existente
TC CR Cuevas del Almanzora 4	601.959,03	4.124.092,44	66,04	Directa a tubería existente
TC CR Cuevas del Almanzora 5	600.420,87	4.124.902,51	72,7	Directa a tubería existente
TC CR Vera 1	605.296,82	4.122.968,64	53,65	Directa a tubería existente
TC CR Vera 2	603.450,35	4.123.400,08	63,6	Directa a tubería existente
TC CR Bajo Almanzora 1	598.810,27	4.125.530,28	208,07	Directa a tubería existente
TC CR Bajo Almanzora 2	597.192,65	4.126.124,82	140,17	Directa a tubería existente
TC CR Bajo Almanzora 3	596.522,70	4.126.077,38	155,64	Directa a tubería existente
TC CR Bajo Almanzora 4	592.639,54	4.125.935,29	199,21	Futuro bombeo a tubería existente
TC CR Antas y Agrolujo	592.407,49	4.125.974,43	215,63	A balsa Capellanía

Nota: TC CR: Toma Contador Comunidad Regantes

Se ejecutan en este proyecto 4 tomas. El resto de tomas es proyecto futuro

Ubicación
TC CR Cuevas del Almanzora 1
TC CR Vera 1
TC CR Bajo Almanzora 1
TC CR Antas y Agroloju (Balsa Capellanía)

#### 5.4 Desglose de las actuaciones

Como se ha indicado el Convenio regulador para la financiación y construcción, entrega, recepción y seguimiento medioambiental de las obras de modernización y consolidación de los regadíos de Aguas del Almanzora S.A., de fecha 17 de noviembre de 2021 firmado entre la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA) y Aguas del Almanzora S.A., alcanza el importe IVA excluido de 9.099.039,06 €.

Una vez iniciada la ingeniería del proyecto, sus mediciones y su valoración y dada la iniciativa de nuevos<sup>2</sup> convenios entre las partes, se acuerda incluir en este Proyecto (que pasamos a denominar 0051 Fase 1) las siguientes actuaciones:

Tabla 3: Actuaciones priorizadas e incluidas en este proyecto

Unidad constructiva nº	Obras e instalaciones a proyectar
1	Plataforma de ubicación EB1 y conducción by-pass a la futura EB1
2	Plataforma de ubicación EB2 y conducción by-pass a la futura EB2
6	C1a y C1c
7	Tramo de conducción entre plataforma de EB1 y plataforma de EB2
8	Íntegra
10	TC CR Cuevas del Almanzora 1
	TC CR Vera 1
	TC CR Bajo Almanzora 1
	TC CR Antas y Agroloju (Balsa Capellanía)

Las ubicaciones de las tomas que constituyen la 051 Fase 1 son las siguientes:

Tabla 4: Tomas a construir

Ubicación	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)	Z(msnm), a eje de tubo	Singularidad de la conexión
TC CR Cuevas del Almanzora 1	605.304,34	4.122.957,00	53,65	A conducción impulsión salida balsas Palomares
TC CR Vera 1	605.296,82	4.122.968,64	53,65	Directa a tubería existente
TC CR Bajo Almanzora 1	598.810,27	4.125.530,28	208,07	Directa a tubería existente
TC CR Antas y Agroloju (Balsa Capellanía)	592.407,49	4.125.974,43	215,63	A balsa Capellanía

<sup>2</sup> **Convenio Fase 2:** Convenio regulador para la financiación y construcción, entrega, recepción y seguimiento ambiental de las obras de modernización y consolidación de los regadíos de Aguas del Almanzora S.A. – Optimización de sus recursos hídricos de aguas desaladas y mejora de la eficiencia energética mediante bombeo solar fotovoltaico y sistema de almacenamiento de energía para Aguas del Almanzora S.A (Almería). De fecha 18 de enero de 2023, para una inversión de 14.850.000,00€ (IVA excluido)

El resto de los elementos y unidades que aquí también son descritos calculados (pero no presupuestados) pasan a la Fase 2 que de ahora en adelante denominamos (0105 a la Fase 2).

### 5.5 Esquema hidráulico de la actuación.

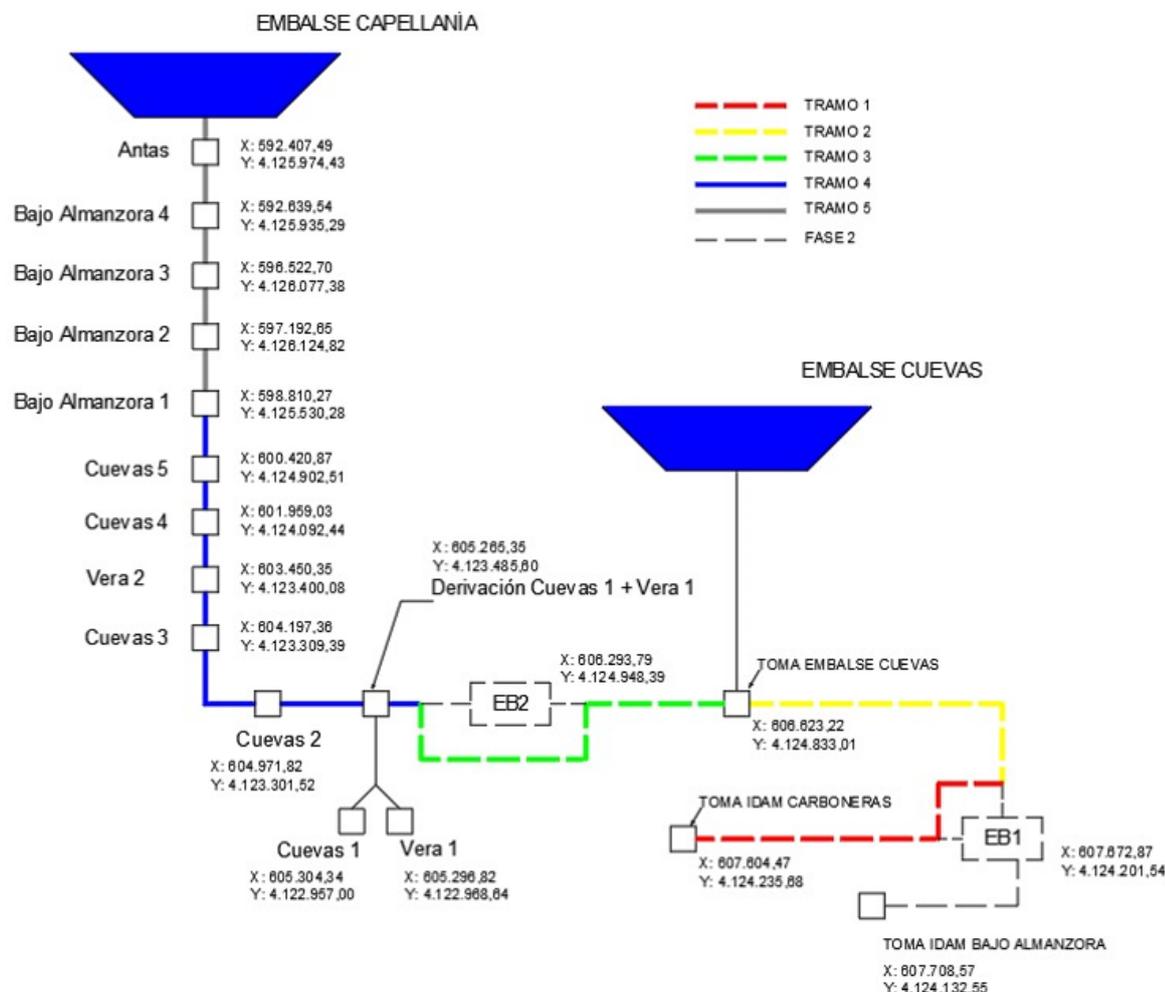


Ilustración 7: Esquema hidráulico. Fuente elaboración propia

## 6 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA

En el Anejo 7 se realiza el estudio de alternativas con las siguientes conclusiones; Las alternativas analizadas se han estudiado en dos niveles de decisión:

### Nivel 1 de decisión;

- Alternativa 0: No realizar proyecto
- Alternativa 1: Realizar el proyecto.

**Nivel 2 de decisión**, si se selecciona la Alternativa 1 de ejecución de proyecto, tiene por objetivo decidir alternativas respecto a los siguientes aspectos

- a) **Alternativas 1.1** Análisis y elección del trazado óptimo asegurando mínima distancia y menor afección a infraestructuras existentes y futuras planificadas (ADIF)
- b) **Alternativas 1.2.** Selección de material de la conducción. Selección de la tubería a colocar, teniendo en cuenta no solo el aspecto económico o técnico, sino considerando también la explotación a largo plazo y el respeto con el medio ambiente durante todo su ciclo de vida.
- c) **Alternativas 1.3** Elección del diámetro energético e hidráulicamente más eficiente.

## 6.1 Descripción de alternativas nivel de decisión 1

### 6.1.1 ALTERNATIVA 0

La alternativa 0, se refiere a no realizar ninguna actuación.

El no realizar el proyecto supone mantener los costes energéticos extras de bombear el agua a una cota superior a la necesaria para cada una de las sociedades a las que se suministra agua.

Por tanto, se mantendría la situación actual de forma de distribución a las tomas de las entidades. Esta alternativa implica unos consumos energéticos convencionales innecesarios de hasta 2,95 GWh/año.

Este sobre coste energético afecta a las cuentas de explotación de los productores agrícolas, poniendo en riesgo su viabilidad económica. El abandono del territorio agrícola conlleva problemas ecológicos y sociales muy graves. A parte de la problemática social, destacar que el abandono progresivo de la agricultura, altera el paisaje rural.

Además, hay que considerar que el exceso de consumo energético implica además de un mayor coste económico un mayor impacto ambiental por incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Por tanto, con la alternativa cero, al no realizar ninguna actuación, se mantendría la situación actual del sistema, con un coste energético elevado, emisiones de CO<sub>2</sub> innecesarias o incluso se deterioraría el medio por el abandono del territorio agrícola.

### 6.1.2 ALTERNATIVA 1

La alternativa 1 consiste en la realización del proyecto de la conducción de conexión para bombear únicamente a la cota estrictamente necesaria.

Las obras a realizar son la construcción de la conducción principal de distribución y las tomas a las entidades.

Por tanto, con la alternativa uno de realizar la actuación consigue un significativo ahorro energético e importante reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, incrementando la viabilidad de las explotaciones agrarias vinculadas al regadío.

### 6.1.3 EXAMEN MULTICRITERIO DE LAS ALTERNATIVAS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS NIVEL 1.

Siguiendo un examen multicriterio llegamos a las siguientes valoraciones

	Alternativa 0	Alternativa 1
Criterio económico – Inversión	2	0
Criterio económico - Rentabilidad	0	2
Criterio social	0	1
Criterio ambiental	0	3
Suma	2	6

Se opta por la Alternativa 1 de ejecución de obra.

## 6.2 ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS NIVEL 2

En el anejo de estudio de alternativas se detallan estas alternativas llegándose a las siguientes conclusiones.

### ANÁLISIS ALTERNATIVAS 1.1. TRAZADO CONDUCCIÓN

Para la determinación del trazado se ha seguido un análisis multicriterio en base a las siguientes pautas:

- Prioridad de trazado en caminos o parcelas agrícolas
- Evitar terrenos naturales
- Análisis de cada uno de los servicios afectados aplicando los requisitos de los titulares o responsables de cada uno de los mismo.

### ANÁLISIS ALTERNATIVAS 1.2. SELECCIÓN DE MATERIAL DE TUBERÍAS

La tubería que presenta mejor comportamiento hidráulico, menor coste de instalación, mayor vida útil y menos costo de explotación es la de **PVC-O** dándosele prioridad a este material donde el cálculo mecánico lo permita.

Se proyectará con este tipo de material en los tramos que estén sometidos a presiones iguales o menores a 20 bar. En los tramos que superen los 20 bar se colocará **tubería de fundición** y en tramos de pendientes superiores a 50% (hay algún tramo en que la pendiente supera el 100%), se colocará tubería de fundición acerrojada.

Por último, en los cruces de los hincados con presión máxima de trabajo > 20 bar se colocará **tubería de Acero S275 JR** embriada y cuando la presión ≤ 20 PE100 con soldadura a tope.

### ANÁLISIS ALTERNATIVAS 1.3. SELECCIÓN DE DIÁMETRO DE LA IMPULSIÓN

El diámetro ÓPTIMO obtenido por análisis multicriterio es el de a tomar para el de 630 mm

## 7 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO DE LA ZONA A MODERNIZAR

### 7.1 Localización

las obras que se proyectan se localizan en los términos municipales siguientes, todos ellos en la provincia de Almería.

- Antas: polígonos 4, 5 y 23
- Cuevas de Almanzora: polígonos 10, 13 28
- Vera: polígonos 1, 2, 3 y 4

### 7.2 Climatología

Dado que se trata de una actuación de suministro en alta que no modifica los usos actuales, no se expone ni la climatología ni los parámetros agronómicos habituales de una modernización del regadío con modificación de su sistema de aplicación de agua de riego. Pero si que se incluye en esta sección, los datos procedentes a los consumos de las comunidades de regantes o entidades de riego en las tomas. Valores que con mayor explicación de procedencia del agua y de los consumos se pueden observar en la Anejo 3.

Las necesidades de caudales en cada punto de entrega para el correcto funcionamiento de las redes interiores son los siguientes:

Comunidad	Superficie (ha)	Nº tomas	Sup/toma (ha)	Dotación/sup comunidad (m <sup>3</sup> /año)	Toma	Dotación/sup toma (m <sup>3</sup> /año)	Caudal (l/s)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
CRR. Cuevas del Almanzora	850	5	170	426.492,72	TC CR Cuevas del Almanzora 1	85.298,54	100	360
					TC CR Cuevas del Almanzora 2	85.298,54	100	360
					TC CR Cuevas del Almanzora 3	85.298,54	100	360
					TC CR Cuevas del Almanzora 4	85.298,54	100	360
					TC CR Cuevas del Almanzora 5	85.298,54	100	360
CRR. de Vera	100	2	50	50.175,61	TC CR Vera 1	25.087,81	100	360
					TC CR Vera 2	25.087,81	100	360
CRR. del Bajo Almanzora	2841	4	710,25	1.425.489,21	TC CR Bajo Almanzora 1	356.372,30	100	360
					TC CR Bajo Almanzora 2	356.372,30	100	360
					TC CR Bajo Almanzora 3	356.372,30	100	360
					TC CR Bajo Almanzora 4	356.372,30	150	540
S.A.T. N.º2503 Antas	2108	1	2188	1.097.842,45	TC S.A.T. N.º2503 Antas y S.A.T. Agrolujo	1.097.842,45	250	900
S.A.T. Agrolujo	80							



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



## 7.3 Aspectos urbanísticos y análisis de riesgos

### 7.3.1 T.M. Vera

Las obras a su paso por el municipio de Vera, discurren por la zona clasificada como “suelo urbanizable sectorizado” de uso “industrial”, según el PGOU del mismo.



Ilustración 8: . Detalle trazado conducción de impulsión (en azul) a su paso por la “Zona 17” en el municipio de Vera.  
Fuente: Ayuntamiento de Vera.

### 7.3.2 T.M. Cuevas de Almanzora

A su vez, al atravesar el municipio de Cuevas de Almanzora, pasan por la unidad denominada IV-SR-49, clasificada como “suelo urbanizable sectorizado” de tipo “residencial” y por la unidad V-SI-2 clasificada como “suelo industrial”, según su PGOU.

