

MEMORIA

ÍNDICE

1 ANTECEDENTES.....	1
2 OBJETO DEL PROYECTO	2
3 AGENTES.....	3
3.1 PROMOTOR.....	3
3.2 CONSULTORA	4
4 SITUACIÓN ACTUAL DE LA ZONA REGABLE Y JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS	4
5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA	7
5.1 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS	7
5.1.1 <i>Alternativa cero</i>	7
5.1.2 <i>Planteamiento de nuevas alternativas</i>	8
5.1.3 <i>Ventajas y desventajas de las alternativas</i>	10
5.2 EXAMEN MULTICRITERIO DE LAS ALTERNATIVAS	19
5.3 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA	21
5.4 DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA.....	21
5.5 COMPARACIÓN DE LA SITUACIÓN DE LA ZONA REGABLE TRAS LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO FRENTE A LA ACTUAL	22
6 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	23
6.1 LOCALIZACIÓN.....	23
6.2 MARCO GEOGRÁFICO	25
6.3 CLIMATOLOGÍA	26
6.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA	27
6.5 EDAFOLOGÍA.....	27
6.6 HIDROLOGÍA	28
6.6.1 <i>Masas de agua subterránea</i>	29
6.6.2 <i>Aguas superficiales</i>	30
7 INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	31
7.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO	31
7.1.1 <i>Informe de resultados estudio geotécnico en SAT El Grupo de Antas</i>	32
7.1.2 <i>Informe de resultados estudio geotécnico en SAT Climasol de Vera</i>	34
7.1.3 <i>Ensayo de corte directo SAT Climasol de Vera</i>	36
7.1.4 <i>Resultados calicatas en red de riego</i>	36
7.2 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO.....	37

7.3	CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.....	38
7.3.1	Levantamientos topográficos de detalle.....	39
7.3.2	Procedimiento de toma de datos.....	39
7.3.3	Trabajo de gabinete.....	39
7.3.4	Puntos de apoyo o bases de replanteo.....	40
7.4	SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO.....	40
7.5	INGENIERÍA DE DISEÑO. CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO.....	40
7.6	SISTEMA DE RIEGO. PARÁMETROS DEFINITORIOS.....	41
8	DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS.....	41
8.1	MEJORA DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LA SAT 2503 EL GRUPO DE ANTAS.....	41
8.1.1	Nueva balsa almacenamiento SAT Antas.....	41
8.1.2	Conducción de conexión de la nueva balsa de regulación con la red de distribución cerrada.....	42
8.1.3	Nueva red principal de distribución cerrada.....	43
8.1.4	Nueva red de distribución secundaria.....	43
8.2	MEJORA DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LA SAT 2890 CLIMASOL DE VERA.....	43
8.2.1	Reforma y ampliación de las balsas de almacenamiento existentes de SAT 2890 Climasol de Vera.....	43
8.2.2	Red ramificada de distribución hasta tomas de regantes.....	44
8.3	ARQUETAS DE MANIOBRA Y CONTROL.....	45
8.4	TOMAS DE REGANTES INDIVIDUALES Y DE AGRUPACIÓN.....	45
8.4.1	Hidrantes individuales.....	46
8.4.2	Hidrantes colectivos.....	47
8.4.3	Piezas especiales de calderería.....	49
8.4.4	Ventosas.....	50
8.4.5	Desagües de la red.....	52
8.4.6	Válvulas de corte.....	53
8.5	TELECONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.....	53
8.5.1	Unidades remotas.....	54
8.5.2	Consumos y baterías utilizadas en las unidades remotas.....	64
8.5.3	Módem de comunicaciones.....	65
8.5.4	Plataforma de gestión de riego.....	66
8.5.5	Aplicación móvil-gestión riego.....	69
8.5.6	Aplicación móvil-control equipo local NFC.....	70
8.5.7	Interoperabilidad.....	71
8.5.8	Esquema de la solución.....	72
8.5.9	Comunicaciones y seguridad.....	72
8.6	GESTION TIERRAS DE LAS EXCAVACIONES.....	73

8.7	RETIRADA DE INFRAESTRUCTURAS DE RIEGO ANTIGUAS COINCIDENTES CON LA TRAZA.....	74
8.8	ESTUDIO ESPECÍFICO DE ACCIONES SÍSMICAS.....	74
9	AHORRO POTENCIAL DE AGUA.....	74
10	DISMINUCIÓN DE FUENTES DE AGUA CONVENCIONALES Y SUSTITUCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS	75
10.1	ACCESOS A LAS OBRAS, DESVIOS DE TRÁFICO Y ZONA DE ACOPIOS.....	75
10.1.1	<i>Accesos balsa SAT El Grupo de Antas.....</i>	<i>75</i>
10.1.2	<i>Accesos balsa SAT Climasol de Vera</i>	<i>76</i>
10.2	MEDIDAS AMBIENTALES DE INTEGRACIÓN EN EL PRTR	77
10.2.1	<i>Divulgación y formación en Buenas Prácticas Agrícolas</i>	<i>77</i>
10.2.2	<i>Medida correctora para el control de la humedad del suelo</i>	<i>81</i>
10.2.3	<i>Medidas de prevención contra el deterioro de la calidad de las masas de agua subterránea</i>	<i>81</i>
10.2.4	<i>Medidas compensatorias frente a las afecciones sobre la flora y la vegetación ..</i>	<i>84</i>
10.2.5	<i>Medidas compensatorias de mejora de la habitabilidad para la fauna</i>	<i>92</i>
11	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS.....	96
11.1	MARCO NORMATIVO	96
11.2	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	99
11.3	APLICACIÓN DE LA LEY 21/2013 DE EVALUACIÓN AMBIENTAL.....	100
11.4	PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES	102
11.5	OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS: EXPROPIACIONES.....	103
11.6	SERVICIOS AFECTADOS, REPOSICIONES, PERMISOS Y LICENCIAS	103
11.7	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	104
11.8	CLASIFICACION DEL CONTRATISTA Y FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS 105	
11.9	PLAZO DE EJECUCIÓN, PLAN DE OBRA Y PERIODO DE GARANTÍA,.....	106
11.10	PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD.....	106
11.11	MANIFESTACIÓN DE OBRA COMPLETA	106
12	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO	107
13	PRESUPUESTO	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resumen Resolución de 1 de diciembre de 2023	1
Tabla 2. Superficie regable.	5
Tabla 3. Resumen de propietarios beneficiados por la modernización	5
Tabla 4. Cultivos y sistema de riego actual y futuro	7
Tabla 5. Material de la red de transporte. Alternativas	11
Tabla 6. Material impermeabilización de la balsa. Alternativas	13
Tabla 7. telecontrol. Alternativas.....	15
Tabla 8. Resumen examen multicriterio de alternativas.....	20
Tabla 9. Coordenadas de la zona regable objeto de proyecto.	24
Tabla 10. Coordenadas de las instalaciones objeto de proyecto.	25
Tabla 11. Masas de agua subterránea afectadas por el proyecto. Fuente: PH	30
Tabla 12. Masas de agua superficiales afectadas por el proyecto. Fuente: PH	31
Tabla 13. Puntos de apoyo	40
Tabla 14. Características de balsa de almacenamiento SAT Antas	42
Tabla 15. Características de balsa de almacenamiento SAT Vera	44
Tabla 16. Dimensiones de filtro cazapiedras, contador y válvula hidráulica en hidrante individual	46
Tabla 17. Resumen diámetro de filtro cazapiedras, contadores y válvulas hidráulicas en hidrantes individuales.....	46
Tabla 18. Tipo de armario para hidrante colectivo	47
Tabla 19. Caudal para acometida de hidrante colectivo.....	48
Tabla 20. Caudal para parcelas de hidrante colectivo.....	48
Tabla 21. Dimensiones de contadores y válvulas hidráulicas en hidrante colectivo.....	48
Tabla 22. Resumen diámetro hidrantes colectivos.....	48
Tabla 23. Resumen diámetro de contadores y válvulas hidráulicas en hidrantes colectivos	49
Tabla 24. Espesores mínimos	49
Tabla 25. Dimensionamiento ventosas.....	51
Tabla 26. Resumen ventosas instaladas	52

Tabla 27. Características HW	54
Tabla 28. Características baterías unidades remotas	64
Tabla 29. Bandas de frecuencia utilizadas en España.....	66
Tabla 30. Plan de muestreo de aguas subterráneas de la zona de estudio.	83
Tabla 31. Superficie a cubrir en bosquetes	89
Tabla 32. Número de plantas necesarias en alineación.....	91
Tabla 33. Resumen presupuesto.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto. Contexto general	23
Figura 2. Ubicación del proyecto. Zona regable	24
Figura 3. Ubicación del proyecto. Balsas de almacenamiento	25
Figura 4. Masas de agua subterráneas en el entorno de la zona de estudio. Fuente: Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas	30
Figura 5. Ensayos y trabajos de campo SAT El Grupo de Antas	32
Figura 6. Trabajos de laboratorio SAT El Grupo de Antas.....	33
Figura 7. Excavabilidad SAT El Grupo de Antas.....	33
Figura 8. Valores obtenidos clasificación materiales SAT El Grupo de Antas.....	34
Figura 9. Va Clasificación obtenida apartado 330.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) SAT El Grupo de Antas	34
Figura 10. Ensayos y trabajos de campo SAT Climasol de Vera	35
Figura 11. Trabajos de laboratorio SAT Climasol de Vera.....	35
Figura 12. Ensayo de corte directo SAT Climasol de Vera	36
Figura 13. Localización general calicatas	37
Figura 14. <i>Replanteo medidas compensatorias frente a las afecciones a la flora y vegetación. Balsa Antas</i>	85
Figura 15. <i>Replanteo medidas compensatorias frente a las afecciones a la flora y vegetación. Balsa Vera.....</i>	86

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Camino de servicio acceso balsa SAT El Grupo de Antas	76
Fotografía 2. Camino de servicio acceso balsa SAT Climasol de Vera	77

1 ANTECEDENTES

La SAT 2.503 EL GRUPO de Antas y la SAT 2.890 CLIMASOL de Vera (Almería), solicitaron un proyecto de modernización de regadíos para ser incluido en el «Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos» enmarcado dentro del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de la Economía Española».

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

Como primer paso para llevar a cabo la Inversión C3.I1 del PRTR, el 25 de junio de 2021 (BOE de 15 de julio de 2021), se suscribió entre el MAPA y SEIASA el «Convenio 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 de la Economía Española. Fase I»

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto están enmarcadas dentro de la Primera Adenda al Convenio firmado entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A. (SEIASA), 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 (PRTR), Fase II. Esta Adenda se encuentra publicada por Resolución de 1 de diciembre de 2023, de la Dirección General de Desarrollo Rural, Innovación y Formación Agroalimentaria en BOE núm. 294 de 9 de diciembre, encontrándose las obras del presente proyecto como preseleccionadas por el MAPA, en sustitución de las actuaciones que no se van a realizar.

Tabla 1. Resumen Resolución de 1 de diciembre de 2023

C.A.	Prov.	Comunidad de usuarios del agua	Nombre del proyecto	Coste total actuación (IVA no incluido) Euros	Declaración interés general
ANDALUCÍA	Almería	SAT EL GRUPO DE ANTAS Y SAT CLIMASOL DE VERA	PROYECTO DE RED DE RIEGO BAJO DEMANDA PARA LA SAT EL GRUPO DE ANTAS Y SAT CLIMASOL DE VERA (ALMERÍA)	29.500.000,00	RDL 10/2005, de 20 de junio.

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.”

En el 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, se declaró de interés general las obras de “Modernización de regadíos en la Comarca del Bajo Almanzora Levante, TT. MM. de Huércal Overa, Cuevas de Almanzora, Pulpí, Antas, Vera, Bédar, Los Gallardos, Mojácar, Garrucha, Turre y Carboneras, (Almería)”.

Se redacta el presente “Proyecto de red de riego bajo demanda para la SAT El Grupo de Antas y SAT Climazol de Vera (Almería)” para la modernización de las instalaciones de riego de ambas SAT, por encargo de la Junta de Gobierno de las citadas SAT.

2 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la modernización de las infraestructuras de riego de la SAT 2.503 El Grupo de Antas y la SAT 2.890 Climazol de Vera (Almería), las cuales resultan fundamentales dentro de la política actual de eficiencia en el uso del agua, impulsada por las instituciones y organismos públicos, tanto a nivel comunitario, como nacional y autonómico.

Las obsoletas canalizaciones y sistemas de riego con los que cuentan ambas SAT en la actualidad hacen imprescindible acometer actuaciones de mejora para minimizar las pérdidas de agua que se producen con las infraestructuras actuales, gestionándose y racionalizándose de una forma más eficiente.

El regadío modernizado es fundamental para el Desarrollo Rural, así como para fijar la población en los pueblos interiores. Además de producir, abastece de materias primas a la industria agroalimentaria y fomenta el sector industrial y de servicios. Todo ello contribuye al asentamiento de población en el campo y a la corrección de desajustes territoriales entre el medio urbano y el rural, y a que la renta agraria procedente del regadío permita la permanencia de agricultores en explotaciones de extensión media.

Al mantener una población estable que cultiva las tierras y los cultivos que controlan la escorrentía superficial del exceso de agua de lluvia, permite la conservación de suelos al reducir la erosión superficial.

Además, la agricultura de regadío tiene efectos favorables sobre el medio ambiente, pudiendo destacar la conservación de los suelos y del paisaje y la captación de CO₂ de la atmósfera por medio de los cultivos. El balance entre la cantidad de CO₂ captada, de la atmósfera, por los cultivos, y la aportada, por los medios de producción agrícola (emisiones de tractores en trabajos de laboreo y de cultivo, maquinaria de recolección, fabricación de abonos y productos fitosanitarios, producción de semillas, etc.) da en los cultivos de la zona regable un resultado neto de efecto sumidero de CO₂.

Con la explotación del proyecto se pretende consolidar el regadío en la zona regable por medio de la disminución del consumo de recursos hídricos convencionales, mejora de la gestión de los mismos, que al mismo tiempo redonda directamente en el rendimiento de las tierras de forma sostenible, tanto desde el punto de vista ambiental (bajo consumo de recursos y de emisión de CO₂) como del económico (por bajar los costes de explotación con nuevos sistemas de riego eficientes, y aumentar la posibilidad de implantar nuevos cultivos).

3 AGENTES

3.1 PROMOTOR

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

Promotor: Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, SA (SEIASA)

Domicilio: Calle José Abascal, nº4, 6.ª planta, MADRID (28003-Madrid)

CIF: A-82535303

Las beneficiarias de las actuaciones son las Sociedades Agrarias de Transformación nº 2.503 denominada El Grupo y la nº 2.890 denominada Climasol, ubicadas en Antas y Vera (Almería) respectivamente.

Beneficiaria: SAT 2.503 El Grupo

Domicilio: Plaza Primitivo Trigueros nº 2, C.P. 04628, Antas (Almería)

CIF: F-04.017.059

Beneficiaria: SAT 2.890 Climasol

Domicilio: calle Mayor nº 68 bajo, C.P. 04620, Vera (Almería)

CIF: F-04.011.656

3.2 CONSULTORA

El encargo se realiza a la empresa AGRIMENSUR CONSULTING S.L., con C.I.F. B-14.609.564 y domicilio en c/ Marie Curie, Local 3 y 4 del Edificio Amatista, de Córdoba, actuando a petición de ésta D. Antonio García Madueño, Ingeniero Agrónomo cdo. 1.460 del Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Andalucía, e Ingeniero de Obras Públicas cdo. 23.009 del Colegio de Ingenieros T. de Obras Públicas e Ingenieros Civiles.

El técnico que suscribe, Antonio García Madueño, Ingeniero Agrónomo colegiado nº 1.460 del COIAA, e Ingeniero de Obras Públicas cdo. 23.009 del CITOPIC, a tenor de la experiencia previa en la redacción de numerosos proyectos de modernización de regadíos de grandes comunidades de regantes (C.R. de la Laguna con 1.280 ha en Baeza, C.R. Zorreras Barranco con 1.750 ha en Villacarrillo, C.R. Grande Noria Román con 1.550 ha en Villacarrillo, C.R. Las Pilas con 2.500 ha en Isla Redonda, Écija, C.R. Cota 400 con 4.250 ha en Úbeda, C.R. Sector I de Vegas Medias en Bedmar y Baeza, CCRR del grupo de las 8.500 ha, etc.) o de grandes regantes privados, se considera técnico competente habilitado ante la Administración competente para suscribir proyectos de modernización de regadíos de más de 1.000 ha.

También como director de obra ha dirigido todas las obras anteriores en las que actuó como proyectista y algunas más.

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

Las comunidades de usuarios del agua SAT Nº 2.503 EL GRUPO y SAT Nº 2.890 CLIMASOL, abarcan los términos municipales de Antas y Vera (Almería). Dentro de la superficie regable que gestionan, la afectada directamente por las actuaciones previstas asciende a 2.465,04 hectáreas repartidas de la siguiente forma:

Tabla 2. Superficie regable.

Comunidad de usuarios	Superficie
SAT 2.503 EL GRUPO	1.752,25 ha
SAT 2.890 CLIMASOL	712,79 ha
TOTAL:	2.465,04 ha

Los términos municipales de Antas y Vera quedan emplazados en la comarca del Levante Almeriense, quedando la superficie afectada por el proyecto repartida a ambos lados de la autovía del Mediterráneo A-7, la cual atraviesa la zona de sur a norte, entre ambas localidades.

Existen en la zona afectada un total de 697 propietarios distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 3. Resumen de propietarios beneficiados por la modernización

Comunidad de usuarios	Número
SAT 2.503 EL GRUPO	549
SAT 2.890 CLIMASOL	148
Total	697

Las dos comunidades de usuarios beneficiadas por el proyecto poseen varios derechos de utilización de aguas para riego. En concreto, la zona regable se abastece desde distintos pozos propiedad de ambas SAT y desde dos tuberías (una para cada SAT), que se abastecen desde la Comunidad de Regantes Bajo Almanzora que pertenece a la sociedad Aguas del Almanzora, S.A.

Una gran parte de las acequias y de tuberías de fibrocemento de la zona regable, tienen más de 60 años, y presentan, en líneas generales, un mal estado de conservación. La baja eficiencia del sistema implica muchas pérdidas de agua. Además, el obsoleto sistema de riego no permite automatización alguna, por lo que los regantes están permanentemente dedicados al mismo con estrictos turnos de riego.