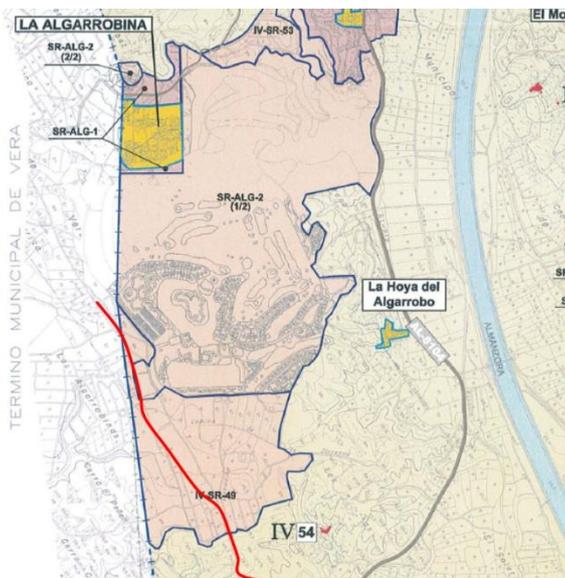


Ilustración 9: PGOU del T.M. de Cuevas de Almanzora. Clasificación del suelo. Detalle situación unidad IV-SR-49 (en rojo la conducción de impulsión) Fuente: Ayuntamiento de Cuevas de Almanzora.

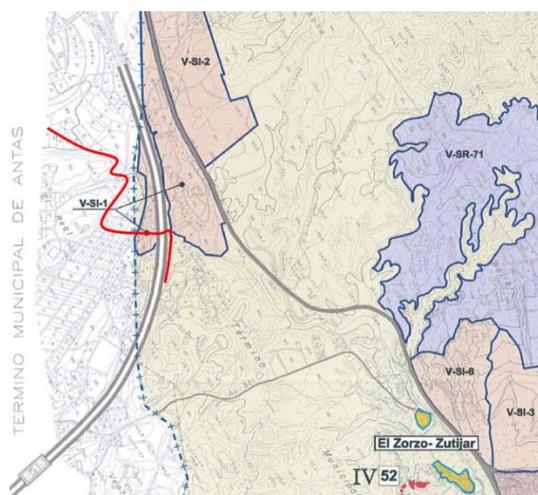


Ilustración 10: PGOU del T.M. de Cuevas de Almanzora. Clasificación del suelo. Detalle situación unidad V-SI-1.  
Fuente: Ayuntamiento de Cuevas de Almanzora

### 7.3.3 T.M. Antas

Sin afección al PGOU

### 7.3.4 Riesgos por inundación

Para determinar los riesgos por emplazamientos de las actuaciones en zonas inundables se ha realizado el análisis desde tres fuentes de datos. La primera de ellas según la clasificación establecida en el Decreto 189/2002 de 2 de julio por el que se aprueba el plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en cauces urbanos Andaluces y el mapeo establecido por la Agencia Andaluza del agua para un periodo de retorno de 500 años.

El segundo se ha realizado en base al sistema nacional de Cartografía de Zonas Inundables, fuente Ministerio (MAPAMA), también para el mismo periodo de retorno.

La tercera ha sido la realidad de la inundación acaecida durante la riada de San Wenceslao el 28 de septiembre de 2012, un fenómeno que afectó intensamente a la cuenca del Segura donde debido al nivel que alcanzaron las aguas la mayoría de los equipos e interconexiones de cables de la planta desaladora del bajo Almanzora (MITECO) quedaron sumergidos largo periodo de tiempo causando graves desperfectos y dejando inhabilitada la totalidad de la instalación. La realidad orográfica de la actuación B2 hace que desde el punto de vista de la seguridad sea considerada como de afección para el periodo de retorno de 500 años.

En la siguiente tabla se resume las afecciones a nivel urbanístico y de riesgo de inundación:

Tabla 5. Tabla resumen del análisis urbanístico.

	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO		RIESGO DE INUNDACIÓN
	CL	ZF	ZI
EB1	NO	NO	SI
EB2	NO	NO	SI
EB3	NO	NO	NO
FV1α	NO	NO	NO

	PLANEAMIENTO URBANÍSTICO		RIESGO DE INUNDACIÓN
	CL	ZF	ZI
FV1b	NO	NO	NO
FV2	NO	NO	NO
C1	NO	NO	SI
C2	NO	NO	SI
C3	SI	SI	NO

- Algunos de los terrenos por donde discurre la conducción **SI** están afectados por el plan de ordenación urbana de los municipios de Cuevas de Almanzora y Vera.
- Las obras, sólo en alguno de sus tramos, atraviesan terrenos clasificados como “suelo urbanizable sectorizado” de uso “industrial” y “suelo urbanizable sectorizado” de tipo “residencial”, según los distintos PGOU que les son de aplicación.

### 7.3.5 Riesgos sísmicos

En la norma NCSE-02 "Norma de construcción sismorresistente", según el Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR- 02) (BOE núm. 244 de 11 de octubre de 2002), se establecen las condiciones técnicas que han de cumplir las estructuras de edificación, a fin de que su comportamiento ante fenómenos sísmicos, evite consecuencias graves para la salud y seguridad de las personas, evite pérdidas económicas y propicie la conservación de servicios básicos para la sociedad en casos de terremotos de intensidad elevada. Las obras que nos ocupan quedan fuera de las construcciones o escenarios recogidos en el artículo 1.2.1, ya que el valor de la aceleración sísmica básica (ab)/ g < 0,04, según el Anejo 1 (BOE 244, 11 de octubre de 2002)

## 8 CRITERIOS DEL DISEÑO E INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 8.1 Demandas a garantizar.

Las demandas a garantizar en el estado final de funcionamiento de la conducción son las siguientes

Tabla 6: Demandas de las tomas de las entidades de riego a las que abastece las obras del proyecto

TOMA	DN <sup>3</sup> mm Toma	Presión de entrega (bar)	Caudal l/s mín-medio-máx.
TC CR Cuevas del Almanzora 1	250/300	4-5	50-100-150
TC CR Cuevas del Almanzora 2	250/300	6	50-100-150
TC CR Cuevas del Almanzora 3	250/300	1	50-100-150
TC CR Cuevas del Almanzora 4	250/300	4-5	50-100-150
TC CR Cuevas del Almanzora 5	250/300	3	50-100-150
TC CR Vera 1	250/300	7-9	50-100-150
TC CR Vera 2	250/300	5-7	50-100-150
TC CR Bajo Almanzora 1	250/300	1	50-100-150

<sup>3</sup> El primer valor se corresponde con el DN del contador y el segundo con el DN del tubo de salida de la toma.



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN



TC CR Bajo Almanzora 2	250/300	6-8	50-100-150
TC CR Bajo Almanzora 3	250/300	4-5	50-100-150
TC CR Bajo Almanzora 4	400	12	50-150-250
TC S.A.T. N.º 2503 Antas	400/600	1	50-250-550



Ilustración 11: Esquema planta de ubicación de los puntos de demanda (TC). Fuente: elaboración propia. (TC: Toma Contador)

## 8.2 Geología y geotecnia

Para el análisis de las características geotécnicas de las obras se ha seguido el siguiente procedimiento y secuencia:

- Revisión de la documentación existente:
  - ✓ Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
  - ✓ Mapa Geotécnico de España, escala 1:200.000. IGME.
  - ✓ Mapa Geocientífico de la provincia de Almería
  - ✓ Informes geotécnicos redactados para otras obras similares y emplazadas en la zona de estudio.
- Observación directa de taludes existentes en otras obras de la zona.
- Trabajos de Identificación y clasificación de materiales s/ art.330 PG3, según la siguiente localización de las calicatas.



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

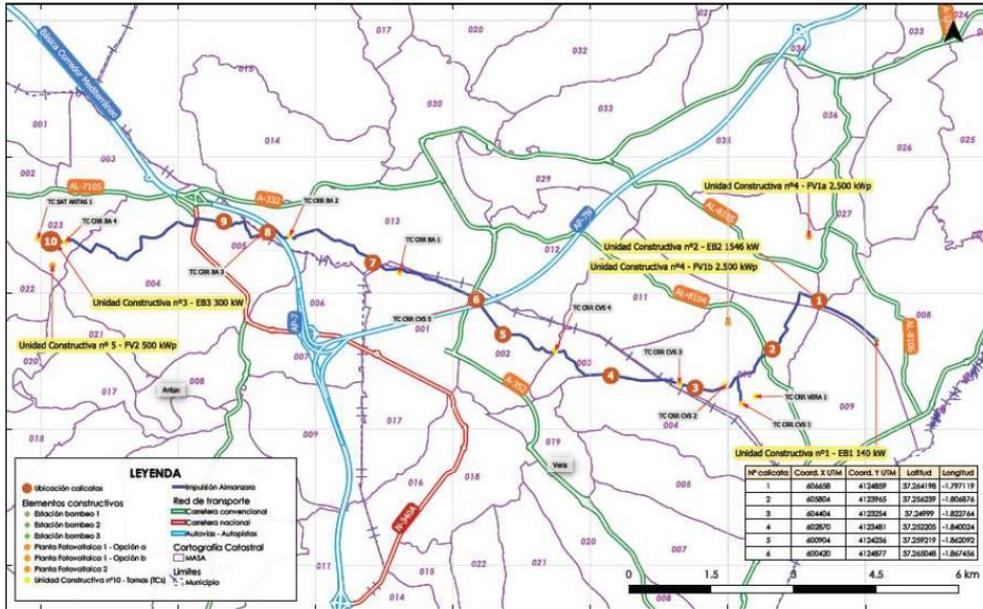


Ilustración 12: Plano de localización de las 10 calicatas. Los emplazamientos fueron seleccionados por la ingeniera autora del proyecto. Fuente: elaboración propia.

En el Anejo 8 se expone y se interpreta el trabajo del estudio geotécnico y la excavabilidad del terreno. Tal y como se indica en el trabajo, en las 10 calicatas realizadas se han hecho en pozo o en zanja la inspección visual, se ha analizado la estabilidad de las paredes de la zanja y se han tomado muestras en profundidades diferentes. La caracterización se ha realizado con una profundidad media de excavación de 3 m, o hasta alcanzar el rechazo.

Localización de las calicatas en relación con los Pks de la impulsión principal es la siguiente:

Tabla 7: georreferenciación de las catas

Nº	Pk
CATA 1	Parcela EB2
CATA 2	16+820
CATA 3	15+000
CATA 4	13+240
CATA 5	10+600
CATA 6	9+830
CATA 7	7+850
CATA 8	5+420
CATA 9	4+000
CATA 10	0+100

Nota: Pk 0+000 se corresponde con la balsa de Capellanía

El terreno ha sido clasificado en base a las siguientes determinaciones:

- La columna estratigráfica de cada calicata
- Análisis granulométrico de suelos por tamizado UNE 103 101/94
- Método normalizado de clasificación del suelo ASTM-D2487/00
- Determinación del Límite líquido por el método de cuchara de Casagrande UNE 103 103/94



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



- Determinación del Límite Plástico UNE 103 104/93
- Determinación del contenido de materia orgánica oxidable por el método del permanganato potásico UNE 103/204/93
- Determinación de Sales solubles en suelos NLT 114/99
- Ensayo de compactación Próctor modificado UNE 103 501/94
- Ensayo para determinar el índice CBR UNE 103 502/95
- Determinación del % de hinchamiento libre UNE 103/601/96
- Determinación del índice de colapso UNE 103/406/06
- Determinación del contenido de yesos NLT 115/99

Las conclusiones respecto a su excavabilidad son las siguientes:

Tabla 8: Caracterización de las excavaciones

Ref.	P:K:	Tramos entre calicatas		%Comp acto	%Tra nsito	%R oca	Tota l	Litología
EB2	18.000	C1	C2	90	10	0	100	Matriz arcilla limosa - Limo areno / arcilloso
	16.820	C2	C3	30	40	30	100	Limo areno / arcillas - Caliche carbonatado fuertemente cementado, rechazo en 0,70
	15.000	C3	C4	100	0	0	100	Caliche carbonatado fuertemente cementado, rechazo en 0,70 - Limo / arenosos de consistencia media
	13.240	C4	C5	100	0	0	100	Limo / arenosos de consistencia media - Limo / arenosos de consistencia media
	10.600	C5	C6	100	0	0	100	Limo / arenosos de consistencia media - Limo arenosos sueltos
	9.830	C6	C7	80	15	5	100	Limo arenosos sueltos - Conglomerado silíceo NO RIPABLE, rechazo en 0,50
	7.850	C7	C8	10	35	55	100	Conglomerado silíceo NO RIPABLE, rechazo en 0,50 - Conglomerado silíceo fuertemente cementado, rechazo en 2,20
	5.420	C8	C9	40	25	35	100	Conglomerado silíceo fuertemente cementado, rechazo en 2,20 - Caliche carbonatado NO RIPABLE
	4.000	C9	C10	20	25	55	100	Caliche carbonatado NO RIPABLE - Caliche carbonatado NO RIPABLE
ANTAS	100	C10		20	25	55	100	Caliche carbonatado NO RIPABLE

### 8.3 Estudio arqueológico

En el Anejo 6 Estudio arqueológico, se recoge la información necesaria para liberalizar las parcelas afectadas de cargas arqueológicas.

A día de hoy, se ha enviado, a la Delegación Territorial de Turismo, Cultura y Deporte en Almería, el proyecto de prospección arqueológica, estando a la espera de recibir la autorización para realizar dicha prospección. Cuando se reciba la autorización, se hará el trabajo de campo, se registrará el Informe de Prospección con los resultados del mismo, y la Delegación Territorial de Turismo, Cultura y Deporte en Almería, emitirá un informe, en el cual, se reflejarán las medidas a tomar para la ejecución del proyecto.

### 8.4 Cartografiado y topografía

Toda la base cartográfica está en el sistema de referencia ETRS89 H30N y es procedente del Instituto de Estadística y Cartografiado de Andalucía (E 1:5.000, E: 10.000, E: 1:25.000)

Otras fuentes de información cartográfica vectorial y ráster han sido:

- ✓ Cartografía del CNIG del Instituto Cartográfico Nacional (Plataforma IDEE).
- ✓ Cartografía catastral de la Sede Electrónica del Catastro.
- ✓ Otras consultas gráficas realizadas al visor de áreas temáticas y del territorio del MITECO.
- ✓ Extracción de ortofotos del PNOA.

#### 8.4.1 Levantamiento topográfico

Se ha realizado un levantamiento a lo largo de la traza de la tubería que discurre por los términos municipales de Antas, Vera y Cuevas de Almanzora. Este levantamiento ha servido como base para la realización y encargo del vuelo fotogramétrico del trazado de la obra y para obtener una cartografía ampliada y con detalle de las zonas de actuación.

Posteriormente se han realizado varios levantamientos de detalle en áreas que, por las características de su entorno, se han catalogado como obras especiales y se ha decidido complementar mediante topografía clásica para conseguir un mayor detalle, especialmente en las áreas próximas a la IDAM de Cuevas de Almanzora y a la balsa de Capellanía.

#### 8.4.2 Vuelo fotogramétrico de la zona

El vuelo fotogramétrico digital ha sido realizado por *BMG TOPOGRAFÍA S.C.A.* con CIF F-04550646 y dirección social C/ Catedrático Ignacio Cubillas 13. 2 7, 04006 Almería.

En el Anejo 5 se adjunta el informe detallado de los trabajos que ha proporcionado la empresa y que incluye la metodología y los instrumentos empleados.

### 8.4.3 Datos para el replanteo

También en el Anejo 5 se adjuntan los listados con los datos (tablas) de replanteo de ambos ejes definidos en el proyecto. El eje principal de la impulsión, se inicia (PK0+000) en la balsa de Capellanía y finaliza en EB2 (PK17+930,77). En segundo lugar, se adjuntan las tablas referentes al resto de ejes de tramos de conexiones y derivaciones del eje principal.