Conforme figura en las distintas Concesiones de Aguas, las SAT tienen un volumen concedido de distintas fuentes de 7.738.819 m³/año, (6.405.244 m³ para Antas y 1.081.575 m³ para Vera).

	CONCESIONES	VOLUMEN (m ³)	CAUDAL (l/s)
AGUAS DE ALMANZORA S.A.			
	Expte A-282-09	50.000.000,000	
C.R. BAJO ALMANZORA			
	Expte A-282-09 (2.841ha)	5.090.125,000	
SAT 2503 ANTAS			
	Negratín Expte A-282-09 (2.108ha)	3.776.833,000	
MOLINERA/MORTEROS?	A-300.01 04.016.0014.01 (500ha)	876.137,000	40,000
CORRALIZA	A-300.01 04.016.0014.03 (500ha)	876.137,000	40,000
PALAS	A-300.01 04.016.0014.04 (500ha)	876.137,000	35,000
	TOTAL ANTAS	6.405.244,000	
SAT 2890 CLIMASOL			
	Negratín Expte A-282-09	1081575,00	
	Expte A-468.04 (10ha)	70.000,000	25,000
	Expte A-468.05 (10ha)	70.000,000	40,000
	Expte A-468.06 (10ha)	70.000,000	40,000
	Expte A-469.07 (6ha)	42.000,000	
	TOTAL CLIMASOL	1.333.575,000	

Este volumen de agua lo gestionan las SAT según los derechos que cada socio tiene adquiridos, por lo que no existe una dotación por superficie o tipo de cultivo.

Los cultivos y el sistema de riego actual se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 4. Cultivos y sistema de riego actual y futuro

	%	Ha	Riego actual
Cítricos	20	493,01	Goteo
Olivar	40	986,02	Goteo
Hortícolas	10	246,50	Goteo
Barbecho	30	739,51	-
	100	2465,04	

Fuente: Datos facilitados por las SAT

Es fundamental para hacer viable el regadío desde el punto de vista económico y medioambiental reducir las pérdidas de agua consumida y reducir el consumo de aguas subterráneas. Para ello, se deben acometer actuaciones que permitan ahorrar agua y sustituir las aguas subterráneas por otras no convencionales existentes en la zona.

Tras la ejecución del proyecto no se espera que se cambien los cultivos, pues están ya adaptados a las demandas del mercado.

5 ESTUDIO DE ALTERNATIVAS Y SOLUCIÓN ADOPTADA

El estudio de alternativas plantea y estudia distintas soluciones, a priori, técnicamente viables, con el objetivo de escoger la mejor opción posible para realizar la mejora del regadío en la superficie propuesta por las comunidades de usuarios promotoras del proyecto.

5.1 DESCRIPCIÓN DE ALTERNATIVAS

5.1.1 Alternativa cero

La **Alternativa 0** contempla la no actuación, consistente en no acometer ninguna mejora sobre las infraestructuras, manteniéndolas en su estado actual.

Una gran parte de las acequias y de tuberías (algunas de ellas de fibrocemento) de la zona regable, tienen más de 55 años, y presentan, en líneas generales, un mal estado de conservación. La baja eficiencia del sistema implica muchas pérdidas de agua. Además, el obsoleto sistema de riego no permite automatización alguna, por lo que los regantes están permanentemente dedicados al mismo con estrictos turnos de riego.

Conforme se indica en el punto anterior del presente estudio, en las distintas Concesiones de Aguas, las SAT tienen un volumen concedido de distintas fuentes de 7.738.819 m³/año, (6.405.244 m³ para la SAT el Grupo de Antas y 1.081.575 m³ para la SAT Climasol de Vera). Toda la gestión del agua y mantenimiento de las instalaciones es realizada por las propias SAT.

La zona de riego sobre la que se actúa en este proyecto, ocupa 2.465,04 ha, de las cuales 1.752,25 pertenecen a la SAT el Grupo, de Antas, y 712,79 ha a la SAT Climasol de Vera, (Almería).

Es fundamental para hacer viable el regadío desde el punto de vista económico y medioambiental reducir las pérdidas de agua consumida. Para ello, se deben acometer actuaciones que permitan ahorrar agua. Para ello en el siguiente anejo se van a plantear las diferentes alternativas y desarrollarlas para su posterior elección y justificación.

5.1.2 Planteamiento de nuevas alternativas

Material de la red de transporte

Dada la gran relevancia de las tuberías en el proyecto, se considera de interés analizar los posibles materiales que podrían dar solución a las actuaciones que se pueden resolver mediante tubería.

Desde un punto de vista, estrictamente hidráulico, el criterio de selección de un material pasaría únicamente por adoptar la tubería más lisa, puesto que, a igualdad de diámetros, se tiene la máxima capacidad de transporte. Esto, evidentemente, es un análisis muy simple, ya que seleccionar un material es una cuestión que depende de múltiples factores, como son coste, facilidad de transporte y montaje, resistencia a cargas internas y externas, protección requerida en función del tipo de terreno en que va a ser instalada y del agua a transportar, envejecimiento que puede experimentar, mantenimiento que requiere y tiempo de vida previsto.

No existe una solución óptima global. Todos los materiales tienen sus ventajas e inconvenientes y, en consecuencia, la solución adoptada lo debe hacer desde un escenario específico.

La selección del material de la tubería viene condicionada tanto por el entorno en el que va a ser instalada como por sus condiciones de uso. Ambas circunstancias constituyen datos de partida para tal elección y tenemos:

- La misión asignada a la tubería y su importancia en el conjunto del sistema.
- El tipo de terreno en que va a ser instalada y el agua que debe transportar, aspectos que condicionan la protección que requiere.
- Las cargas internas y externas que debe soportar (resistencia mecánica).
- Relación calidad/precio (coste) en su más amplia acepción.
- Facilidad de transporte, montaje y reparación.
- Envejecimiento en el tiempo (durabilidad - corrosión).
- La incidencia del material en la calidad de las aguas.

- Los tipos de rotura que se producen y las posibilidades que la tubería presenta para su rehabilitación.

Al objeto de establecer el criterio de selección de materiales, procederemos a una definición de los más habituales en tuberías, estableciendo sus características más determinantes en relación con la obra.

- Tuberías de plástico (PVC, PEAD, PRFV)
- Tuberías de fundición dúctil (FD).
- Tubería de hormigón armado y pretensado
- Tubería de acero.

Material impermeabilizante de la balsa

Las balsas son sistemas artificiales de almacenamiento de agua que se construyen a partir de la excavación del terreno. Suele ir acompañado del levantamiento de muros perimetrales realizados con distintos materiales.

Su principal finalidad es cubrir las necesidades en los períodos de escasez de agua, mediante el almacenamiento de la misma durante épocas de abundancia; pero también se pueden utilizar para regular el abastecimiento (nuestro caso).

Podemos definir hasta cinco tipos distintos de balsas, entre las cuales distinguimos en primer lugar las pequeñas presas, construidas a partir del cerramiento de cauces, con un sustrato natural y perímetro y profundidad irregulares (típicas de ambientes serranos). En segundo lugar, las balsas con sustrato natural, es decir, construidas mediante la excavación en el terreno, aprovechando el material extraído para el levantamiento de los muros perimetrales (se encuentra en zonas impermeables). En oposición a éstas, encontramos las balsas con productos impermeables artificiales que difieren de las anteriores por la superficie artificial que hay en el fondo (se encuentran en terrenos permeables). Cuando se trata de depósitos de obra fabricados con fondos planos y paredes verticales, hablamos de albercas. Por último, existen las prebalsas, pequeñas balsas de riego por las que circula el agua previamente a verterla en las balsas y que mejoran las características de las aguas.

La construcción de las balsas, puede establecerse en distintos materiales:

- Balsa de tierra
- Balsa de hormigón
- Balsa de pantalla asfáltica
- Balsa de geomembrana

Sistema de comunicación del telecontrol

En relación con la ejecución del telecontrol, las alternativas constructivas varían según:

- Comunicación vía radio
- Comunicación vía GSM y GPRS
- Narrowband (NB-IoT)

5.1.3 Ventajas y desventajas de las alternativas

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

Material de la red de transporte

Obviamente, si pretendemos utilizar agua desalada precisamos una red de conducción para la misma, en tanto las pérdidas de la red actual (Alternativa 0 de la instalación de tubería) son de una magnitud tan importante que harían inviable el uso de agua desalada por tuberías obsoletas, con más de 40 años en servicio. Así mismo la nueva conducción se hace precisa para poder recuperar la energía hidroeléctrica del transporte.

Dado que la tubería antigua se encuentra en muchos trazados dispuesta sobre zonas urbanas, se ha establecido un nuevo trazado; para definir este se ha tenido en cuenta:

Que afecte lo mínimo a bienes de interés cultural.

- Que no pase por zonas urbanas de alta densidad
- Que haga pasar la tubería por ramblas y zonas inundadas, el menor trazado posible.
- Que no afecte a especies protegidas
- Que permita el suministro a las distintas comunidades de regantes que conforman las adscritas al proyecto.
- Mínima longitud.
- Que cuente con permiso de los propietarios de las fincas por la que pasa la tubería, o con la administración en el caso de vías de propiedad o gestión pública.

Es por tanto que se han estudiado todas las posibilidades y que el trazado elegido es el que más se adapta a las especificaciones establecidas; siendo las posibilidades de trazado casi infinitas, no se contempla el análisis pormenorizado de estas, no obstante dejar establecido que se han analizado y contemplado distintos trazados alternativos.

Excluido el trazado como alternativas diferenciadoras a analizar, toca analizar el material con el

que ejecutar la obra; en este sentido en el punto anterior, hemos analizado los distintos materiales, sus características y precios y de esta consideración tendríamos las siguientes alternativas, dentro de la alternativa general 1.

Tabla 5. Material de la red de transporte. Alternativas

Alternativa	Descripción
G0 Tubería 1 (G0T0)	No hacer nada
G1 Tubería 1 (G1T1)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de PVC-U
G1 tubería 2 (G1T2)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de PVC-O
G1 tubería 3 (G1T3)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de Polietileno
G1 tubería 4 (G1T4)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de Fibra de vidrio
G1 tubería 5 (G1T5)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de Fundición Dúctil
G1 tubería 6 (G1T6)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de hormigón pretensado con camisa de chapa
G1 tubería 7 (G1T7)	Consistente en la ejecución de la red mediante tuberías de Acero

	HORMIGÓN CON CAMISA DE CHAPA	HORMIGÓN PRETENSADO CON CAMISA DE CHAPA	PVC	PVC-O	POLIETILENO	PREV	ACERO	FUNDICIÓN DÚCTIL
PRESIONES DE TRABAJO HABITUALES (DP)	< 20 atm	< 20 atm	< 16 atm	< 25 atm	< 10 atm	< 10 atm (hasta D=2400mm) < 25 atm (hasta D=1400mm)	< 100 atm	< 16 atm (hasta D=1600mm) < 25 atm (hasta D=1200mm)
RANGO DE DIÁMETROS HABITUALES RUGOSIDAD	300 - 3500 mm Buena	500 - 2500 mm Buena	110-830 mm Muy buena	90 - 800mm Muy buena	50 - 500mm Muy buena	150 - 2400 mm Muy buena	400 - 3000 mm Bastante buena	40 - 1600 mm Buena (con revestimiento o de monero)
LONGITUDES HABITUALES	2.5 a 7 metros (<2500mm)	2.5 a 3 metros (>2500mm)	6 metros	6 metros	6/12 metros	6/12 metros	4 - 13.5 metros	5 a 7 metros
FRAGILIDAD	Si, en el transporte	Si, a las ranuras	No	No	No	No	No	No
PROTECCIÓN FRENTE A LA CORROSIÓN	Buena, salvo por corrientes vagabundas	Buena, salvo por corrientes vagabundas	Buena	Buena	Buena	Buena	Requiere protección especial	Buena, salvo terrenos agresivos
FACILIDAD DE REPARACIÓN - MODIFICACIÓN	Difícil	Muy difícil	Fácil	Fácil	Fácil	Fácil	Bastante fácil	Fácil
NORMALIZACIÓN DE PIEZAS ESPECIALES	Bajo pedido	Bajo pedido	Si, en PVC o Fundición	Limitada en PVC-O, fundición	Si, limitada a pequeñas presiones	Según fabricantes, no normalizadas	Si	Si
TIPOS DE JUNTAS	Soldada, Enchufe-Campaña	Soldada, Enchufe-Campaña	Encolada, Enchufe-Campaña, mecánica o bridas	Enchufe campaña	Soldado térmicamente	Enchufe-Campaña, Manguito	Soldada (a tope, abocardada)	Enchufe-Campaña, Mecánica o Bridas
FACILIDAD DE TRANSPORTE - MONTAJE - COLOCACIÓN	Baja (peso elevado)	Baja (peso elevado)	Alta (peso escaso)	Alta (peso escaso)	Alta a Media (peso escaso a medio)	Alta a Media (peso escaso a medio)	Baja a media (peso elevado a medio)	Media (peso medio)
LOCALIZACIÓN ELECTROMAGNÉTICA	Si	Si	No	No	No	No	Si	Si
COMENTARIOS	Sólo para grandes diámetros	Aducciones y grandes diámetros	Para diámetros pequeños o medianos y presiones moderadas (10atm)	Para diámetros pequeños o medianos y presiones medio-altas (<25atm)	Para diámetros pequeños o medianos y presiones moderadas (10atm)		Requiere revestimiento interior y exterior. Para diámetros grandes y elevadas presiones.	

Existen tuberías que claramente no ofrecen resistencias adecuadas, tal es el caso de las de hormigón, PVC-U, polietileno y fundición dúctil para diámetro de 800 mm. De las que quedan, considerados los precios, reparación y mantenimiento, así como facilidad de montaje; la tubería que mejores prestaciones tiene es la de PVC-O; alternativa G1T2.

No obstante, para diámetros menores de 200-250, y en los ramales, cuyas presiones máximas de trabajo no alcanzarían las 10 atm, todas serían aptas, exceptuando las de no ofrecen diámetros menores de 200, a saber, las de hormigón el acero o la fundición dúctil; Dentro del resto, por precio y condiciones de montaje y mantenimiento, elegimos la alternativa de polietileno, es decir la G1T3.

Un factor importante dentro de esta decisión es la facilidad de trabajo y la experiencia que las comunidades de regantes tienen en relación con este material y su instalación entre invernaderos (condición general de los ramales, de diámetros bajos).

Material impermeabilizante de la balsa

Una vez considerada la necesidad de ejecución, y establecida la ubicación por condiciones de oportunidad y adaptación, solo cabe estudiar las alternativas propias de los materiales o forma de construcción; en este sentido, tenemos las siguientes posibilidades:

Tabla 6. Material impermeabilización de la balsa. Alternativas

Alternativa	Descripción
G0 B0 (G0T0)	No hacer nada
G1Balsa1 (G1B1)	Balsa con material de tierra
G1 Balsa2 (G1B2)	Impermeabilización hormigón
G1 Balsa 3 (G1B3)	Impermeabilización de pantalla asfáltica
G1 Balsa 4 (G1B4)	Impermeabilización de geomembrana

1) Balsa de tierra:

Si el material del vaso es lo suficientemente arcilloso. La vida útil de esta balsa es considerable, si se realiza una adecuada explotación y mantenimiento. Pueden estar excavadas o sobre el nivel del suelo; el problema de estas últimas es que, si su altura excede de 5 m, o excede de 100,000 m³, la balsa está clasificada y registrada (reglamento del dominio público hidráulico, mod. 2008); además, el acopio de material no es barato, por lo que se realizan balsas mixtas, con una parte enterrada, y el material excavado se utiliza para el terraplén de hasta 5 m de altura.

2) Balsa de hormigón:

la función impermeabilizadora la desempeña el hormigón sobre un terraplén bien compactado para minimizar los asentamientos y consiguientes agrietamientos del hormigón. El inconveniente es el coste elevado y como ventajas presenta la duración y la facilidad de limpieza. Tienen la misma consideración de clasificación que las anteriores, y su coste es prohibitivo salvo que no exista superficie disponible.

3) Balsa de pantalla asfáltica:

El uso de esta impermeabilización exige terraplenes bien compactados y taludes de pendientes muy suaves. Sus ventajas e inconvenientes son similares a las de hormigón.

4) Balsa de geomembrana:

Formadas por un geotextil de protección sobre el que se apoya una lámina de reducido espesor (1,5 ó 2 mm). Los materiales pueden ser muy diversos, en geotextil (poliéster, polipropileno, poliamida y polietileno) y en la lámina (PVC, polietileno y EPDM). La vida útil es limitada por la climatología de la zona. Sus ventajas son los costes de instalación uniones de ambos, y así tenemos balsas de excavación, con talud de tierra hasta 5 m impermeabilizada mediante geomembrana.

Sistema de comunicación del telecontrol

En este caso, existiría una alternativa General 0, es decir, no acometer las obras de modernización en la parte de mejora de la gestión en el uso del agua; algo realmente sin sentido si tenemos en cuenta que el sistema actual:

El control es manual, lo que conlleva una explotación fragmentada y poco transparente.

- No existe contabilidad automatizada y objetiva de los caudales suministrados, no pudiendo conocer las averías de contadores salvo por denuncia del usuario.
- Los tiempos de reacción frente a incidencias no son automáticos; no existiendo monitorización de forma que las incidencias se detectan por determinación visual o falta de suministro (roturas, pérdidas importantes...)
- El cálculo de caudales concedidos y la contabilización de los mismos no se realiza de forma automática lo que da lugar a errores e ineficiencias.
- Equipos de control y medida obsoletos, allí donde existen.
- No existe la posibilidad de programar la apertura de tomas o el cierre cauteloso de forma automática (sin intervención del operador).
- La gestión de históricos se realiza manualmente y de forma conjunta, no existe históricos por unidades menores de la mensualidad.

Además de estas características del sistema actual, hemos de indicar que la digitalización permitirá el control de otras mejoras de la red, a saber:

- El suministro de agua desalada
- La mezcla de distintos tipos de agua
- La producción de energía eléctrica y su uso eficiente.
- En tanto la digitalización:
 - Permite optimizar el uso del agua (máxime cuando es desalada o en mezclas).
 - Reduce el consumo de energía o hace está más eficiente.
 - Mejora la p productividad de los cultivos, en tanto la calidad de las aguas está establecida en tiempo real.
 - Facilita la toma de decisiones, y las hace activas inmediatamente.
 - Fomenta la participación y la gestión.