- Eje de la conducción desde la toma de IDAM Carboneras a EB1
- Eje de la conducción de EB1 a EB2
- Eje de la conducción de la derivación a las tomas de Vera 1 y Cuevas 1
- Otros ejes de conexión de otras dos de las tomas en este caso planificadas (desglose 2º); se trata de Bajo Almanzora 2 y Bajo Almanzora 3

Las tablas aportan los siguientes datos:

- Punto kilométrico del eje (Pk)
- Coordenada X, Coordenada Y, Z Terreno (ETRS89-UTM30N)
- Cota de la generatriz superior de la tubería (Z clave tubería)
- Profundidad desde la cota de terreno hasta la generatriz superior de la tubería (Profundidad a clave superior).

## 8.5 Metodología y procesos de cálculos hidráulicos

### 8.5.1 Escenario de cálculo considerado.

Tal y como se ha comentado el escenario de cálculo contemplado es para la instalación proyectada considerando tanto las unidades de obra incluidas en este proyecto como las previstas en un futuro para que la conducción principal cumpla con todos los requisitos actuales y de futuro.

### 8.5.2 Metodología de cálculo

El método de diseño óptimo de las subredes ramificadas se ha establecido mediante un modelo matemático a partir de las siguientes restricciones:

- Ecuación de Bernouilli

$$\frac{p_i}{\gamma} + \frac{v_i^2}{2g} + z_i = \frac{p_j}{\gamma} + \frac{v_j^2}{2g} + z_j + h_j \cdot L_j$$

donde:

- $i$  = nudo aguas abajo de la línea  $j$  (línea  $j$  la definida por nudos  $i$  y  $j$ )
- $p/\gamma$  = Altura manométrica de servicio en el nudo considerado (m.c.a.)
- $v$  = velocidad del flujo (m/s)
- $z$  = cota del nudo (m)
- $h_j$  = Pérdida de carga unitaria por rozamiento en la línea (m.c.a./m)
- $L_j$  = longitud de la línea  $j$  (m)

- Ecuación de Darcy - Weisbach

$$H_L = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g}$$

donde:

$f_j$  = factor de fricción de la línea  $j$  (adimensional)

- Ecuación de Prandtl - Colebrook

$$\frac{1}{\sqrt{f_i}} = 2 \cdot \log_{10} \left( \frac{\varepsilon_j}{3,7 \cdot D_j} + \frac{2,51}{R_{ej} \cdot \sqrt{f_j}} \right)$$

donde:

$f_j$  = factor de fricción.

$\varepsilon_j$  = rugosidad absoluta de la conducción.

$D_j$  = diámetro comercial interior considerado en la línea  $j$

$R_{ej}$  = nº de Reynolds del flujo en la línea  $j$  (adimensional)

- Presión mínima exigible en el extremo de una línea con nudo de abastecimiento:

$$\frac{p_j}{j} = \text{dato}$$

Para la simulación del comportamiento hidráulico de la red de distribución se ha utilizado la aplicación informática EPANET, en la cual se calculan las pérdidas de carga a partir de la fórmula de Darcy – Weisbach:

$$H_L = f \frac{L}{d} \frac{v^2}{2g} = 0,0827f \frac{L}{d^5} Q^2$$

donde:

$H_L$  = pérdida de carga (para todo el tramo considerado) (mca)

$g$  = aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

$L$  = longitud de la tubería (m)

$D$  = diámetro de la tubería (m)

$v$  = velocidad del flujo (m/s)

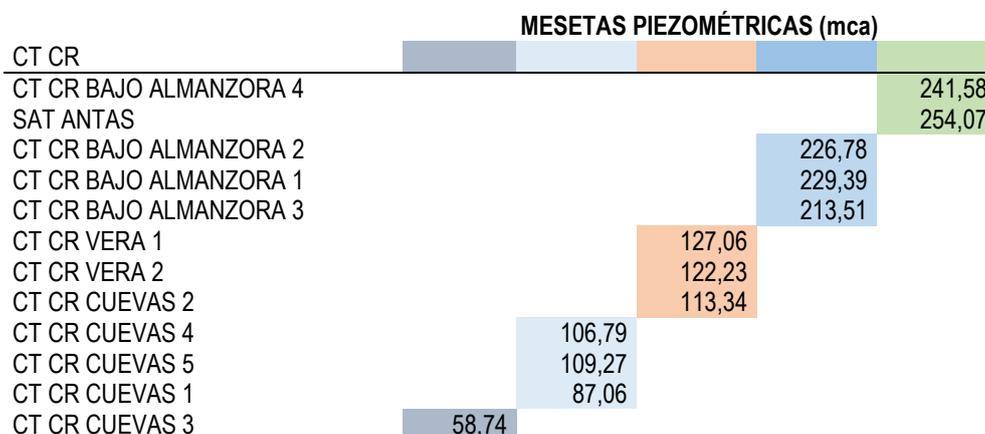
$f$  = factor de fricción (adimensional)

$Q$  = caudal ( $m^3/s$ )

El factor de fricción es función de  $(\varepsilon/d)$  y del número de Reynolds, donde  $\varepsilon$  es el coeficiente de rugosidad relativa con unidades de longitud.

### 8.5.3 Mesetas manométricas

En el Anejo 9 se exponen la clasificación manométrica de las tomas en cuanto a la manométrica necesaria en EB2 para el suministro a la presión requerida, dando la siguiente agrupación:



En base a estas mesetas se analizan un total de 9 escenarios posibles de funcionamiento de EB2 con agua procedente de EB1. Con los siguientes resultados:

Tabla 9: Puntos de funcionamiento de EB2 para 9 escenarios

Escenarios	Q punta (l/s)	Q punta (m <sup>3</sup> /h)	Hm (mca)	Hm (bar)
Escenario 1	150,00	540,00	51,08	5,11
Escenario 2	350,00	1.260,00	97,19	9,72
Escenario 3	350,00	1.260,00	137,23	13,72
Escenario 4	350,00	1.260,00	225,35	22,54
Escenario 5	450,00	1.620,00	265,79	26,58
Escenario 6	350,00	1.260,00	104,76	10,48
Escenario 7	350,00	1.260,00	135,53	13,55
Escenario 8	350,00	1.260,00	226,01	22,60
Escenario 9	487,00	1.753,20	275,95	27,60

### 8.5.4 Procesos de cálculo

Se establecen los siguientes procesos de cálculo:

- 1.- Cálculo y dimensionado de los tramos 4 y 5 para el suministro desde EB2 hasta balsa Capellanía (Escenario 9), para un caudal de 487 l/s. Destino embalse de Capellanía. Objetivo: conocer el punto de funcionamiento más desfavorable para el dimensionado de ambos tramos y su curva resistente. (requisitos para EB2).
- 2.- Cálculo de los transitorios en los tramos 4 y 5 para la condiciones de aportación y suministro del caso anterior. Objetivo: comprobar y planificar el dimensionado de los calderines de protección de transitorios.
- 3.- Simulación de los escenarios 1 al 8 para determinar y planificar otros puntos de funcionamiento de EB2

4.- Simulación del tramo 2 y 3 para el suministro desde EB1 captando desde salida de la balsa regantes de IDAM del Bajo Almanzora.

5.- Simulación de los tramos 1, 2 y 3 para las situaciones 1, 2, 3, 4 de entradas de caudales al sistema. Para ello se adopta en esos tramos el mismo  $\emptyset$  que en el de los tramos 4 y 5. Objetivo: conocer las presiones disponibles en el punto de emplazamiento de EB2 (sin construirla) y estimar la capacidades abastecimiento a las tomas bajo los siguientes situaciones.

Situaciones de entrada al sistema	Tramos	Q (l/s)	PS (bar) en origen	PS (bar) en destino (EB2)
1	1, 2 y 3	487	23,6	a determinar
2	1, 2 y 3	487	15	a determinar
3	3	487	14,14	a determinar
4	3	487	9,14	a determinar

6. Simulación inversa del tramo 5 en el caso de abastecer desde la toma inferior de la balsa de Capellanía. (Caso de EB1 y EB2 sin construir)

#### 8.5.5 Proceso 1: dimensionado del tramo EB2 a balsa Capellanía

En el Anejo 9 se muestra para todos los Pk del trazado los resultados de los cálculos hidráulicos para las condiciones más desfavorables de trabajo (Escenario 9). Esto ha permitido establecer los tramos en los diámetros interiores en función del timbraje y  $\emptyset$  de los tubos.

La curva resistente de la impulsión para una manométrica de descarga en balsa de Capellanía de 0,2 bar es la siguiente:

$$(-0,00356 * (17930,77 - DO) + 280 - Z \text{ tubo}) / 10$$

Y del análisis de transitorios la curva de sobre presiones (ver anexo 2 del Anejo 9), es:

$$(313,9 - 0,005462677 * (17930,77 - DO) - Z \text{ Tubo}) / 10$$

DO (m): Distancia a origen

Z (msnm): Altitud





Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



Líneas	Nudo -	Nudo +	Cota nudo +	Longitud (m)	Diámetro int. (mm)	Tipo de tubería
PVC25_3	D_CU04	PVC25-PVC20_1	106,71	1.152,24	577,2	PVC-O Ø630 PN25
PVC20_1	PVC25-PVC20_1	PVC20-PVC25	100,59	525	590	PVC-O Ø630 PN20
PVC25_4	PVC20-PVC25	D_CU05	72,7	713,44	577,2	PVC-O Ø630 PN25
PVC25_5	D_CU05	PVC25-PVC20_2	97,41	585,25	577,2	PVC-O Ø630 PN25
PVC20_2	PVC25-PVC20_2	PVC20-PVC16	131,63	876,31	590	PVC-O Ø630 PN20
PVC16_1	PVC20-PVC16	PVC16-PVC12.5_1	161,44	95,4	595,4	PVC-O Ø630 PN16
PVC12.5_1	PVC16-PVC12.5_1	D_BA01	208,07	185,04	598,8	PVC-O Ø630 PN12.5
PVC12.5_2	D_BA01	PVC12.5-PVC16	156,02	444,56	598,8	PVC-O Ø630 PN12.5
PVC16_2	PVC12.5-PVC16	PVC16-PVC12.5_2	155,45	1.373,07	595,4	PVC-O Ø630 PN16
PVC12.5_3	PVC16-PVC12.5_2	D_BA02	144,91	35,31	598,8	PVC-O Ø630 PN12.5
PVC12.5_4	D_BA02	D_BA03	154,51	806,65	598,8	PVC-O Ø630 PN12.5
PVC12.5_5	D_BA03	D_BA04	199,21	5.124,64	598,8	PVC-O Ø630 PN12.5
CU01	CU01VE01	CU01	53,66	13,11	299,4	PVC-O Ø315 PN12.5

Leyenda:

D\_ indica nudo de derivación a una toma. Ej: DBA03: nudo de Derivación a la toma Bajo Almazora 3.

PVCXX\_Y: indica nudo artificial generado por modificación del diámetro interior del tubo. Ej: PVC16\_2: Segundo tramo en ese timbraje

Nota. Los valores de las cotas de los nudos son los previos antes de la definición de la rasante de la tubería representada en los planos. Los valores se corresponden con los de la simulación y tan solo se utilizan como previos para la elección del timbraje y naturaleza de la tubería. El cálculo definitivo de la conducción se realiza con los valores definitivos tras el encaje en planta y alzados de la tubería.

### 8.5.7 Resto de procesos

Se pueden observar en el Anejo 9 y que por su extensión aquí no se exponen. Tan solo hay que mencionar que sin la entrada en funcionamiento de EB2 el resto de los procesos dan, para aquellas tomas que pueden asegurar su abastecimiento, los siguientes resultados. El escenario 9 se corresponde con la entrada de agua en coronación a la balsa de Capellanía con el resto de tomas cerradas.

Tabla 11: Proceso 5

ESCENARIO 1	Q (l/s)	Hm requerida (mca)	Hm requerida (mca) en plataforma de EB2	1	2	3	4
CT CR CUEVAS 3	150	10	68,52	212,85	126,85	131,59	81,59
ESCENARIO 2	Q (l/s)	Hm requerida	Hm requerida en plataforma de EB2	1	2	3	4
CT CR CUEVAS 1	150	40	120,1	212,85	126,85	131,59	81,59
CT CR CUEVAS 4	100	40					
CT CR CUEVAS 5	100	30					
ESCENARIO 3	Q (l/s)	Hm requerida en la toma	Hm requerida en plataforma de EB2	1	2	3	4
CT CR VERA 1	100	70	132	212,85	126,85	131,59	81,59
CT CR CUEVAS 2	100	60					
CT CR VERA 2	100	50					
ESCENARIO 9	Q1 (l/s)	Q2 (l/s)	Q3 (l/s)	Hm requerida	Hm obtenida	212,85	
CT CR BAJO ALMANZORA 4 SAT ANTAS			256,54	5	5		

- 1.- Abastecido desde IDAM Carboneras alta presión
- 2.- Abastecido desde IDAM Carboneras baja presión
- 3.- Abastecido desde Embalse de Cuevas alta presión
- 4.- Abastecido desde Embalse de Cuevas baja presión

A continuación, se exponen las condiciones de servicio con el flujo inverso desde Balsa de Capellanía (Antas) hacia la toma de la CR de Bajo Almanzora 1, con los siguientes resultados:

Tabla 12: Proceso 6

Proceso 6	Q (l/s)	Hm requerida en la toma	Hm de llegada
TC CR Bajo Almanzora 1	100	10	6,05
TC CR Bajo Almanzora 1	150	10	4,31

## 8.6 Metodología de cálculos mecánicos y estructurales

### 8.6.1 Tuberías de PVC O

Las tuberías semirrígidas enterradas están sometidas al empuje ejercido por las tierras y, ocasionalmente, por la presión hidrostática consecuencia del nivel freático. El empuje de las tierras y presiones puntuales como, por ejemplo, las cargas de tráfico no son solicitaciones uniformemente distribuidas en el perímetro de la tubería. Esto provoca que la tubería pierda fácilmente su sección circular y que en las paredes aparezcan desalineaciones de las líneas de fuerza y momentos adicionales.

Las tuberías se deforman al recibir esfuerzos de compresión transversales derivados de las cargas del terreno y de las sobrecargas del tráfico, produciéndose un fenómeno de ovalización. En el caso de las deformaciones sufridas por cargas puntuales de tráfico, los materiales visco elásticos recuperan la forma original inmediatamente.

Sólo en el caso de cargas aplicadas durante largos períodos de tiempo las tuberías sufren deformaciones no recuperables en su totalidad. Estas deformaciones conllevan unas tensiones en las paredes del tubo que deben comprobarse en su estado límite.

Las tensiones soportadas por el material a corto y largo plazo varían como consecuencia de la reducción del módulo de deformación con el paso del tiempo, por tanto, las tuberías deben dimensionarse en función del tiempo de funcionamiento que se haya estimado para la tubería.