En el telecontrol, uno de los puntos críticos es el de coberturas; no olvidemos de que estamos en un entorno natural, lejos de los entornos urbanos que presentan coberturas importantes de telefonía, sin olvidar las interferencias que algunos sistemas de comunicación presentan; en este sentido, en el punto 3,3 se han desarrollado los distintos sistemas para ejecutar el mismo, pudiendo establecerse tres alternativas en base al sistema de comunicación.

Tabla 7. telecontrol. Alternativas

Alternativa	Descripción
G0Telecontrol0 (G0TI0)	No se realiza el telecontrol
G1Telecontrol1 (G1TI1)	Comunicación vía Radio
G1 Telecontrol2 (G1TI2)	Comunicación GPRS GSM
G1 Telecontrol3 (G1TI3)	Narow band

1) Comunicación vía radio.

Para transmisión de señales de proceso a distancias muy grandes se pueden conectar puntos mediante módem telefónicos o radio módem. Se suelen emplear para distancias de unos 15-20 km como máximo y generalmente, con una portadora en la banda de UHF. Permite transmisión a distancias considerables con una potencia relativamente baja (5W).

Este tipo de sistemas necesitan un elemento intermedio de comunicaciones. La infraestructura del elemento intermedio se limita a un báculo, con altura de 9 m y una antena omnidireccional.

A continuación, se pasa a detallar técnicamente cada uno de los elementos necesarios para implementar este tipo de comunicación:

Terminal de campo para control (Remotas telecontrol)

En cada hidrante del proyecto se instalará una remota de control cuyas características técnicas serían las siguientes:

- Módulo CPU de control de terminal remoto, diseñado para gestionar las comunicaciones y los diferentes módulos de control, con posibilidad de comunicar con tecnología radio en banda libre de 868 MHz (frecuencia libre, y por lo tanto exenta de la legalización en Industria del proyecto de comunicaciones correspondiente). El equipo dispondrá de un conector para insertar el módulo de comunicaciones radio banda libre. Dispondrá de un conector para poder conectar módulos de ampliación.
- La alimentación del sistema estudiado para esta alternativa será mediante pilas alcalinas durando la carga de estas, al menos 4 años de funcionamiento. Hay que tener en cuenta que la alimentación, de la remota depende del consumo del modelo estudiado.
- Módulo comunicaciones radio baja potencia en banda libre de 868 MHz con posibilidad de configurarse con los siguientes tipos de modulación, 2-FSK, 2-GFSK, ASK/OKK, 4-FSK, 4-GFSK. Posibilidad de configurarse con diferentes velocidades de transmisión así como configurar también el filtro de ancho banda y la desviación de símbolo, utilizara un mecanismo de corrección de errores FEC compatible con el estándar IEE 802.15.4g FEC (NRNSC), para mejorar las comunicaciones en entornos ruidosos, utilizará un algoritmo CRC de 16 bits para asegurar la integridad de los datos, con sensibilidad de recepción -123 a 1.2 kbps, bloqueo y selectividad de 54 dB para +/- 12.5 KHz y 82 dB para 10 MHz.
- El tiempo entre comunicaciones donde transmitirá estados y recibirá consignas será de 2 minutos sin que la corriente media del equipo supere los 160 uA/h
- Dispondrá de un microcontrolador independiente para poder ejecutar de forma autónoma las órdenes que han sido programadas desde el software de control independientemente de la conexión con el resto de elementos (concentradora, acceso a internet, CPU, etc.) estén activos o en fallo, con al menos 2 KBytes de memoria no volátil por toma para guardar todos los datos de funcionamiento (programaciones riego, consignas de funcionamiento, lectura de contadores, etc.). Instalado, incluyendo antena, manguera de conexión, pequeñas materias y en funcionamiento, de acuerdo a las especificaciones del pliego de condiciones.
- Incorpora 2 E/S de control de solenoides tipo lach y lectura de contadores por pulsos, diseñado específicamente para controlar el riego en sistemas agrícolas, totalmente instalado y probado, con las siguientes características:
- Filtro entrada de pulsos. Filtro configurable para rechazar los falsos pulsos generados por los contadores para tener la máxima exactitud en la lectura de los mismos.
- Programación de 5 horarios/ día. Capacidad para gestionar hasta 5 programaciones de riego por cada día de la semana y cada salida de control de solenoides tipo lach.

- Tensión de electro-válvula. Debe permitir configurar desde el centro de control la tensión de disparo al solenoide hasta 20 V para poder adaptarse a las distintas marcas optimizando así el consumo de energía.
- Riego volumen. Debe poder ejecutar de forma autónoma programaciones de riego por tiempo o por volumen.
- Cupo diario. Debe poder aceptar y ejecutar de manera autónoma cupos de riego (metros cúbicos por unidad de superficie) máximos por día para poder limitar el volumen regado por día de cada toma.
- Deberá admitir los siguientes módulos de ampliación descritos en el pliego de condiciones: Módulo de control de sensores. Módulo control 4 E/S digitales. Módulo remoto señales analógicas (para control de sensores de humedad).

La remota de telecontrol será estanca, no necesitando, según el estudio de coberturas teórico realizado, ningún elemento externo a la misma.

2) Comunicación vía GSM y GPRS

Además de la comunicación vía radio se puede utilizar el GSM y GPRS como opción de soporte de comunicaciones.

Esta tecnología de comunicaciones no necesita de elementos intermedios (concentradoras) para enlazar la remota con el centro de control. Si bien en algunos casos es necesaria la instalación de estaciones bases de telefonía para mejorar las coberturas de la zona. En el caso que nos ocupa, se ha incluido en el proyecto un estudio de coberturas de telefonía móvil (válido tanto para la tecnología GSM/GPRS como Narrow-Band) y por lo tanto no es necesaria la instalación de estaciones base.

Para conocer el estado de las comunicaciones de la zona, se ha incluido en el anejo no 9 un mapa de coberturas de telefonía móvil, en el que se muestra que la cobertura es correcta, y por lo tanto no sería necesario la instalación de ningún equipo intermedio (instalaciones base) que hagan la función de repetidor, para poder enviar los datos desde las remotas al software de gestión y control del CC, realizándose la comunicación directamente remota – CC.

Las características técnicas de la remota mediante tecnología GPRS, son exactamente las mismas que las descritas en el apartado anterior para la tecnología vía radio en frecuencia libre, simplemente sustituyendo el módulo comunicaciones radio baja potencia en banda libre de 868 MHz, por un módulo GPRS con las siguientes características técnicas:

- El módem de comunicaciones de los equipos remotos será, como mínimo, tribanda y soportará conexión EDGE, y GSM/GPRS.

3) Narrowband (NB-IoT)

NB-IoT es una tecnología LPWA (Low Power Wide Area) y está basada en LTE (Long Term Evolution). NB IoT está pensada para equipos fijos con bajos volúmenes de transferencia de datos y bajo consumo de energía.

NB-IoT utiliza un canal de frecuencia menos amplio que LTE: el nuevo protocolo opera en un canal de solo 200 kHz de ancho. Se puede utilizar en los equipos LTE existentes, así como sin conectarse a las redes celulares existentes.

El estudio de coberturas de la tecnología móvil indicado para GPRS es igualmente válido para este tipo de tecnología, ya que utiliza la misma red. Por lo tanto, tampoco sería necesario, equipos intermedios (instalaciones base) que hagan la función de repetidor, para poder enviar los datos desde las remotas al software de gestión y control del CC, realizándose la comunicación directamente remota – CC.

En cuanto a prestaciones técnicas de la remota a instalar, coinciden exactamente con las descritas para la remota de la opción vía radio a frecuencia libre, y por lo tanto de la remota GPRS. Simplemente, se utilizaría como elemento de comunicación un módem con las siguientes características:

- Módulo de radio de baja potencia en LTE Cat NB2. Velocidades de transmisión de hasta 127 Kbps para bajada y 158.5 kbps para subida. Compatibilidad con 3GPP TS 27.007 V14.3.0 (2017-03) estándar.
- Bandas de frecuencia B1/2/3/4/5/8/12/13/17/18/19/20/ 25/28/66/70/85. Potencia de transmisión 23 dB +/- 2 dB. Sensibilidad -116 dBm.
- El tiempo entre comunicaciones donde transmitirá estados y recibirá consignas será de 3 minutos sin que la corriente media del equipo supere los 200 uA/h.

En el mercado existen tecnologías similares a la NB-Lot, tal es el caso de la LoRa o la Sigfox (son similares en características y precios); en nuestro caso nos hemos decantado por la NB-lot, por ser la que mayor despliegue e implementación tiene en la zona.

4) Resumen Elección telecontrol.