En las tuberías adoptadas, además de la resistencia a la presión interior, se ha comprobado en el Anejo 10 los tres criterios siguientes:

Nota: la leyenda de los valores y parámetros que se expone a continuación, así como sus unidades se pueden observar con todo detalle en el Anejo 10

a) *Comprobación de la máxima ovalización.*

$$\delta_v = \frac{\Delta D_v}{2 \cdot r_m} \cdot 100$$

El valor admisible a largo plazo,  $\delta$ , debe ser inferior o igual al 6% (Instalación Tipo B, UNE 53331)

Cuanto mayor sea la rigidez circunferencial de la tubería y mayor el módulo de elasticidad del suelo, menor será la ovalización y, por tanto, el riesgo de fallo. Por tanto, el cálculo de resistencia a la ovalización se realiza teniendo en cuenta únicamente las cargas de tierra y resto de cargas externas no hidrostáticas.

b) *Verificación del máximo esfuerzo tangencial.*

$$\sigma = \frac{N}{S} \pm \frac{M \cdot 100}{\omega} \cdot \alpha_k \cdot 10$$

El esfuerzo tangencial obtenido se compara con el valor de diseño a corto y largo plazo:

- Corto plazo  $\sigma_t = 30 \text{ N/mm}^2$

- Largo plazo  $\sigma_t = 14,4 \text{ N/mm}^2$

La relación entre esfuerzos debe ser superior a un coeficiente de seguridad de 2,0 (Instalación Tipo B UNE 53331:2021)

c) *Comprobación de la presión crítica de colapso.*

$$\eta_3 = \frac{1}{\frac{q_{vt}}{q_{vt \text{ crit}}} + \frac{P_e}{P_{e \text{ crit}}}}$$

La acción simultánea de presión del suelo y del agua externa debe tener un coeficiente de seguridad  $\eta_3$  mayor que 2,0 a corto y largo plazo (Instalación Tipo B, UNE 53331)

Se ha empelado el siguiente software

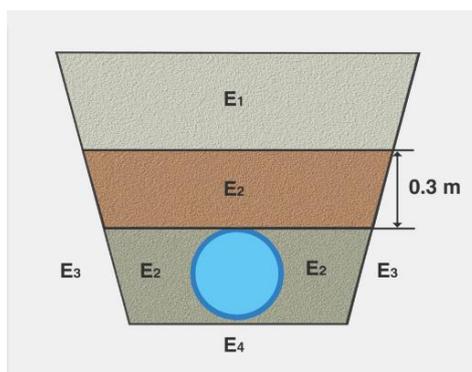
- a) El Programa es una aplicación o software de cálculo mecánico para tuberías plásticas enterradas de PVC Orientado (PVC-O) TOM® y está basado en las normas de referencia:

ATV-DVWK-A 127E:2000: "Cálculo estático de Drenajes y Saneamientos"

UNE 53331:2021: "Tuberías de poli(cloruro de vinilo) no plastificado (PVC\_U), Poli (cloruro de vinilo) orientado (PVC\_O), polietileno (PE) y Polipropileno(PP). Criterio para la comprobación de los tubos a utilizar en conducciones con y sin presión sometidos a cargas externas".

- b) Asetub, Grupo Sectorial Tuberías Plásticas. Programa de cálculo para Tuberías PE. Esta herramienta de cálculo está basada en la norma ATV-A127 y ha sido realizado por la empresa IngSoft en colaboración con Asetub

Con las siguientes tipologías de los rellenos de los rellenos:



Suelo	Breve descripción
G1*	Arenas y gravas limpias o ligeramente limosas (elementos inferiores a 50 mm)
G2*	Arenas, gravas, limosas medianamente arcillosas.
G3*	Arcillas de sílex y de pedernal. Coluviones. Morrenas, rocas alteradas, aluviones bastos con porcentaje de finos elevados. (IP < 12)
G4*	Limos, arenas finas, arcillas, margas más o menos plásticas (IP < 25)
G5 (**)	Arcillas y margas muy plástica (IP > 25)

(\*) Estos materiales no son utilizables en la zona de recubrimiento (2) ni en la zona de relleno (1).

(\*\*) Estos materiales no utilizables en la zona de recubrimiento (2) pueden algunas veces ser utilizados en la zona de relleno (1). IP = Índice de plasticidad.

### 8.6.2 Tubería FD

Los tubos de fundición dúctil son un claro ejemplo de tubos de comportamiento semirrígidos, cuyo comportamiento varía de flexible a rígido, según el diámetro del tubo. Para el caso que nos ocupa  $\varnothing 600$  mm, según CEDEX le corresponde la clasificación de semirrígidos y con necesidad de comprobar las siguientes sollicitaciones:

- Estado tensional debido a la acción exclusiva de la presión interna.
- Estado tensional debido a la acción conjunta de las acciones externas y de la presión interna

Los cálculos se han realizado en la base al software de PAN Saint-Gobain, basados en las consideraciones de la Guía Técnica del CEDEX (Cálculo mecánico de las tuberías enterradas):

### 8.6.3 Tubería de acero.

Su empleo se limita ciertas piezas especiales y a las vainas de los hincados. En este caso se analizan:

- Estado tensional debido a la acción exclusiva de la presión interna (piezas especiales)
- Deformación causada por la acción exclusiva de las acciones extremas
- Pandeo o colapso producido por la acción de las acciones externas y de la presión interna negativa.

Los cálculos se han realizado en la base a las expresiones de la Guía Técnica del CEDEX (Cálculo mecánico de las tuberías enterradas), realizadas en el Anejo 10 y en base a la UNE-EN 13480

### 8.6.4 Anclajes

En las conducciones existen elementos tales como codos, derivaciones, reducciones y válvulas, entre otros, que están sometidos a esfuerzos como consecuencia de la presión hidráulica y cuyo desequilibrio puede provocar el desplazamiento de los componentes, llegando a producir daños en el resto de las instalaciones y alterando el correcto funcionamiento del sistema.

Para equilibrar el empuje ejercido por la presión hidráulica, se procederá a la sujeción y apoyo mediante macizos de anclaje de todos aquellos accesorios susceptibles de estar sometidos a esfuerzos de forma que la propia tubería quede libre de dichas cargas.

A partir de la geometría definida para cada tipo de anclaje y de la presión de trabajo a la que puede llegar a estar sometida la pieza, se comprueba el estado de equilibrio que alcanza el macizo frente dos hipótesis: deslizamiento y vuelco, cuyos coeficientes mínimos de seguridad a garantizar son 1,5 y 1,8, respectivamente.

En el cálculo intervienen dos tipos de fuerzas: estabilizadoras y desestabilizadoras.

Las fuerzas desestabilizadoras se corresponden con el empuje ejercido por la presión hidrostática sobre cada uno de los elementos susceptibles de producir un cambio de dirección o el cierre de una válvula, y cuya expresión se define en el Anejo 10

Las fuerzas estabilizadoras son debidas al peso del dado de anclaje, al peso del terreno existente por encima del propio macizo, al rozamiento del hormigón con el terreno y al empuje pasivo que ejerce el terreno sobre el macizo.

Los macizos se dispondrán de forma que las uniones de las piezas queden al descubierto y se realizarán a base de hormigón armado HA-25/P/20/XC2 y acero B500S.

En el Anejo 10 se han dimensionado los anclajes necesarios para las distintas piezas especiales, en cada uno de los posibles diámetros proyectados.

### 8.6.5 Estructuras de hormigón

En el Anejo 13 se realiza el cálculo y dimensionado de las estructuras de hormigón para la formación de las cámaras de las tomas.

Las características de partida han sido las siguientes:

- Vida útil del proyecto (años): 40
- Nivel de control de ejecución: Normal
- Situación de proyecto: Persistente o transitoria
- Cte. de seguridad sobre las acciones: 1,60
- Cte. de seguridad sobre el acero: 1,15
- Cte. de seguridad sobre el hormigón: 1,50
- Tipo de Hormigón: HA-25 / B / 12 / XC2
- Resistencia característica (N/mm<sup>2</sup>): 25
- Tipo de consistencia: Blanda
- Cemento: CEM II/A-D 32.5N
- Tipo de adiciones: Ninguna
- Diámetro máximo del árido (mm): 12
- Tipo de Acero: B500SD
- Resistencia característica (N/mm<sup>2</sup>): 500
- Tipo de Ambiente: XC2
- Ancho máximo de fisura (mm): 0,30
- Recubrimiento nominal (mm): 35
- Naturaleza del terreno de la cimentación: Terrenos coherentes
- Característica del terreno de la cimentación: Arcillosos semiduros
- Presión admisible (N/mm<sup>2</sup>) del terreno de la cimentación: 0.20

El cálculo de esfuerzos en las paredes se hace considerando estas como placas con un extremo libre y los otros tres empotrados. El de la solera se hace asimilándola a una losa empotrada en sus cuatro extremos. Se calcula de acuerdo con la normativa vigente para estructuras de hormigón.

Al no existir juntas que independicen las paredes y la solera entre sí, el empuje del agua en el interior de la cámara y del terreno desde el exterior, sobre una pared determinada induce tracciones en las paredes contiguas y en la solera que son tenidas en cuenta en el cálculo. Estas tracciones deben ser resistidas por la armadura de la solera y la armadura horizontal de las paredes.

Para el cálculo de esfuerzos sobre las paredes, se van a utilizar las siguientes hipótesis de cálculo, considerando que la arqueta está enterrada:

1º Considerando el empuje del agua contenida en la cámara ante una posible rotura de la calderería o valvulería que hay en su interior, sin considerar las tierras.

2ª Considerando el empuje de tierras con la cámara seca.

Para el cálculo de esfuerzos sobre la solera se considerará la presión del terreno de cimentación, considerando la solera como una losa empotrada en sus cuatro extremos; y considerando además los esfuerzos que producen las paredes sobre la solera (momento en el arranque de la pared) y tracción debida al empuje de la posible agua contenida en la cámara.

Una vez calculados los esfuerzos que solicitan las paredes y la solera, se han determinado la armadura necesaria para resistirlos y se

comprobará que cumple la sección resultante, las condiciones impuestas por la instrucción vigente CE-21 en cuanto a cuantías mínimas de armadura, separaciones, estados límites últimos y de servicio; en especial el estado límite de fisuración y el de cortante.

La relación de cámaras calculadas y sus dimensiones interiores es la siguiente.

Cámara tipo	a (m)	b (m)	h (m)
A	8,00	2,00	2,25
B	6,90	2,00	2,25
C	9,70	2,00	2,25
D	8,60	2,75	2,25
E	3,90	2,00	2,25
F	4,00	2,50	2,30
G	3,00	2,00	2,00

#### 8.6.6 Ubicación de ventosas

Las operaciones de llenado y vaciado de agua de una instalación conllevan el desplazamiento de grandes cantidades tanto de agua como de aire. Este tipo de operaciones, así como las posibles alteraciones de la presión del fluido durante el funcionamiento normal de la instalación, son algunas de las posibles causas por las cuales pueden aparecer bolsas de aire atrapado en la misma.

El aire atrapado en un sistema de distribución de agua reduce la capacidad de transporte de esta al tiempo que puede ocasionar desperfectos en la instalación y en los diferentes elementos y accesorios, tales como, contadores de agua, válvulas, etc. Además, en los transitorios hidráulicos con aire atrapado se pueden llegar a generar sobrepresiones superiores a la sobrepresión de Allievi.

En este proyecto las ventosas a colocar serán trifuncionales (llenado-vaciado-purga) de paso total, pudiendo en algunos modelos ser de dos cuerpos y en otros llevar el orificio de purga dentro del cuerpo de la ventosa. Se han colocado en algunos puntos ventosas especiales para controlar el transitorio y evitar la depresión.

El origen del aire atrapado dentro de la conducción se debe a que el agua contiene en condiciones normales cierta cantidad de aire disuelto (el nivel de saturación del aire disuelto en el agua es aproximadamente de un 2%, a presión atmosférica). En los sistemas de distribución de agua, la cantidad de aire disuelto puede superar el valor de saturación de la disolución a dicha presión y temperatura por lo que se libera cierta cantidad de este.

Los aumentos de temperatura también son una causa de descarga de aire ya que la presión de vapor del agua aumenta con la temperatura (a 15 °C esta presión es de 1,70 kN/m<sup>2</sup> mientras que a 30 °C es de 4,24 kN/m<sup>2</sup>). Esto significa que el volumen potencial de aire que puede ser desprendido es 2.5 veces mayor a 30°C que a 15°C. Estas consideraciones pueden ser importantes a la hora de diseñar sistemas de tuberías en climas con altas temperaturas o sujetos a variaciones térmicas importantes.

Así pues, este porcentaje de aire disuelto depende tanto la temperatura a la que se encuentra el agua como la presión ejercida sobre ella. La cantidad máxima de aire disuelto a presión atmosférica, se le denomina Coeficiente de Bunsen que representa los m<sup>3</sup> de aire que se encuentran en tantos m<sup>3</sup> de agua para cada temperatura, dada una presión fija:

t (°C)	0	5	10	15	20	25	30
C <sub>s</sub>	0.0286	0.0252	0.0224	0.0201	0.0183	0.0167	0.0154

El contenido de aire para una temperatura determinada es proporcional a la presión. A mayor presión más cantidad de aire disuelto en el agua.

En el caso de la impulsión objeto del presente proyecto, el fluido pasa de estar a casi 28 bares en la EB2, a estar a presión atmosférica en la balsa de Capellanía. Esta disminución de presión a lo largo de la traza implica que el volumen de aire que pueden generar los grupos motobombas y que en principio va parte diluido en el agua debido a la alta presión, conforme se va trasegando hasta llegar a la balsa de Capellanía, al irse reduciendo la presión dentro de la conducción, producirá su paulatina liberación formándose burbujas o bolsas de aire que deben de ser eliminadas mediante ventosas trifuncionales.

Es por tanto muy importante la colocación de ventosas trifuncionales a lo largo de los 18 km de su traza, con el fin de que se puede eliminar el aire que se va desprendiendo del fluido lo antes posible, sin que se quede atrapado en algún punto alto.

Para finalizar, hay que indicar que el transitorio de esta impulsión ha sido complicado ya que presenta un tramo intermedio con varios puntos altos que se encuentran casi a la misma cota que la balsa de Capellanía y al parar el bombeo, se produce una fuerte depresión que en el cálculo llegaba a los -10 mca. Para evitar que se produzca, además de colocar calderines, se ha hecho necesario colocar varias ventosas especiales para impulsiones. El cálculo del transitorio sin la aparición de depresiones se ha solucionado en parte de la traza con las características que tiene este modelo de ventosa, por lo que cualquier cambio por otro modelo, dejaría inservible el cálculo y sería necesario un recálculo adecuándolo a las características del nuevo modelo de ventosa.

Todo el proceso de cálculo se ha realizado en el último apartado del Anejo 9

#### 8.6.7 Protección contra transitorios

Aunque en esta fase no se incluyen los bombeos si que es necesario definir cuál será la solución de protección porque condiciona el cálculo de los timbrajes de la tubería a instalar en este proyecto.

El transitorio hidráulico resulta por un cambio repentino de las características del flujo y conduce a un aumento y disminución brusca de la presión a lo largo de la tubería. Este fenómeno es especialmente importante en la parada de los grupos de bombeo provocada por un corte de corriente, o por el cierre inesperado de una válvula de seguridad. La parada de la bomba provoca una presión negativa que parte del grupo de bombeo y se prolonga hacia la balsa de Capellanía a una velocidad constante, que depende de las características mecánicas y geométricas de la tubería y del fluido. Después de llegar a la balsa, aguas abajo, una onda en este caso positiva se propaga en sentido contrario llegando de nuevo a las bombas.

Entre las consecuencias que provoca este fenómeno, las más significativas son:

- Implosión de tubería por formación de depresiones (cavitación)
- Colapso de los tubos por pandeo (presiones negativas)
- Rotura de tuberías por sobrepasar la presión nominal del tubo

Entre los sistemas de protección y para las características de esta conducción se han analizado.

- Tanque unidireccional y vetosa de protección

- Calderín anti-ariete y ventosas de protección,

La solución del tanque unidireccional ha sido desarrollada por Ross – Mistral con el uso del software de modelación del golpe de ariete de Pipe2016:Surge

La solución del calderín anti-ariete ha sido desarrollada por Henriques&Henriques con el uso del software Bentley HAMMER Conncet Edition2021.

Los resultados del primero se pueden observar en el Anejo 7 y del segundo en el Anejo 9

## 9 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS

### 9.1 Movimiento de tierras

#### 9.1.1 Excavaciones

Los movimientos de tierras se han obtenido por medio del software Civil3D V21, de Autodesk. Se ha procedido a definir el modelo digital de las superficies a comparar y partiendo del modelo tridimensional, se ha procedido a “seccionarlo”, generando una colección de perfiles transversales de cada uno de los tramos de la conducciones.

El volumen de tierra a mover se obtiene por comparación entre perfiles transversales consecutivos existiendo entre estos una separación variable en función de la geometría de la excavación a definir. En el “Anexo 01” de la Mediciones Auxiliares del Presupuesto se presentan la definición de las secciones de excavación y rellenos. La clasificación de las excavaciones obedece los rangos de suelos: cohesivos, en tránsito y en roca blanda.

Para el cálculo mecánico de los tubos en las diferentes hipótesis de carga se han obtenido los valores máximos y mínimos de profundidad de la clave del tubo según su naturaleza y timbraje.

Tabla 13. Resumen de volumen de excavaciones, por P.K., para el tramo Antas-EB2

Ref.	Volúmenes excavación (m3)				
	P.K. origen	P.K. final	Compacto	Tránsito	Roca
Antas	0+000	3+000	2.759,66	3.449,57	7.589,06
	3+000	6+000	4.276,03	4.065,88	6.880,83
	6+000	9+000	5.650,49	4.416,82	5.864,28
	9+000	12+000	11.596,89	1.189,36	167,08
	12+000	14+000	7.670,02	1.050,48	0,00
	14+000	16+000	5.106,36	2.733,45	1.583,88
EB2	16+000	17+930,77	6.437,45	1.872,17	946,55

#### 9.1.2 Rellenos y secciones tipo.

En función de la tipología de tubería a instalar, los rellenos de la zanja son diferentes. A lo largo del tramo, del Pk.0+000 al Pk.14+000, la tubería a instalar es de PVC-O Ø630 mm, de diferentes presiones nominales (PN12,5; PN16; PN20; PN25). Del Pk.14+000 al Pk.17+930.77, la tubería es de fundición dúctil CD Ø600 mm.

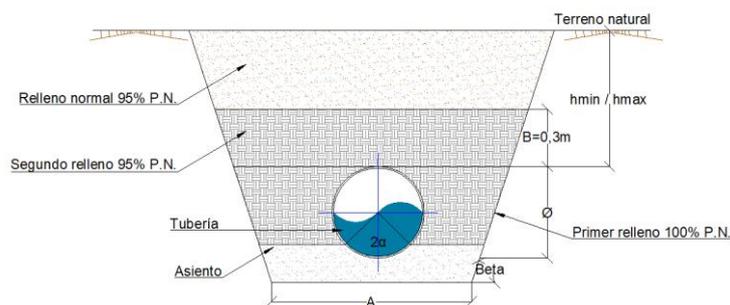


Ilustración 14: Sección tipo de zanja, caso habitual.

En el caso de la tubería de PVC-O, la sección tipo queda de tal manera que, el asiento y el primer relleno se conforman de grava granular del tamaño 6/12 mm; el segundo relleno con material seleccionado procedente de las propias excavaciones; el relleno normal con material ordinario (sin seleccionar) procedente de las propias excavaciones.

En el caso de la tubería de FD, la sección tipo queda de tal manera que, el asiento se conforma de grava granular del tamaño 6/12 mm; el primer y segundo relleno con material seleccionado procedente de las propias excavaciones; el relleno normal con material ordinario (sin seleccionar) procedente de las propias excavaciones.

Las alturas de recubrimientos quedan definidas tal y como se muestra en Ilustración 14: Sección tipo de zanja, caso habitual. La altura de cama de apoyo (asiento) se obtiene al sumar a una altura mínima de 0,1 m el asiento de la tubería ( $2\alpha$ ). El asiento de la tubería se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\text{asiento} = \frac{D_N}{2} * (1 - \cos\alpha)$$

El ángulo de asiento considerado para el proyecto es  $2\alpha=120^\circ$ , para todos los diámetros existentes.

La altura del primer relleno va comprendida entre el asiento y la generatriz superior del tubo. La altura del segundo relleno es constante para todos los casos, con un valor de 30 cm desde la generatriz superior del tubo. La altura restante, hasta alcanzar la cota del terreno, es la altura del relleno normal, y varía en función del perfil definido.

El ángulo de inclinación del talud es  $\beta=72^\circ$ .

A cada lado de la tubería, se deja una separación de 0,4 m. con respecto a las paredes del talud de zanja.

En algunos tramos, la sección tipo cambia. En las figuras de las mediciones auxiliares, se representan las otras secciones que se encuentran a lo largo del trazado de la tubería de impulsión. En el cruce de ríos y ramblas, por su lecho, la tubería queda embebida en un dado de hormigón HNE-15/B/20, sobre el cual se ubica una escollera de roca de 50 cm. de altura. Para salvar el talud del río Almanzora, un dado de hormigón rodea la tubería, tal y como se muestra en Ilustración 16: sección tipo sobre talud en río Almanzora, en las mediciones auxiliares y en los planos. Para el cruce de ramblas por caminos, la tubería queda rodeada, igualmente, por dado de hormigón de dimensiones definidas en planos y en Ilustración 15: Sección tipo en cruce por lecho de río o rambla y el resto de la zanja se rellena con tierra procedente de las propias excavaciones, sin seleccionar, y compactación 95% Próctor Normal.



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, PESCA  
Y ALIMENTACIÓN

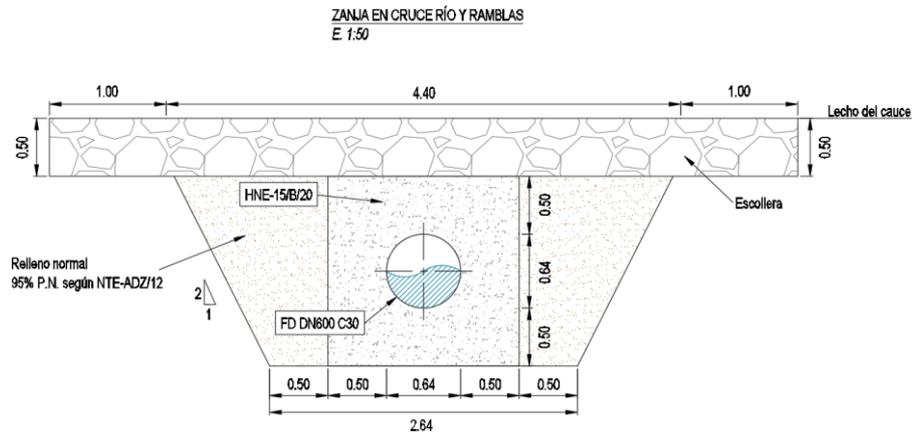


Ilustración 15: Sección tipo en cruce por lecho de río o rambla

ZANJA EN TALUD RIO ALMANZORA  
E: 1:50

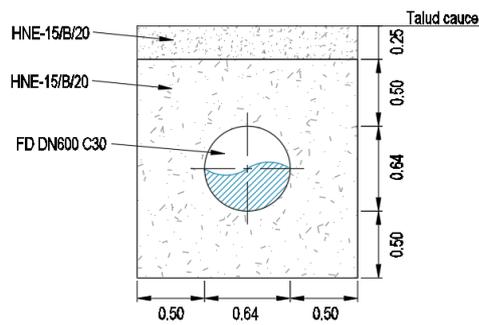


Ilustración 16: sección tipo sobre talud en río Almanzora

Tabla 14: Resumen de rellenos, por Pk, para el tramo Antas – EB2

Ref.	P.K. origen	P.K. final	Volúmenes rellenos (m3)					Escollera	Volúmenes excedentes (m3)
			Grava granular 6/12	Relleno tierras propias, seleccionado	Relleno tierras propias, ordinario	Hormigón			
Antas	0+000	3+000	2.912,45	1.776,45	7.999,71	138,94	57,94	5.120,17	
	3+000	6+000	2.772,04	1.690,94	9.278,00	271,24	331,85	5.207,68	
	6+000	9+000	2.956,70	1.803,59	10.260,30	-	-	5.505,75	
	9+000	12+000	2.814,85	1.717,06	7.552,88	-	-	4.887,38	
	12+000	14+000	2.025,40	1.220,00	4.883,00	-	-	3.420,68	
	14+000	16+000	1.025,07	2.148,88	5.575,33	29,68	-	2.532,86	
EB2	16+000	17+930,77	936,67	1.963,25	5.151,67	293,32	253,53	2.405,39	

## 9.2 Tuberías

### 9.2.1 Fundición dúctil Ø600 mm C3.

Tubos de fundición dúctil fabricados por centrifugación en molde metálico, provistos de una campana en cuyo interior se aloja un anillo de caucho, asegurando una estanqueidad perfecta en la unión entre tubos.

Fundición dúctil: fundición utilizada para los tubos, racores y accesorios, en los que el grafito está presente esencialmente bajo forma esferoidal.

- Clase de Presión: Según norma UNE EN 545:2011 e ISO 2531:2009. Clases C30 o superior
- Recubrimiento exterior mínimo: Los tubos se revisten externamente con dos capas de revestimiento exterior mínimo de zinc metálico (200 g/m<sup>2</sup>) o revestimiento exterior mínimo de Aleación de zinc-aluminio (400 g/m<sup>2</sup>)
- Unión: Flexible de enchufe automática y extremo liso, mediante junta de elastómero en EPDM según norma UNE-EN 681-1, calidad alimentaria.
- Desviación angular mínima: 4° para DN600

La longitud total de tubería instalada es de 5.784,49 m de los cuales 3.930,77m se corresponde al eje principal de la impulsión EB2 y la balsa Capellanía y el resto al tramo EB1 a EB2 y las conexiones a la IDAM de Carbonera y a la entrada de agua del embalse de Cuevas.

### 9.2.2 Policloruro de vinilo no plastificado orientado (PVC-O)

En Ø 630 mm y PN 12'5, 16, 20, y 25 bar fabricadas a partir de resinas de PVC activando a una temperatura definida la orientación molecular en dirección axial y circunferencial en condiciones controladas. La orientación de las moléculas crea una estructura laminar en la pared del tubo que proporciona la capacidad de soportar fisuras frágiles y rasguños en la superficie de la pared. La mejora de su resistencia circunferencial permite reducir el espesor de la pared del tubo y mejora su resistencia al impacto y a la fatiga. El proceso de fabricación de los tubos es por extrusión (140 °C) y los accesorios se obtienen por inyección.

Los tubos de PVC-O son rígidos y termoplásticos. Son sensibles a la radiación solar, por lo que deben enterrarse o protegerse con alguna pintura o recubrimiento. La unión entre tubos se realiza con junta elástica que permite cierta variación de dirección, debido a su bajo peso son manejables y fáciles de montar. Su valor de resistencia mínima requerida (MRS) será de 500 (50MPa) y su valor de coeficiente global de servicio será de 1,4 para todos los diámetros. Se adquieren en tramos de 6 m de longitud con embocadura y junta de anillo elastomérico. Se ajustará a la norma a UNE-ISO 16422: 2015

Tabla 15: Características mecánicas de los tubos de PVC\_: Fuente: Molecor

Presión Nominal (bar)	PN12,5	PN16	PN20	PN25
Clase de material	500	500	500	500
Resistencia mínima requerida MRS (Mpa)	50,0	50,0	50,0	50,0
Coefficiente global de servicio (C)	1,4	1,4	1,4	1,4
Esfuerzo de diseño ( $\sigma$ ) (MPa)	36,0	36,0	36,0	36,0
Presión mínima de rotura a 50 años (bar) <sup>(1)</sup>	17,5	22,4	28,0	35,0
Presión mínima de rotura a 10 horas (bar) <sup>(1)</sup>	23,1	28,9	36,7	48,1
Presión mínima de rotura a reventamiento (bar) <sup>(1)</sup>	32,0	38,0	48,0	60,0
Presión de prueba máxima en obra (bar) <sup>(2)</sup>	17,5	21,0	25,0	30,0
Rigidez circunferencial (kN/m <sup>2</sup> ) <sup>(3)</sup>	5	7	11	20
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexo-tracción corto plazo (N/mm <sup>2</sup> ) <sup>(4)</sup>	100	100	100	100
Esfuerzo tangencial de diseño del tubo a flexo-tracción largo plazo (N/mm <sup>2</sup> ) <sup>(4)</sup>	70	70	70	70
Módulo de elasticidad en flexión transversal corto plazo (N/mm <sup>2</sup> ) <sup>(5)</sup>	4.000	4.000	4.000	4.000
Módulo de elasticidad en flexión transversal largo plazo (N/mm <sup>2</sup> ) <sup>(5)</sup>	2.800	2.800	2.800	2.800
Módulo de elasticidad a corto plazo (MPa)	4.000	4.000	4.000	4.000
Relación de dimensiones (SDR)	51,0	45,8	36,0	29,0
Resistencia a tracción uniaxial (MPa)	≥48	≥48	≥48	≥48
Resistencia a tracción tangencial (MPa)	>85	>85	>85	>85

(1) A temperatura de 20 °C.

(2) Según norma UNE-EN 805 con golpe de ariete estimado.

(3) Rigidez media en el tubo según tolerancias establecidas.

(4) Según UNE 53331, tabla 11.

(5) Según UNE 53331, tabla 1.

A efectos del dimensionado se han adoptado las siguientes limitaciones:

PN (bar)	MDP(bar) < PN(bar)
12,5	10
16	14
20	17
25	23
MDP	Presión Máxima de Diseño (CEDEX - UNE 805:2000)
PN	Presión Nominal (UNE en 1422:2015)

Las longitudes de cada tipología y características geométricas y de presiones nominales de las tuberías de la red de riego son las siguientes:

Tubería PVC orientado, $\varnothing$ 630 mm, 1,25 MPa	6.831,53 m
Tubería PVC orientado, $\varnothing$ 630 mm, 1,6 MPa	1.468,47 m
Tubería PVC orientado, $\varnothing$ 630 mm, 2,0 MPa	1.401,31 m
Tubería PVC orientado, $\varnothing$ 630 mm, 2,5 MPa	4.298,69 m
Tubería PVC orientado, $\varnothing$ 315 mm, 1,25 MPa	593,46 m
Tubería PVC orientado, $\varnothing$ 315 mm, 2,5 MPa	95,8 m
1 MPa = 10 bar	

### 9.3 Cámaras y arquetas.

Se proyectan un total de 6 tipos de cámaras para la protección de las instalaciones de los diferentes tipos de tomas. Las cámaras son de hormigón armado y cubrición mediante placa alveolar, son de dimensiones variables en función de las dimensiones de los elementos a instalar.



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



### 9.3.1 Cámaras

Los tipos por sus dimensiones interiores y número son :

Cámara tipo	Unidades	a (m)	b (m)	h (m)	e (m)	Ubicación	Coordenada X (m)	Coordenada Y (m)
<b>A</b>	1	8,00	2,00	2,25	0,30	TC CR Bajo Almanzora 1	598.810,27	4.125.530,28
<b>B</b>	2	6,90	2,00	2,25	0,30	TC CR Cuevas 1	605.304,34	4.122.957,00
						TC CR Vera 1	605.296,82	4.122.968,64
<b>D</b>	1	8,60	2,75	2,25	0,30	TC CR Antas	592.407,49	4.125.974,43
<b>E</b>	2	3,90	2,00	2,25	0,30	Derivación a TC CR Cuevas 1+TC CR Vera 1	605.265,35	4.123.485,60
						Conexión Embalse Cuevas -Tramo EB1_EB2	606.623,62	4.124.833,87
<b>F</b>	1	4,00	2,50	2,30	0,30	Conexión Embalse Cuevas -Tramo EB1_EB2)	606.637,20	4.124.839,18
						Conexión IDAM Carboneras	607.648,24	4.124.204,93
						Válvula seguridad seccionamiento aguas abajo derivación Cuevas 5	600.417,06	4.124.904,17
<b>G</b>	4	3,00	2,00	2,00	0,30	Válvula seguridad seccionamiento aguas abajo derivación Cuevas 3	604.195,00	4.123.310,00
						Conexión con conducción actual salida embalse Antas	Conducción de fondo de Balsa Capellanía	

Nota: la referencia al Tipo C se reserva para la toma de Cuevas 3 que pasa la 0105 Fase 2 del proyecto.