Tipo	Características	Ventajas
Comunicación vía radio	Ventaja	Cierta libertad de ubicación de las remotas, necesaria cobertura de radio.
		No requiere pago por uso del sistema.
		Precio competitivo.
	Inconveniente	Bajo consumo energético
		Con posibilidad de dar cobertura de comunicación a HS's donde no hay cobertura con otras tecnologías (GSM, GPRS, Narrowband, etc....)
		La radio es sensible a las variaciones de tensión, el cable de antena y el conector han de estar protegidos.
comunicación vía GSM y GPRS	Ventaja	Comunicaciones vía radio son sensibles a interferencias.
		Requiere concentradoras de señal.
		Poco ancho de banda
	Inconveniente	Puesta en marcha compleja de las comunicaciones, teniendo que montar repetidores, si no se llega a todos los puntos
		Gestión compleja de las colisiones en las comunicaciones entre CC y remotas.
		Mayor ancho de banda y velocidad de transmisión que la radio.
Narrow-Band	Ventaja	Antenas de menor tamaño y requerimientos de localización y altura.
		Mayor facilidad de instalación
		Gestión y mantenimiento de la infraestructura de las comunicaciones realizada por tercera
	Inconveniente	Proporciona nueva forma de manejo del sistema
		Acceso WAP y WEB del regante a su válvula
		Coste de comunicaciones, tarificación por paquetes de datos. Parámetro a tener muy en cuenta en la explotación de la instalación. Se estima una frecuencia de transmisión de datos de 2 veces al día (para parámetros genéricos (apertura y cierre de válvula, lectura de contador y lectura de sensor de humedad), siendo las alarmas y eventos transmitidos de forma instantánea), lo que conlleva un coste aproximado de 1,5€ / mes por remota.
Narrow-Band	Ventaja	Necesaria cobertura proporcionada por operador de telefonía
		En el caso del GSM, se produce la tarificación por tiempo de conexión y hoy en día está siendo superado por el GPRS
		El alto consumo obliga a usar baterías recargables y paneles solares u otras fuentes de energía. El consumo de las remotas GSM/GPRS es mayor con respecto al consumo de las remotas radio, lo que implica un sistema de alimentación mayor y por lo tanto más caro (paneles solares y baterías recargables, o pilas de litio de mayor voltaje y amperaje, para una misma autonomía).
	Inconveniente	Tecnología de bajo coste.
		Bajo consumo de energía.
		Mayor longevidad de las baterías del equipo.
Narrow-Band	Ventaja	Conexión de un número masivo de dispositivos IoT.
		Cobertura de largo alcance y entornos interiores.
		Ancho de banda: 180 KHz.
	Inconveniente	Latencia: de 1,5 a 10 segundos.
		Funcionamiento semidúplex.
		Transmisión de datos: 100 Kbps.
Inconveniente	Coste de comunicaciones, tarificación por paquetes de datos. Parámetro a tener muy en cuenta en la explotación de la instalación. Se estima una frecuencia de transmisión de datos de 2 veces al día (para parámetros genéricos (apertura y cierre de válvula, lectura de contador y lectura de sensor de humedad), siendo las alarmas y eventos transmitidos de forma instantánea), lo que conlleva un coste aproximado de 0,6 € / mes por remota (menor que la transmisión mediante tecnología GPRS, al transmitirse paquetes de datos de menor peso.	
	Necesaria cobertura proporcionada por operador de telefonía.	

5.2 EXAMEN MULTICRITERIO DE LAS ALTERNATIVAS

En la siguiente tabla se resume el examen multicriterio realizado. Para la puntuación de cada uno de los criterios se han utilizado signos de puntuación, siendo “-” la opción peor valorada para el criterio en cuestión, “+” representa una opción aceptable y “++” la opción mejor valorada.

Tabla 8. Resumen examen multicriterio de alternativas

	Alternativa	Jurídicos	Socio-Económicos	Funcionales	Ambientales	TOTAL
TUBERÍAS	G0T0		+		++	3
	G1T1	+	+	+		3
	G1T2	+	++	++		5
	G1T3	+	++	++		5
	G1T4	+	+	+		3
	G1T5	+	+	+		3
	G1T6		+	+		2
	G1T7	+	+			2
BALSAS	G0B0		+		++	3
	G1B1	+	+	++		4
	G1B2	+	++	++		5
	G1B3	+		++		3
TELECONTROL	G0TL0		+		++	3
	G1TL1	+	++			3
	G1TL2	+	+	++		4
	G1TL3	+	+	++		4
	G1TL4	+	++	++		5

INSTALACIÓN DE LA TUBERÍA

Consideradas las cuestiones ya expuestas relativas a las condiciones de trazado, solo nos quedaría determinar el material para ejecutar la obra; en este sentido hemos elegido una solución intermedia que establece el uso de PVC-O y en casos puntuales utilizar PEAD

INSTALACIÓN DE LA BALSA

Consideradas las posibilidades de ubicación referidas en el punto anterior, solo nos cabe considerar los materiales y estrategia constructiva, y en este caso nos decantamos por la balsa semienterrada cubierta para impermeabilizar con geomembrana.

INSTALACIÓN DE TELECONTROL

Las alternativas están entre hacer esta instalación o no hacerla, y una vez considerada esta, determinar qué sistema de comunicaciones queremos establecer; en los puntos anteriores, se han evaluado las posibilidades de ambas cuestiones y se ha determinado la necesidad de realizar la obra, y dentro de los sistemas de comunicación existente nos hemos decantado por la microradiofrecuencia con el sistema Narrowband, al tener este las mejores coberturas en la zona.

5.3 JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

Considerando las condiciones de uso, así como las medidas aplicadas para minimizar los efectos negativos que alguna de las alternativas presentaba a priori, se establece como alternativas más interesantes las siguientes:

- Tuberías → PRFV y FD para los tramos de diámetros grandes DN 700mm y 800 mm y altas presiones, y el polietileno para redes de menor diámetro que este. Tuberías de red de distribución con diámetros inferiores entre 710 y 90 mm.
- Balsa → Semienterrada cubierta para impermeabilizar con geomembrana.
- Telecontrol → El sistema de comunicación que se utilizará será microradiofrecuencia con el sistema Narrow band.
- Garantizan el cumplimiento del PH de las Cuencas Mediterráneas andaluzas y el Plan de Ordenación del Poniente Almeriense.
- Garantizan la posibilidad del uso de agua desalada para riego agrícola.
- Permiten reducir las pérdidas en la red.
- Permite usar fuentes renovables de suministro energético.
- Permite recuperar la energía hidroeléctrica en la red de suministro.
- Permite la regulación de los regadíos (suministro continuo, consumo alterno).
- En una instalación de reducido impacto visual.

5.4 DESARROLLO DE LA ALTERNATIVA SELECCIONADA

La solución diseñada para las obras del “Proyecto de red de riego bajo demanda para la SAT El Grupo de Antas y SAT Climasol de Vera (Almería)” se compone de las siguientes actuaciones:

Mejora del sistema de riego para la SAT 2503 El Grupo de Antas:

- Nueva balsa de almacenamiento.
- Conducción de conexión de la nueva balsa de regulación con la red de distribución cerrada.
- Nueva red principal de distribución cerrada.
- Nueva red de distribución secundaria.
- Arquetas de maniobra y control.
- Tomas de regantes individuales y de agrupación (arquetas, válvulas de corte, de control, filtro cazapiedras, ventosas, caudalímetro y telecontrol).

Mejora del sistema de riego para la SAT 2890 Climasol de Vera:

- Reforma y ampliación de las balsas de almacenamiento existentes de SAT 2890 Climasol de Vera.
- Red ramificada de distribución hasta tomas de regantes
- Arquetas de maniobra y control.
- Tomas de regantes individuales y de agrupación (arquetas, válvulas de corte, de control, filtro cazapiedras, ventosas, caudalímetro y telecontrol).

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

El objetivo troncal del proyecto es el ahorro de agua de origen convencional, reduciendo la presión que se ejerce sobre el medio hídrico con respecto al actual sistema de riego por la necesidad de regar los campos de cultivo. El recurso hídrico es el pilar fundamental del desarrollo del proyecto en todas sus fases ya que en este input reside la necesidad de llevar a cabo la actuación como la dependencia de su disponibilidad en la fase de explotación. Es por ello que ha de primar el principio de ahorro y de racionalidad de los consumos, evitando las pérdidas innecesarias, así como el deterioro de su calidad. Con la modernización se consigue un ahorro de agua al eliminar las pérdidas de la red actual en mal estado, asegurando que toda el agua pueda llegar a los cultivos.

En la fase de explotación del proyecto se regará una superficie de cultivo en los sectores Antas y Vera con un total de **2.465,04 ha**, con unas necesidades de riego brutas anuales de **7.705.085,74 m³** (inferior al volumen máximo de los derechos concesionales de agua totales).

Tal como se determina en el Anejo nº 3 “Estudio agronómico”, con la modernización y la mejora de las eficiencias de riego, se asegura la viabilidad de los cultivos seleccionados con la dotación disponible. Además, la modernización de la red supondrá un control efectivo del agua empleada.

Una vez que hemos conseguido optimizar la eficiencia del agua disponible y el control centralizado sobre la misma, las instalaciones se encuentran preparadas para poder utilizar en un futuro aguas no convencionales, que sustituirán en parte a las convencionales procedentes de las masas de agua subterráneas, las cuales se encuentran actualmente en malas condiciones cuantitativas y químicas.

El proyecto de modernización de la red de riego, al aumentar la capacidad de almacenamiento de agua, pretende posibilitar el almacenamiento de un volumen de agua desalada o regenerada, de la cual se tiene previsto disponer en un futuro próximo, con la cual se permita atender a la demanda de distribución, repercutiendo directamente en la mejora de la evolución de los acuíferos. Hay una relación directa entre el incremento de consumo de agua desalada o regenerada, y el ahorro equivalente a la extracción del acuífero.

Por tanto, los objetivos del proyecto son, por una parte, aumentar la eficiencia y el control del uso del agua, y por otra, aumentar la capacidad de almacenamiento y distribución de aguas no convencionales. De esta forma las aguas no convencionales se podrán utilizar en cuanto se produzcan a lo largo de todo el periodo de producción.