### 9.3.2 Arquetas

Se proyectan 3 tipos de arquetas todas ellas ubicadas en las obras de hincado y en el paso inferior de ADIF. Ver Anejo 17 de Servicios afectados. Las válvulas que protegen se corresponden con válvulas de mariposa Ø600 de accionamiento manual, con desagüe o ventosa dependiendo de su posición aguas arriba o abajo del paso inferior.

Los tres tipos obedecen a poder alcanzar todas las profundidades del encaje del alzado de la conducción. Las dimensiones interiores de cada tipo, su número y sus georreferencias son las siguientes:

Dimensiones	Tipo A	Tipo B	Tipo C
a (m)	2,00	2,00	2,50
b (m)	2,00	2,00	2,50
h (m)	2,70	3,60	4,30
Pates (Ud)	5,00	8,00	9,00

Hinca	X	Y	Arqueta tipo	X	Y	Arqueta tipo
Hinca N-340	595.341,06	4.126.362,05	A	595.320,63	4.126.360,39	B
Hinca A-7	596.725,41	4.126.196,53	B	596.674,53	4.126.138,19	B
Hincha AL-821	597.523,01	4.126.159,42	A	597.494,66	4.126.166,82	B
Hinca A-352	600.373,05	4.124.923,84	A	600.342,24	4.124.937,58	C
Hinca AP-7	600.531,37	4.124.735,53	A	600.498,65	4.124.850,12	B
Hinca AL-8104	605.651,39	4.123.823,77	A	605.628,65	4.123.823,97	A
ADIF	604.589,84	4.123.280,82	B	604.561,58	4.123.289,95	B

## 9.4 Instalaciones en las tomas

### 9.4.1 Válvulas de mariposa

Se diseñan dos válvulas de mariposa, al inicio y al final de la toma, con la finalidad de aislamiento y control de llenado de la conducción aguas abajo. A petición de Aguas del Almanzora S.A., la primera de ellas será biexcéntrica y con bridas y la segunda será de eje centrado y tipo waffer para colocarla entre bridas.

La válvula de mariposa waffer de eje centrado ubicada al final, será de "sacrificio", para realizar las maniobras de control de llenado de la tubería cliente, ya que trabaja con una presión inferior al encontrarse aguas abajo de la reductora, minimizando por ello las posibilidades de desgaste por cavitación.

La apertura manual de la toma se realizará manteniendo cerrada la mariposa aguas abajo, se abrirá lenta pero completamente la mariposa aguas arriba. A continuación, se controlará la velocidad de llenado de la conducción accionado la apertura de la mariposa aguas abajo.

El cierre manual de la toma se realizará invirtiendo los pasos anteriores: se cerrará lentamente con la mariposa de aguas abajo y solo cuando se encuentre totalmente cerrada, se cerrará la mariposa de aguas arriba.

Las válvulas de mariposa deben ir motorizadas a 24 V para maniobra desde centro control, alimentándose mediante placa solar con batería de acumulación.

### 9.4.2 Válvula reductora de presión

Debido a la fuerte reducción de presión que es necesario realizar en alguna toma, es obligado el colocar doble reductora en serie en alguna cámara. Por ello se ha evitado el diseñar con válvulas de diafragma o pistón al haber tenido malas experiencias por entrar en resonancia ambas reductoras.

Se opta por colocar reductoras de acción directa evitando las hidráulicas. Con este tipo de reductora se alcanza una relación de reducción 8:1 sin cavitación, frente a la 5:1 típica de las reductoras de diafragma, además no entran en resonancia.

El tamaño de la válvula reductora de presión suele ser de un diámetro inferior al de la conducción sobre la que se ubica, ya que el diseño óptimo se consigue con velocidades superiores a la que lleva el tramo de conducción. Lo mismo ocurre con los caudalímetros, por ello dentro de las cámaras se colocan conos de reducción antes de las reductoras y caudalímetros, volviéndose a ampliar aguas abajo de las mismas.

### 9.4.3 Ventosas

Se coloca siempre una ventosa aguas abajo de la reductora de presión, con la finalidad de eliminar rápidamente el aire desprendido producido por la reducción de presión. Se ha diseñado con el caudal de llenado de 150 l/s, con un diámetro de paso total de 80 mm. El diámetro del agujero de purga variará en cada cámara, en función de la presión. Esta ventosa además asume la función de purga de aire durante el cierre de la válvula hidráulica.

Otra ventosa va ubicada aguas abajo de la mariposa en el final de la segunda cámara, pues se puede dar la posibilidad de estar en un punto alto.

Hay que indicar que, aunque todas las ventosas son de 80 mm de diámetro y por tanto sus bridas son iguales para las presiones de PN10 y PN16, no lo son para las presiones de PN25 y PN40. También sus mecanismos interiores como la goma de cierre estanco o el diámetro del orificio de purga varían en función de la presión, motivo por lo que en obra se debe de poner especial atención en no confundir las ventosas por ser todas del mismo diámetro y se debe de diferenciar las ventosas de cada cámara e incluso la ventosa de aguas arriba que está sometida a mayor presión que la colocada aguas debajo de la reductora.

#### 9.4.4 Válvula limitadora de caudal

Al tener siempre presión constante, debido a la reductora de presión ubicada aguas arriba, no es necesario instalar un piloto limitador de caudal. Con una electroválvula para apertura-cierre-posicionamiento, se limita el caudal. En función de los datos del caudalímetro, se posicionará la electroválvula. La válvula será gobernada con un PLC que irá ubicado en la propia cámara, alimentado desde la fuente de energía que también alimenta al caudalímetro. La fuente de alimentación se prevé por instalación de módulo fotovoltaico y acumulador. La comunicación con el centro de control se realizará de forma dual por modem GSM/GPRS y por un planificado (desglosado 2º) cableado de FO hasta estación de modem.

Se ha proyectado una válvula hidráulica para realizar la función de regulación de caudales entre 50-100-150 l/s, ya que regular el caudal con la válvula de mariposa de aguas abajo no se considera técnicamente adecuado tanto por este equipo de proyectistas como por el equipo de técnicos de Aguas del Almanzora S.A. Una válvula de mariposa no está diseñada para controlar caudales constantemente, al final o acaba cavitando o no cierra herméticamente.

#### 9.4.5 Filtro de gruesos para protección reductoras y limitadora

Es necesario colocar un elemento de protección delante de todas las válvulas hidráulicas, reductoras y limitadoras para prevenir fallos motivados por la presencia de objetos que puedan quedar atrapados en ellas. Esto suele ocurrir, especialmente, durante el primer llenado de la conducción, al finalizar su ejecución (tierra, piedras, palos, trapos, botes de lubricante, etc.), o después de producirse una rotura en otro tramo de la obra y al ponerlo nuevamente en servicio, momento en el cual se producen arrastres del material que se ha introducido en la conducción durante la rotura.

#### 9.4.6 Calderería.

Todas las piezas de calderería irán galvanizadas y con un espesor de chapa del espesor indicado en el Anejo correspondiente. Es de especial importancia el distinguir las piezas de calderería por la brida adecuada a su presión de trabajo, ya que, aunque puedan coincidir varias piezas a simple vista por la longitud del carrete y el número de agujeros de las bridas que lleva, para las diferentes presiones que se manejan en esta obra, el radio del eje de los taladros de los agujeros es diferente y las bridas son de diámetro exterior y espesor diferente para cada tipo de presión



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU

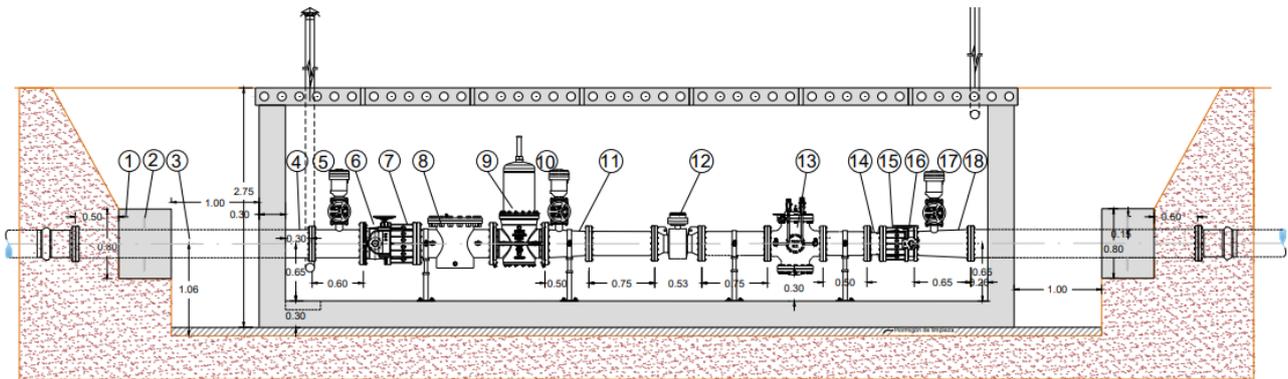


Ilustración 17: Instalación tipo en toma de entidad de riego. El sentido de las aguas es el que indica la numeración creciente de los elementos. Fuente: Plano 5.1 del proyecto

LEYENDA	
①	Dado de anclaje hormigón HA-25/b/20/XC2
②	Pletina de acero galvanizado espesor= 15 mm
③	Tubería acero S275JR de DN300 galvanizada e=6mm
④	Brida DIN 2531 DN300 PN10 galvanizada
⑤	Ventosa Trifuncional paso total DN80 PN10/16 purga Ø3 mm partes internas en inox.
⑥	Válvula mariposa doble excéntrica embreada DN300 PN10
⑦	Carrete desmontaje DN300 PN10 bridas inox
⑧	Filtro de paso recto con purga aire, manómetros y toma limpieza, cesta de inox paso de 4 mm DN300 PN10
⑨	Válvula reductora de presión de acción directa DN300 PN10
⑩	Ventosa Trifuncional paso total DN80 PN10/16 purga Ø3 mm partes internas en inox
⑪	Cono concéntrico DN300/DN250 PN10 galvanizado e=6mm
⑫	Caudalímetro electromagnético DN250 PN10
⑬	Válvula modulante controlada por solenoide DN250 PN10
⑭	Válvula de retención de disco partido DN250 PN10
⑮	Carrete desmontaje DN250 PN10 bridas inox
⑯	Válvula mariposa eje centrado Wafer DN250 PN10
⑰	Ventosa Trifuncional paso total DN80 PN10 purga Ø3 mm partes internas en inox
⑱	Cono concéntrico DN250/DN300 PN10 galvanizado e=6 mm

## 9.5 Válvulas de seccionamiento y conexiones fuentes.

Se han proyectado dos válvulas de seccionamiento en el tramo entre EB2 a balsa Capellanía., concretamente aguas debajo de la toma a Cuevas 3 y Cuevas 5. Por otra parte, se han colocado válvulas de seccionamiento en la conexión de la IDAM Carboneras y en la conexión con la conducción bajante del embalse de Cuevas. En ambos casos se dispone de caudalímetro y del oportuno sistema de retención para evitar retrocesos de agua. En el caso del caudalímetro de la toma de la conducción del embalse de Cuevas, su PLC estará regulado por lectura de presión agua arriba de la citada conducción, siguiendo los condicionantes en la resolución de la autorización de la D.G., de Infraestructuras del Agua de la Junta de Andalucía para la conexión a la red general de la Cota 80 tal y como se desarrolla en el Anejo 4.

## 9.6 Automatismos

Las estaciones de control de las instalaciones de la 051 Fase 1 son las siguientes y son descritas en el Anejo 14.

Estación Telecontrol	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4
Cuevas 1		1		
Vera 1		1		
Bajo Almanzora 1		1		
Antas			1	
Derivación CU01 VE01				1
Toma IDAM	1			
Toma Embalse de Cuevas	1			
Cruce ADIF				
Cruce A352				

El telecontrol se basa en todos los casos en la instalación de un cuadro de control para ubicar las estaciones remotas que incluye CPU, modem GSM/GPRS, tarjeta de comunicación Ethernet con 16 entradas Digitales, 4 entradas analógicas y 4 salidas digitales. Posibilidades de tarjetas de ampliación de PLC dependiendo del caso (según se indica en las unidades del presupuesto). El sistema de control almacenará datos de telemetría y su envío en tiempo real de la información a la estación de control central de Cuevas de Almanzora S.A., será mediante FO (cuando esté instalada en la 0105 Fase 2) y por vía GPRS en la 051 Fase 1.

En el capítulo de telecontrol se han incluido un total de cinco caudalímetros electrónicos que se corresponden con las TC de Vera 1 (1 Ud), Cuevas 1 (1 Ud), Bajo Almanzora 1 (1 Ud) y Antas (2 Ud). Y dos caudalímetros ultrasónicos que se corresponden Toma IDAM Carboneras (1 Ud), Toma Embalse de Cuevas (1 Ud).

Las tomas de IDAM de Carboneras y del Embalse de Cuevas están automatizadas para apertura y cierre y lectura de presiones.

Estación telecontrol Tipo 1

Nº de Unidades	Tipo de Sensor/Actuador	Aplicación
1	Válvula de mariposa motorizada DN600 24Vcc	Válvula de corte aguas arriba
1	Caudalímetro ultrasónico 24" - 80" 24Vcc	Volumen y caudal suministro
1	Transmisor de presión	Presión antes válvula.
1	Transmisor de presión	Presión después válvula.
1	Boya interruptor de nivel	Boya pre-inundación
1	Boya interruptor de nivel	Boya inundación

Las TC de Vera 1, Cuevas 1 y Bajo Almanzora 1 excepto Antas estarán automatizadas para el control de presión y de caudal de suministro. Para ello irán provistas de caudalímetro de gran precisión (electromagnético), válvulas hidráulicas de regulación y válvulas motorizadas de corte.

La toma estará provista de los siguientes elementos de control según sentido del flujo:

Estación telecontrol Tipo 2

Nº de Unidades	Tipo de Sensor/Actuador	Aplicación
1	Válvula de mariposa motorizada DN300/250 24Vcc	Válvula de corte aguas arriba
1	Transmisor de presión	Presión antes reductora.
1	Transmisor de presión	Presión después reductora.
1	Caudalímetro electromagnético DN250 24Vcc	Volumen y caudal suministro
1	Válvula hidráulica DN250	Limitadora de caudal
1	Válvula de mariposa motorizada DN250 24Vcc	Válvula de corte aguas abajo
1	Boya interruptor de nivel	Boya pre-inundación
1	Boya interruptor de nivel	Boya inundación

Cada una de las toma de suministro se encuentra a una cota diferente y con diferente presión debido al orden en la conducción general. El automatismo ha de ser capaz de dar una presión y caudal de suministro lo más constante posible a cada Comunidad de Regantes y acorde a los valores solicitados. Para ello, aparte de los elementos de corte (válvulas motorizadas), y de medición de caudal, volumen y presiones, disponen de una válvula hidráulica limitadora de velocidad con pilotaje externo a través del telecontrol.

La TC de Antas estará provista de los siguientes elementos de control según sentido del flujo:

Estación telecontrol Tipo 3

Nº de Unidades	Tipo de Sensor/Actuador	Aplicación
1	Válvula de mariposa motorizada DN400 24Vcc	Válvula de corte aguas alto caudal
1	Válvula de mariposa motorizada DN100 24Vcc	Válvula de corte aguas bajo caudal
1	Válvula de mariposa motorizada DN400 24Vcc	Válvula de corte aguas abajo
1	Válvula de mariposa motorizada DN250 24Vcc	Válvula de corte aguas abajo, flujo inverso
1	Caudalímetro electromagnético DN400 24Vcc	Volumen y caudal suministro a caudal alto
1	Caudalímetro electromagnético DN100 24Vcc	Volumen y caudal suministro a caudal bajo
1	Transmisor de presión	Presión antes filtro
1	Transmisor de presión	Presión después filtro
1	Boya interruptor de nivel	Boya pre-inundación
1	Boya interruptor de nivel	Boya inundación

La toma de suministro se encuentra a una de las cotas más altas y de menor presión de la red. Es por ello por lo que dicha estación carece de válvula hidráulica limitadora de caudal.