En ninguna de las fases del proyecto se afectará a la Red Natura 2000 al no hallarse ningún elemento amparado bajo este marco de protección dentro de los límites de actuación del proyecto de modernización.

6 LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

6.1 LOCALIZACIÓN

Los términos municipales de Antas y Vera quedan emplazados en la comarca del Levante Almeriense, quedando la superficie afectada por el proyecto repartida a ambos lados de la autovía del Mediterráneo A-7, la cual atraviesa la zona de sur a norte, entre ambas localidades.

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

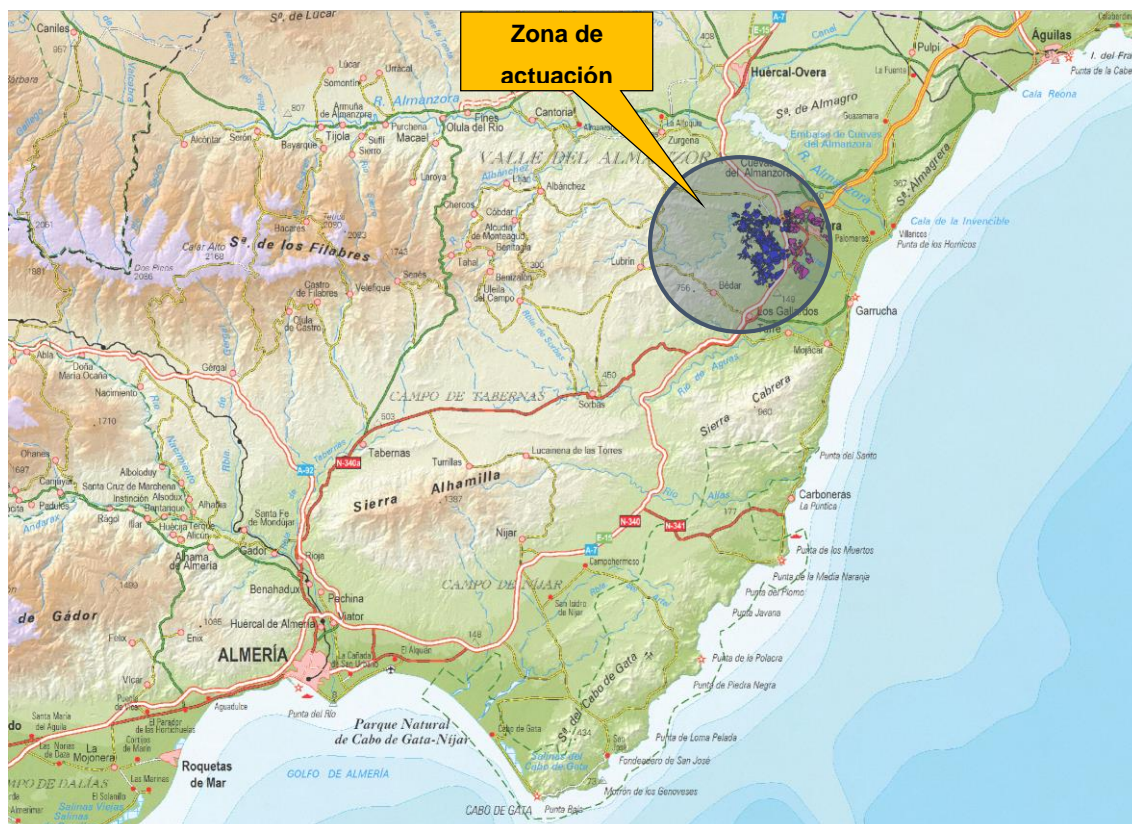


Figura 1. Ubicación del proyecto. Contexto general

Fuente: Base Cartográfica Nacional 1:500.000

La superficie de actuación queda enmarcada en un área definida por la envolvente definida por los puntos con las siguientes coordenadas UTM (ETRS89):

Tabla 9. Coordenadas de la zona regable objeto de proyecto.

Punto	Huso	Coordenada X	Coordenada Y
1	30	592.300	4.125.960
2	30	597.055	4.125.900
3	30	601.558	4.124.754
4	30	602.572	4.121.800
5	30	601.727	4.118.730
6	30	595.579	4.116.215
7	30	592.733	4.120138
8	30	592.182	4.124.647

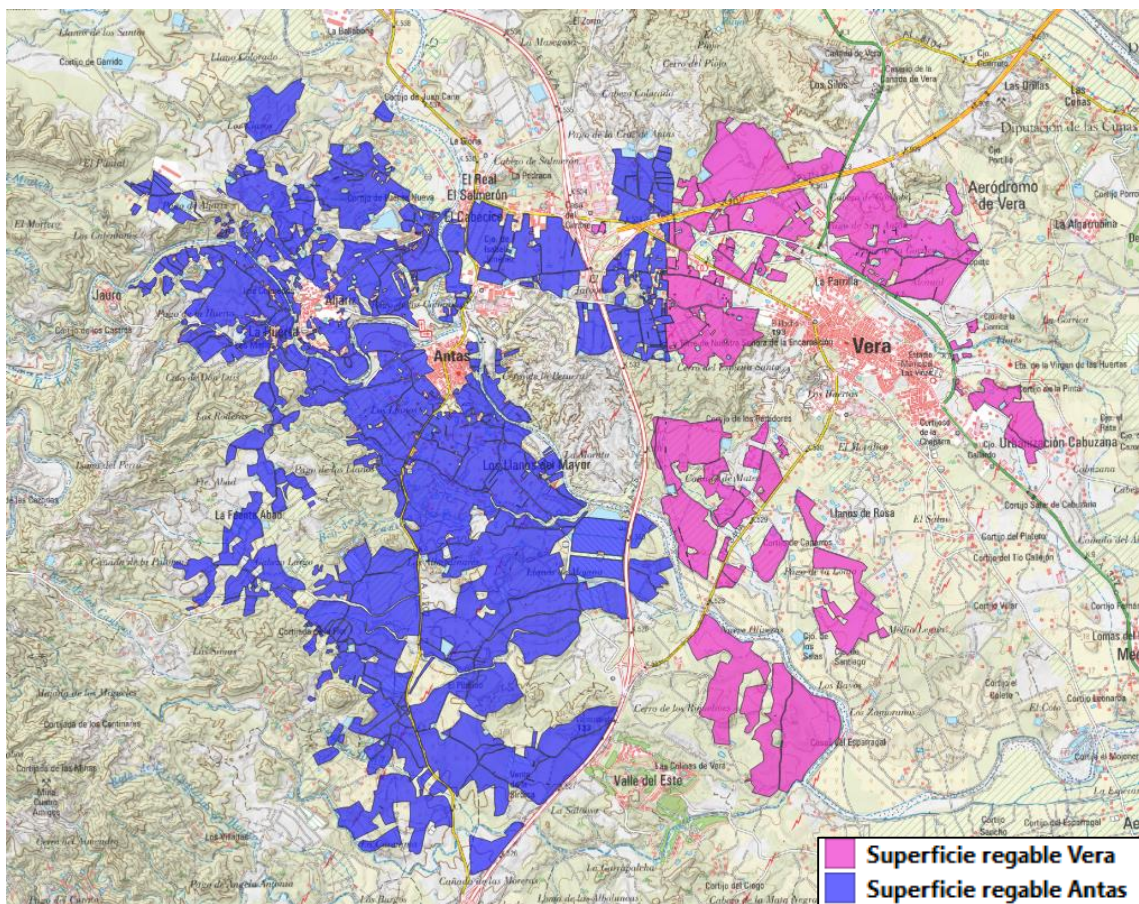


Figura 2. Ubicación del proyecto. Zona regable

Fuente: Base Cartográfica Nacional 1:50.000

En cuanto al emplazamiento de las instalaciones más representativas del proyecto, se corresponden con las balsas de almacenamiento de agua, definidas por las siguientes

coordenadas:

Tabla 10. Coordenadas de las instalaciones objeto de proyecto.

Sector	Instalación	Huso	Coordenada X	Coordenada Y
Antas	Balsa	30	592.621	4.125.810
Vera	Balsa	30	596.905	4.125.618