Dispone de los elementos de corte (válvulas motorizadas), y de medición de caudal, volumen y presiones, como el resto de las tomas.

Al tratarse de la última toma de la red, tendrá las funciones toma de equilibrio, su caudal será muy dispar al estar muy influenciado por el resto de los caudales de las tomas anteriores. Es por ello por lo que la toma estará dotada de dos caudalímetros: uno de ellos DN100 de bajo caudal provisto de válvula de corte para medición de bajos caudales y otro caudalímetro DN400 provisto de válvula de corte, solo para medición de altos caudales.

La toma de derivación CU01 y VE01 estará provista de los siguientes elementos de control según sentido del flujo:

Estación telecontrol Tipo 4 a

Nº de Unidades	Tipo de Sensor/Actuador	Aplicación
1	Válvula de mariposa motorizada DN300 24Vcc	Válvula de corte aguas arriba
1	Transmisor de presión	Presión antes válvula.
1	Transmisor de presión	Presión después válvula.
1	Boya interruptor de nivel	Boya pre-inundación
1	Boya interruptor de nivel	Boya inundación

Esta estación tan solo tiene la función de corte (mediante válvula motorizada) y de comprobación de presiones aguas arriba y aguas abajo de dicho punto de corte.

Los cruces con A352 y ADIF estarán previstos de los siguientes elementos de control según sentido del flujo:

Estación telecontrol Tipo 4 b

Nº de Unidades	Tipo de Sensor/Actuador	Aplicación
1	Válvula de mariposa motorizada DN600 24Vcc	Válvula de corte aguas arriba
1	Transmisor de presión	Presión antes válvula.
1	Transmisor de presión	Presión después válvula.
1	Boya interruptor de nivel	Boya pre-inundación
1	Boya interruptor de nivel	Boya inundación

Esta estación tan solo tiene la función de corte (mediante válvula motorizada) y de comprobación de presiones aguas arriba y aguas abajo de dicho punto de corte.

El telecontrol permitirá la apertura y cierre de la válvula de mariposa mediante arrancador inversor regulador del grado de apertura. Registro de presiones antes y detrás de los elementos de valvulería, iluminación de la caseta de control y detector de intrusismo.

El Centro de Control existente en las oficinas de San Francisco, en T.M. de Huércal Overa, dispone de los siguientes elementos: hardware: PC servidor 1, PC servidor 2, Servidor de almacenamiento NAS para copias de seguridad, 2 ud PC cliente SCADA, Rúter 4G para enlace APN con estaciones remotas de red de alta, Modem GSM para envío de alarmas GSM, así como rúters balanceadores ADSL para acceso a internet y switches gestionables de fibra óptica, para las redes de conducciones Negratín-Almanzora y de Saltador-Cuevas del Almanzora.

La comunicación de las estaciones remotas existentes y las pertenecientes a este proyecto, con el Centro de Control, se realizarán de forma redundante mediante dos enlaces distintos (uno principal y otro redundante), de distinta tecnología como lo son la fibra óptica monomodo y la red de operador de telefonía móvil modem GSM/GPRS. Las estaciones emitirán alarmas de forma instantánea mediante mensajería SMS, directamente de campo sin pasar por Centro de Control.

En todos los casos la alimentación será fotovoltaica con el número de paneles ajustados a los requerimientos de consumos de cada unidad (ver partidas del presupuesto). Los paneles serán de 100 Wp y en cada caso la unidad queda formado por 3 o más paneles (ver

partidas del presupuesto) y por 1 o 2 báculos de 8 m de altura que irá situado junto a la caseta de telecontrol. La alimentación dispondrá de baterías en serie de 24 V DC 750 Ah, con reguladores de carga de 30A.

La caseta de protección es prefabricada de 200x100x200cm, con puerta de acceso de doble hoja de 118x170cm. Se cimenta sobre placa base de 2200x150x15cm.

## 9.7 Obras especiales.

Se precisa realizar hincados mediante camisa de tubo de acero, de Ø900 mm para la protección de conducción de impulsión que en todo su interior será dependiendo del hincado en PE100 Ø630 PN15 y PN25 y acero Ø610 S235JR de 8 mm de espesor, evitando así juntas en el desarrollo del hincado.

El foso se realizará a una distancia de 10 m desde el final de talud o desmonte de la plataforma de la carretera.

Las dimensiones del foso de ataque corresponden a una excavación de 11 m de longitud por 6 metros de anchura y una profundidad de excavación 1,5 m. El foso de recepción tiene unas dimensiones menores debido a que no se tiene que instalar el equipo perforador en este. La separación entre ejes de las dos perforaciones es de 2 m

En el Anejo 2 se indican la localización de los hincados, así como la metodología para su realización y las solicitaciones de cargas mecánicas sobre las vainas. En el Anejo 17 se exponen las memorias de la solicitud tramitadas en la fase del proyecto básico ante los organismos afectados.

Tabla 16: Localización de pasos inferiores 8hincados)

Ref	X	Y	TOMAS
1	595.326,34	4.126.360,85	Hincado N340 (PK 3+819,27 AL PK 3+839,77)
2	596.706,66	4.126.175,04	Hincado A7 5+526,11 a 5+603,52
3	597.494,66	4.126.166,82	Hincado AL 821 6+503,78 a 6+533,08
5	600.342,24	4.124.937,58	Hincado A 352 9+675,47 a 9+709,20
6	600.509,23	4.124.813,09	Hincado AP 7 9+861,49 a 9+980,66
7	605.628,65	4.123.823,97	Hincado AL 8104 PK16+498,41 AL PK 16+521,15

## 10 MARCO NORMATIVO

Se incluye aquí el marco normativo general. El marco particular de las instalaciones y materiales se exponen el Documento 3 del proyecto.

- 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.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de Evaluación Ambiental.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Ley 31/95 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención y su orden TIN/2504/2010.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto. Legislativo 6/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial (modificado por la Ley 18/2021, de 20 de diciembre).
- Real Decreto. 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Real Decreto. 159/2021, de 16 de marzo, por el que se regulan los servicios de auxilio en las vías públicas.
- Ley 2/2021, de 29 de marzo, de medidas urgentes de prevención, contención y coordinación para hacer frente a la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19.
- Ley 3/2021, de 12 de abril, por la que se adoptan medidas complementarias, en el ámbito laboral, para paliar los efectos derivados del COVID-19.
- Real Decreto 1076/2021, de 7 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, modificando los arts. 2.3, 6.1, la disposición final 2, los anexos I a III y SUPRIME el IV del Real Decreto 773/1997.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, sobre Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus modificaciones posteriores.
- Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Real Decreto 244/2016, de 3 de junio, por el que se desarrolla la ley 32/2014 de 22 de diciembre de Metrología.



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, Texto consolidado, última actualización de 02/03/2019.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, modificados los arts. 16.1, 17.2 y 21.3, por la Ley 25/2009, de 22 de diciembre.
- Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Real Decreto 2568/1986, de 28 de noviembre, Reglamento de Organización, Funcionamiento y Régimen Jurídico de las Entidades Locales.
- Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 23/1982, reguladora del Patrimonio Nacional.
- Real Decreto 1680/1991, de 15 de noviembre, por el que se desarrolla la disposición adicional novena de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español, sobre garantía del Estado para obras de interés cultural.
- Real Decreto 64/1994 de 21 de enero por el que se modifica el Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 52 de 02/03/1994).
- Real Decreto 162/2002, de 8 de febrero, por el que se modifica el artículo 58 del Real Decreto 111/1986 de 10 de enero de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 35 de 09/02/2002).
- Real Decreto 600/2011, de 29 de abril, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
- Real Decreto 214/2014, de 28 de marzo, por el que se modifica el Reglamento de la Ley 23/1982, de 16 de junio, reguladora del Patrimonio Nacional, aprobada por Real Decreto 496/1987, de 18 de marzo.
- Ley 14/2007, de 26 noviembre. Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía.
- Ley 39/2015 de 01 de octubre del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- Decreto 4/1993, de 26 de enero, Reglamento de Organización Administrativa del Patrimonio Histórico Andaluz, con las modificaciones introducidas por el Decreto 379/2009, de 1 de diciembre.
- Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de protección y fomento del patrimonio histórico de Andalucía.
- Decreto 155/1998, de 21 de julio, Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 168/2003, de 17 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Arqueológicas en Andalucía, con las modificaciones introducidas por el Decreto 379/2009, de 1 de diciembre.
- Decreto 108/2019, de 12 de febrero, por el que se aprueba la Estructura Orgánica de la Consejería de Cultura y Patrimonio Histórico.
- Decreto 226/2020, de 29 de diciembre, por el que se regula la organización territorial provincial de la Administración de la Junta de Andalucía.
- Decreto 65/2022, de 8 de junio, que regula las ocupaciones temporales, las autorizaciones para el acondicionamiento, mantenimiento y mejora, y el tránsito de ciclomotores y vehículos a motor, de carácter no agrícola, en las Vías Pecuarias.

## 11 INTEGRACIÓN DEL PROYECTO EN EL PRTR

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto están enmarcadas dentro del Anexo I del Convenio firmado el 25 de junio de 2021, Resolución de 2 de julio de 2021 entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A., en relación con las obras de modernización de regadíos del "Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos" incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Fase I/Fase II, o en sus correspondientes adendas.

El Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos (Inversión C3.11 del PRTR) cuenta con una dotación de 563.000.000,00 € a cargo del Mecanismo de Recuperación y Resiliencia, para inversiones en modernización de regadíos sostenibles, con el objetivo de fomentar el ahorro del agua y la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad energética en los regadíos españoles.

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

## 12 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Como Documento 5 del proyecto se aporta Memoria, planos, pliego, presupuesto y plan de emergencia con la descripción de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que se van a utilizar o cuya utilización está prevista. Identificación de los riesgos laborales que pueden ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello. Relación de riesgos laborales que no pueden eliminarse especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos valorando su eficacia. Todo ello adaptado al Real Decreto 1627/97 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción, a la Ley 54/2003 y al RD 171/2004 al RD 2177/2004 y a las recomendaciones establecidas en la "Guía Técnica" publicada por el INSH. Su valoración alcanza el importe en PEM de 56.498,28.- €, que también queda incluido en PEM general de la obra.

## 13 ASPECTOS AMBIENTALES.

Se plantean en el Informe Ambiental del Anejo 22

## 14 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

Se expone en el documentó nº 3 del Proyecto, con el siguiente contenido:

Capítulo	Contenido
1	Definición alcance

Capítulo	Contenido
2	Descripción de las obras
3	Condiciones generales
4	Ejecución de las obras
5	Condiciones de las tuberías y equipos
6	Obligación del contratista en relación con los restos patrimoniales

## 15 OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS. EXPROPIACIONES

Para la ejecución de las obras es necesario disponer de una franja de terreno suficiente para desarrollar los trabajos con los requisitos de seguridad y salud y además ocupar de forma permanente el terreno en el que se alojarán las arquetas/cámaras de válvulas en cada una de las tomas para su correcta explotación y mantenimiento.

Las zonas afectadas por las que discurre el trazado de la tubería proyectada se encuentran en los términos municipales Antas, Cuevas de Almanzora y Vera pertenecientes a la provincia de Almería.

En el Anejo 16 se analizan y clasifican las zonas afectadas en tres grupos o tipos:

- Expropiación permanente
- Servidumbre de paso
- Ocupaciones temporales

Se entiende como expropiación definitiva u ocupación de pleno dominio, la ocupación definitiva de terrenos para la ubicación de las infraestructuras de una obra de interés general. En concreto, para este proyecto se ha considerado el límite de la línea perimetral de la superficie que ocupan los elementos superficiales permanentes de la obra, es decir, la superficie que ocupan aquellas arquetas/cámaras que son especiales por su función o por sus dimensiones. La expropiación permanente de la superficie necesaria para la ejecución de estos elementos singulares de la red de distribución, queda reflejada en los planos correspondientes.

Dicha imposición de expropiación definitiva afecta a una superficie total de 8.148,02 m<sup>2</sup>, con el siguiente desglose por municipios y clase de suelo.

TÉRMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL (m <sup>2</sup> )	SUELO URBANIZADO (m <sup>2</sup> )	TOTAL SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
ANTAS	189,48	0,00	189,48
CUEVAS DEL ALMANZORA	7.676,72	4,00	7.680,72
VERA	277,82	0,00	277,82
<b>TOTAL:</b>	<b>8.144,02</b>	<b>4,00</b>	<b>8.148,02</b>

Se define como imposición de servidumbres, las correspondientes franjas de terreno sobre las que resulta imprescindible imponer una serie de gravámenes, al objeto de limitar el ejercicio del pleno dominio del inmueble. Estas franjas de terreno adicionales a la expropiación tienen una anchura variable, en función de la naturaleza u objeto de la correspondiente servidumbre. En este caso, la variabilidad de la anchura de la franja de servidumbre de acueducto impuesta depende del diámetro de la tubería a ejecutar. Por tanto, se ha optado por definir una servidumbre de acueducto con una franja uniforme de 3 m de ancho (1,5 m a cada lado del eje de la

tubería), medida en horizontal y perpendicular a éste. No obstante, tras la instalación de la tubería el propietario de los terrenos podrá disfrutar de aprovechamientos compatibles tal y como se indican en el Anejo 16

Dicha imposición de servidumbres afecta a una superficie total de 54.910,59 m<sup>2</sup>, con el siguiente desglose por municipios y clase desuelo:

TÉRMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL (m <sup>2</sup> )	SUELO URBANIZADO (m <sup>2</sup> )	TOTAL SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
ANTAS	16.339,21	0,00	16.339,21
CUEVAS DEL ALMANZORA	25.044,13	568,40	25.612,53
VERA	12.958,86	0,00	12.958,86
<b>TOTAL:</b>	<b>54.342,19</b>	<b>568,40</b>	<b>54.910,59</b>

Se define las ocupaciones temporales como aquellas franjas de terreno que resultan estrictamente necesarias ocupar, para llevar a cabo la correcta ejecución de las obras contenidas en el proyecto por un espacio de tiempo determinado, generalmente coincidente con el periodo de finalización de ejecución de las mismas. Dichas franjas de terreno adicionales tienen una anchura variable según las características de la excavación, la naturaleza del terreno y el objeto de la ocupación. En el presente caso se utilizarán para el tendido e instalación de la canalización y elementos anexos, acopios de tierra procedentes de la apertura de la zanja, colocación de materiales y movimiento de maquinaria, y en general, para todos los cometidos que sean necesarios para la correcta ejecución de las obras. También en el caso de las ocupaciones temporales, la variabilidad de la anchura de la franja depende del diámetro de la tubería a ejecutar. Por tanto, se ha estipulado una anchura mínima de ocupación temporal de 9,5 m, repartida de forma asimétrica a ambos lados del eje de la conducción. En todo momento, se ha procurado que la afección a los terrenos sea mínima y ocasione el menor daño posible a las parcelas de cultivo.

Se ocupa temporalmente una superficie total de 229.538,38 m<sup>2</sup>, con el siguiente desglose por municipios y clase de suelo:

TÉRMINO MUNICIPAL	SUELO RURAL (m <sup>2</sup> )	SUELO URBANIZADO (m <sup>2</sup> )	TOTAL SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
ANTAS	63.022,78	0,00	63.022,78
CUEVAS DEL ALMANZORA	124.613,75	1.232,04	125.845,79
VERA	40.669,81	0,00	40.669,81
<b>TOTAL:</b>	<b>228.306,34</b>	<b>1.232,04</b>	<b>229.538,38</b>

## 16 SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS

Además de los indicados en el epígrafe anterior hay otros servicios afectados. Todos ellos han tenido la correspondiente tramitación de autorización para la realización de las obras, según lo indicado en el Anejo 17. A modo de resumen los servicios y el tipo de afección son los siguientes:

Tabla 17: Servicios afectados (no incluye viales de comunicación)

DPH	Tipo de afección
Barranco de Antas	Doble cruce con tubería en las zonas de DPH, servidumbre y un paralelismo en zona de policía de aguas en el barranco de Antas (Almería)
Rambla Cajete	Cruce con tubería en las zonas de DPH, servidumbre y policía en la Rambla Cajete. TM de Antas (Almería)
Rambla Serrón	Dos paralelismos de tubería en la zona de servidumbre y de policía en la Rambla del Serrón. TM de Antas (Almería)
Río Almanzora	Cruce de tubería en las zonas de DPH, servidumbre y policía en el río Almanzora. TM Cuevas del Almanzora (Almería)
<b>Vía pecuaria</b>	
Vereda Camino de Lorca	Afección en la instalación de tubería de riego en las vías pecuarias de: Vereda Camino de Lorca. Cordel Camino Viejo de Baza. Vereda Fuente Lobico
Cordel Camino Viejo de baza	
Vereda Fuente Lobico	
<b>ENAGAS</b>	
Gasoducto Almería - Lorca	Solicitud de autorización para un paralelismo y un cruce bajo el gasoducto Almería - Lorca
<b>LÍNEAS ELÉCTRICAS</b>	
<b>LLEE</b>	<b>Título</b>
Varias	Planos de ubicación de líneas eléctricas
<b>AVE</b>	<b>Título</b>
ADIF	Solicitud de obra subterránea bajo la plataforma en construcción del corredor Mediterráneo de Alta Velocidad Murcia - Almería, Tramo Pulpí - Vera, en PK 518+500

## 17 GESTIÓN DE RESIDUOS

En cumplimiento de lo establecido en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, se analiza en el Anejo 18 el tratamiento de los residuos. Su valoración alcanza el importe en PEM de 21.062,12 €, que también queda incluido en PEM general de la obra.

## 18 CLASIFICACIÓN DE LAS OBRAS

Según el art. 232 de la Ley 9/2018, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, las obras quedan clasificadas por su objeto y naturaleza en el grupo a) Obras de primer establecimiento, reforma, restauración, rehabilitación o gran reparación.

Clasificación CPV:

- 45220000-5 Obras de ingeniería y trabajos de construcción
- 45232000-2 Obras auxiliares para tuberías y cables
- 45232100-3 Obras auxiliares para tuberías de agua
- 45232332-8 Obras auxiliares para telecomunicaciones
- 45243510-0 Obras de terraplenado
- 71540000-5 Servicios de gestión de obras

## 19 CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA Y FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

La clasificación será fijada por el órgano de contratación en las condiciones de licitación / requisitos de participación de los licitadores / clasificación empresarial solicitada. No obstante, a nivel informativo se proponen las siguientes clasificaciones y categorías:

Grupo E- Hidráulicas

- Subgrupo 7. Obras hidráulicas sin cualificación específica
- Categoría 6

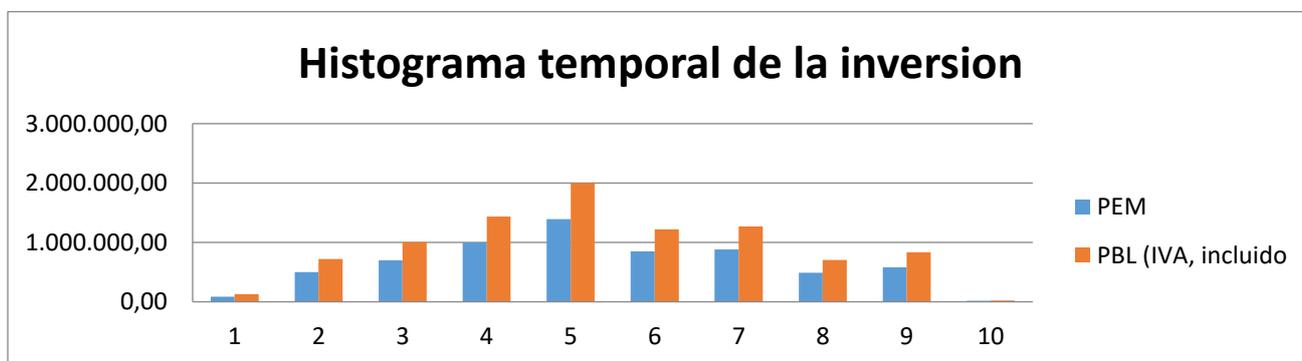
Grupo I - Instalaciones eléctricas

La opción y en su caso la fórmula de revisión será fijada por el órgano de contratación en las condiciones de licitación, aquí no se plantea dado que la duración de la obra es inferior a un año.

## 20 PLAZO DE EJECUCIÓN Y PERIODO DE GARANTÍA

### 20.1 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución considerado como suficiente según se justifica en el Anejo 15 es de diez (10) meses,



### 20.2 Periodo de garantía

El plazo de garantía será de dos años, o su caso, será el fijado en el Pliego de Prescripciones Administrativas Particulares. Durante este tiempo serán de cuenta del contratista todos los trabajos de conservación y reparación que fueran necesarios, de acuerdo con las directrices marcadas por el Director técnico de las obras y en todas las partes que comprende la obra.

## 21 PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

Según figura en el Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado mediante el RD 314/2006, de 17 de marzo, un proyecto constructivo debe incluir un Plan de Control de la Calidad. En el Anejo 19 se describe el plan y se valora, alcanzando un valor en PEM de 24.813,30.-€, que es inferior al 1% del Presupuesto de Ejecución Material (Costes Directos)

## 22 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

### 22.1 Documento nº 1 Memoria

nº	DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO
1	Características de la obra. Ficha técnica
2	Listado de parcelas y superficie afectada
3	Estudio agronómico
4	Origen y calidad del agua
5	Datos del levantamiento topográfico. Replanteo
6	Estudio arqueológico
7	Estudio de alternativas. Justificación de la solución adoptada
8	Estudio geotécnico
9	Cálculos hidráulicos
10	Cálculos mecánicos de las tuberías y anclajes
11	Obras de toma
12	Obras especiales
13	Calculo de estructuras
14	Sistema de telecontrol
15	Programa de ejecución de las obras
16	Expropiaciones y servidumbres
17	Servicio afectados, reposiciones, permisos y licencias
18	Gestión de residuos de construcción y demolición. Valorado
19	Control de calidad
20	Justificación de Precios
21	Estudio de viabilidad económica
22	Documentación ambiental
23	Información y documentación PRTR

### 22.2 Documento nº 2 Planos

Serie	Plano Nº	Hoja	Título del plano	Escala original
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	1.1	1	Situación y emplazamiento	1:50.000
PLANTA GENERAL INFRAESTRUCTURAS	2.1	1-2	Planta General infraestructuras (Ortoimagen)	1:20.000
	2.2	1-2	Planta General infraestructuras (Topográfico)	1:20.000
PLANTA Y PERFIL	3.1	1-26	Planta y perfil - Trazado Antas - EB2	1:2.000
	3.2	1-6	Planta y perfil - Trazado EB1- EB2	1:1.000
	3.3	1	Planta y perfil - Trazado IDAM - EB1	1:500
SECCIÓN TIPO ZANJA	4.1	1	Sección tipo zanja - Excavación	1:50
	4.2	1	Sección tipo zanja - Ocupaciones	1:50
	5.1	1	Cámara tipo A - Almanzora 1	1:50



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



Serie	Plano N°	Hoja	Título del plano	Escala original
CÁMARAS TOMA Y ARQUETAS INSTALACIONES	5.2	1	Cámara tipo A - Almazora 2	1:50
	5.3	1	Cámara tipo A - Almazora 3	1:50
	5.4	1	Cámara tipo A - Cuevas 2	1:50
	5.5	1	Cámara tipo A - Cuevas 4	1:50
	5.6	1	Cámara tipo A - Cuevas 5	1:50
	5.7	1	Cámara tipo A - Vera 2	1:50
	5.8	1	Cámara tipo B - Almazora 4	1:50
	5.9	1	Cámara tipo B - Cuevas 1	1:50
	5.10	1	Cámara tipo B - Vera 1	1:50
	5.11	1	Cámara tipo C - Cuevas 3	1:50
	5.12	1	Cámara tipo D - Antas	1:50
	5.13	1	Cámara tipo E - Derivación Cuevas 1_Vera 1	1:50
	5.14	1	Cámara tipo E - Arqueta 2	1:50
	5.15	1	Cámara tipo F - Arqueta 1	1:50
	5.16	1	Cámara tipo G - Arqueta 3	1:50
	5.17	1	Cámara tipo G - Conexión con salida embalse de Antas	1:40
	5.18	1	Instalaciones arquetas hincados con ventosa	1:50
	5.19	1	Instalaciones arquetas hincados con desagüe	1:50
	5.20	1	Detalle. Valvulería losas EB1 y EB2	1:40
	5.21	1	Detalle. Tapas y pates	1:16
	CÁMARAS TOMA Y ARQUETAS ESTRUCTURA	6.1	1	Cámara Tipo A - Estructura
6.2		1	Cámara Tipo B - Estructura	1:50
6.3		1	Cámara Tipo C - Estructura	1:50
6.4		1	Cámara Tipo D - Estructura	1:50
6.5		1	Cámara Tipo E - Estructura	1:50
6.6		1	Cámara Tipo F - Estructura	1:50
6.7		1	Cámara Tipo G - Estructura	1:50
6.8		1	Arqueta Tipo A - Estructura	1:50
6.9		1	Arqueta Tipo B - Estructura	1:50
6.10		1	Arqueta Tipo C - Estructura	1:50



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



Serie	Plano N°	Hoja	Título del plano	Escala original
DETALLE VÁLVULA CORTE - VENTOSA - DESAGÜE	7.1	1	Detalle Válvula corte	1:50
	7.2	1	Detalle Ventosas sobre conducciones	1:20
	7.3	1	Detalle Desagües en conducciones	1:20
ANCLAJES PIEZAS ESPECIALES	8.1	1	Anclajes: Codos y derivaciones	S/E
	8.2	1	Anclajes: Válvulas y reducciones	S/E
OBRAS ESPECIALES	9.1	1-3	Detalle planta y perfil Hinca N340	Varias
	9.2	1-3	Detalle planta y perfil Hinca Autovía A7	Varias
	9.3	1-2	Detalle planta y perfil Hinca Crta. AL-821	Varias
	9.4	1-2	Detalle planta y perfil Hinca Crta. A-352	Varias
	9.5	1-2	Detalle planta y perfil Hinca Autopista AP-7	1:1000
	9.6	1-2	Detalle planta y perfil Hinca Crta. AL-8104	Varias
	9.7	1-3	Detalle Cruce gasoducto Almeria - Chinchilla	Varias
	9.8	1-4	Detalle planta y perfil Cruce Rambla Cajete	Varias
	9.9	1-5	Detalle planta y perfil Cruce Rio Almanzora	Varias
	9.10	1-7	Detalle planta y perfil Cruce Rambla Serrón	Varias
	9.11	1-6	Detalle planta y perfil Cruce Bco. ANTAS	Varias
	9.12	1-5	Detalle planta y perfil Cruce AVE	Varias
	9.13	1-3	Detalle Plataforma EB2	1:1500
	9.14	1	Detalle Foso Hinca	1:75
OCUPACIONES Y SERVIDUMBRES	10.1	1-46	Planta general. Ocupaciones, servidumbres y expropiación EB2 - Antas	1:1000
	10.2	1-5	Planta general. Ocupaciones, servidumbres y expropiación EB1 - EB2	1:1000
AUTOMATISMOS	11.1	1	Armario telemando	1:25
BÁCULO	12.1	1	Detalle báculo	1:25
	12.2	1	Detalle anclaje y soporte de antena	1:10

### 22.3 Documento nº 3: Pliego de prescripciones técnicas

### 22.4 Documento nº 4: Presupuesto

- Mediciones
- Cuadro de precios nº 1
- Cuadro de precios nº 2
- Presupuesto parciales



Financiado por la Unión Europea  
NextGenerationEU



- Presupuesto general

## 23 PRESUPUESTO

### 23.1 Precios unitarios.

Son los que figuran en el cuadro de "Precios de la mano de obra, de los materiales y de la maquinaria" del Anejo 20 "Justificación de precios".

### 23.2 Precios de las unidades de obra.

Son los que figuran en los cuadros de precios 1 y 2 del Documento nº IV "Presupuesto".

### 23.3 Presupuesto base de licitación.

A continuación, se expone el Resumen General de Presupuesto extraído del Documento IV del Proyecto.

Capítulo	Resumen	Euros
1	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y FIRMES	1.562.535,00
2	CONDUCCIONES Y ANCLAJES	2.769.635,93
3	VALVULERÍA, CALDERERÍA y PIEZAS ESPECIALES	1.059.439,48
4	CÁMARAS DE TOMA Y ARQUETAS	210.674,15
5	OBRAS ESPECIALES	432.562,29
6	AUTOMATISMOS	317.869,34
7	GESTIÓN DE RESIDUOS	21.050,38
8	SEGURIDAD Y SALUD	56.788,44
9	MEDIDAS AMBIENTALES	65.643,62
10	SEÑALIZACIÓN PRTR	3.114,98
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>6.499.313,61</b>
	13 % Gastos Generales	844.910,77
	6 % Beneficio industrial	389.958,82
	<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>	<b>1.234.869,59</b>
	<b>PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA</b>	<b>7.734.183,20</b>
	21 % IVA	1.624.178,47
	<b>TOTAL, PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN</b>	<b>9.358.361,67</b>

El Presupuesto Base de Licitación de la obra que define este proyecto, obtenido de aplicar al de ejecución material el 13% en concepto de Gastos Generales, el 6% en concepto de Beneficio Industrial y el 21% de IVA, asciende a la cantidad de **NUEVE MILLONES TRESCIENTOS CINCUENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS SESENTA Y UN EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS (9.358.361,67 €)**

## 24 ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

En el Anejo 21 se analiza la rentabilidad y viabilidad social, económica y financiera de las inversiones previstas.

Para realizar el estudio de la viabilidad en términos económico-financiero, se han calculado los indicadores de viabilidad del proyecto que son: valor actual neto (VAN) y tasa interna de rendimiento (TIR). La vida útil del proyecto considerada ha sido de 25 años.

Los ahorros contabilizados de la inversión se han obtenido porque en vez de bombear a la Balsa 7 a 365 msnm, se bombea cota 215 de la balsa de Capellanía o a la estrictamente necesaria para dar servicio a las tomas de las diferentes CCRR

Con los flujos de caja calculados anteriormente se obtienen una TIR del 2,33 %, y un VAN de 71,87 €/ha (calculado a una tasa de capitalización 2%), poniéndose de manifiesto la viabilidad económica.

## 25 OBRA COMPLETA

El conjunto de obras planificadas por su naturaleza y complejidad necesitan de la elaboración de dos desglosados. El ahora valorado y descrito se corresponde con el desglosado 1º. El desglosado 2º será motivo de otra contratación complementaria e independiente, como así figura en el plan de contratación plurianual de SEIASA en base al segundo Convenio formado entre SEIASA y Aguas del Almanzora S.A.

## 26 CONCLUSIÓN

Se considera que con los documentos antes reseñados se completa la descripción y valoración de las obras de este desglosado 1º y que estas pueden ser ejecutadas conforme al presente proyecto. Y que una vez finalizadas son susceptibles de ser entregadas para su uso.

El Ingeniero Agrónomo  
José Vila Gómez  
**QUALITAS-OSI**

Colegio Oficial de Ing. Agrónomos de Levante , N° 1.516



Noviembre 2023

El Ingeniero Agrónomo  
José M. Delgado de Molina Cánovas  
**INDEFA Ingenieros. S.L.U**

Colegio Oficial de Ing. Agrónomos de Levante ,N° 1.007