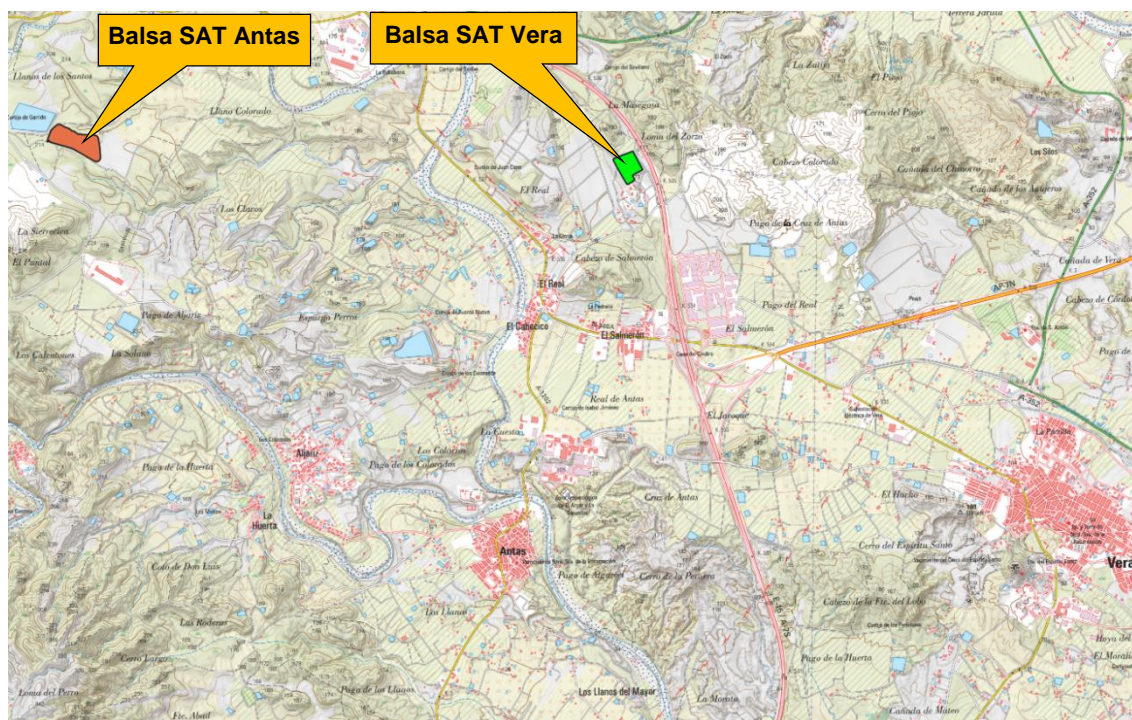


Figura 3. Ubicación del proyecto. Balsas de almacenamiento

Fuente: Base Cartográfica Nacional 1:50.000

6.2 MARCO GEOGRÁFICO

Las actuaciones quedan enclavadas en la comunidad autónoma de Andalucía, al este de la provincia de Almería, dentro de la comarca de El Levante Almeriense.

El proyecto se sitúa entre los términos municipales de Antas y Vera, emplazados en la parte central de la comarca, en la subcomarca de Bajo Almanzora.

Como se ha indicado anteriormente, la superficie afectada por el proyecto queda repartida a ambos lados de la autovía del Mediterráneo A-7, la cual atraviesa la zona de sur a norte, entre ambas localidades. También se encuentra atravesada por el río Antas de oeste a este.

La comarca del Levante Almeriense, se caracteriza por tres rasgos principales: el relieve, el litoral

y la aridez. En el relieve destaca la génesis volcánica de toda la parte meridional de la comarca y la formación de ramblas, debidas a la aridez climática, que renacen ocasionalmente tras las lluvias. La zona, además, se encuentra flanqueada por varias formaciones montañosas: Sierra de Cabo de Gata al sur; Sierra de Bédar y Lisbona al oeste; Sierra Almagrera, Los Pinos y Sierra del Aguilón al este; las últimas estribaciones de la vertiente sur de la Sierra de Las Estancias al norte y en el centro se alinean Sierra Almagro al norte y Sierra Cabrera al sur.

Todas estas características influyen en la riqueza y variedad paisajística, produciendo escenarios singulares, muchos de ellos bajo protección especial, donde se desarrolla una flora y fauna caracterizadas por su adaptación al medio.

6.3 CLIMATOLOGÍA

A continuación, se muestra para la zona de estudio, los datos climáticos extraídos de la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio, ubicada en el término municipal de Cuevas de Almanzora, correspondiente con la estación 8 de la provincia de Almería.

Por su extensión y topografía, la zona se puede considerar con unas características climáticas uniformes y, por tanto, esta estación climática es por sí sola suficientemente representativa.

- **Temperatura**

La temperatura media anual es de 18,09°C, siendo las mínimas invernales de 6,12°C y las máximas del verano hasta 31,24°C de media.

- **Precipitación**

La pluviometría es muy escasa, siendo la estación más húmeda el otoño, seguida del invierno y primavera. La media anual se sitúa en 249,35 mm, quedando la precipitación efectiva en 116,00 mm, menos de la mitad de la precipitación.

- **Insolación y evapotranspiración**

Tanto las máximas de radiación como evapotranspiración se obtienen en los periodos de primavera y verano. Alcanzándose una radiación anual de 209,16 MJ/m² y una evapotranspiración anual de 1.151,19 mm.

- **Viento**

En esta región predominan las rachas de viento de origen noroeste (40%) y del sureste (30%). La velocidad media diaria alcanza en torno a los 3,8 m/s.

6.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La superficie afectada por el proyecto, emplazada al sur del curso bajo del río Almanzora y en ambas márgenes del río Antas, presenta una topografía accidentada. Las altitudes oscilan entre los 100 y los 211 m.s.n.m.

Desde el punto de vista geológico, las zonas de estudio se encuadran en la Hoja Magna 1014 (24-41) (Vera). La zona se encuentra dentro de las Cordilleras Béticas, las cuales se extienden desde Cádiz y la costa levantina, continuando por las islas Baleares, formando un orógeno alpino perimediterráneo resultado del choque entre las placas africanas y euroasiáticas y la placa de Alborán.

La zona se encuentra dentro de las depresiones postorogénicas, en zona de terrazas antiguas y aluvial reciente.

La litología de la zona se corresponde con formaciones sedimentarias (terrazas aluviales, marga, calizas) sedimentarias-metamórficas (areniscas).

6.5 EDAFOLOGÍA

Hay que tener en cuenta que los proyectos de modernización de regadíos se desarrollan sobre tierras que o bien proceden de regadíos tradicionales o bien de regadíos que ya pasaron en su momento por estudios de evaluación de tierras para su transformación en regadío, respondiendo a clasificaciones aptas para dicha actividad.

Los suelos presentes en la zona de actuación son:

- Fluvisoles calcáreos (2)
- Regosoles calcáreos y Litosoles con Cambisoles cálcicos(11)
- Regosoles Calcáreos y Cambisoles cálcicos con litosoles, Fluvisoles calcáreos y Rendsinas (13)
- Xerosoles cálcicos y Regosoles calcáreos con Fluvisoles calcáreos (28)
- Xerosoles cálcicos y Litosoles con Fluvisoles calcáreos (29)
- Xerosoles cálcicos y Xerosoles Lúvicos con Regosoles calcáreos y Fluvisoles calcáreos (30)
- Cambisoles éutricos, Regosoles éutricos y Luvisoles crómicos con Litosoles (32)

El suelo predominante en el entorno Regosol, Fluvisoles, Cambisoles y Xerosoles, todos ellos, suelos poco desarrollados.

Los Regosoles son suelos desarrollados sobre materiales no excesivamente consolidados y que

presentan una escasa evolución, fruto generalmente de su reciente formación sobre aportes recientes no aluviales o localizarse en zonas con fuertes procesos erosivos que provocan un continuo rejuvenecimiento de los suelos.

Los Fluviosoles son suelos jóvenes, desarrollados a partir de materiales aluviales recientes. Están condicionados por la topografía, siendo sus perfiles de carácter deposicional más que edafogénico. Son suelos fértiles y de gran interés agrícola. Carecen de propiedades sálicas y son permeables y bien drenados.

Los Cambisoles son suelos en una etapa inicial de formación con un horizonte B cámbico (color o estructura distinta al material originario) debajo de un ócrico (horizonte de superficie, sin estratificación y de colores claros). Son suelos condicionados por su edad limitada y con un porcentaje de saturación por variable. Carecen de propiedades vérticas; carecen de propiedades gleicas en una profundidad de 100 cm a partir de la superficie y en el horizonte cámbico carecen también de propiedades ferrálicas.

Los Xerosoles son suelos desarrollados sobre diversas litologías y que se encuentran fundamentalmente localizadas en la provincia de Almería, en las zonas más áridas, circunstancia que los caracteriza, junto con el marcado déficit hídrico que presentan durante todo el año. Por un lado, los Xerosoles cálcicos que tienen como característica fundamental aparecer generalmente sobre costra caliza de gran espesor, a partir de los 30-40 cm de profundidad. Mientras que los Xerosoles lúvicos, morfológicamente muy parecidos a los Luvisoles, excluidos de este grupo por su carácter árido. Estos suelos, desarrollados sobre conglomerados y materiales cuaternarios con pendientes casi llanas o inclinadas, son de color rojo, espesor moderado, frecuentemente esqueléticos y con horizontes cálcicos.

6.6 HIDROLOGÍA

La red hidrográfica del Levante Almeriense se organiza en torno a dos subcuencas hídricas principales, las de los ríos Almanzora y Aguas, integrantes de la cuenca Sur y, por tanto, de drenaje en el Mediterráneo. En el caso del río Antas, el otro cauce de cierta importancia del Levante, se considera perteneciente a la subcuenca del Almanzora. Son cauces en general de aguas muy irregulares, que fluyen en muchos casos únicamente de manera subsuperficial, aunque sometidos a un marcado régimen torrencial desencadenante de importantes avenidas. La cuenca del Almanzora es en torno a la que se estructura el territorio del centro y mitad norte del Levante, estando situados muy próximos al cauce del río o en su llanura aluvial los dos principales núcleos urbanos de la comarca, Cuevas del Almanzora y Huércal Overa. En su seno se desarrolla el embalse de Cuevas del Almanzora, de 168 hm³ de capacidad y un área inundable de 526 hectáreas; es una infraestructura hídrica que resulta de vital importancia para su entorno ya que provee de recursos hídricos para el riego, el abastecimiento y la obtención de electricidad.

Se han consultado las masas de agua en el Plan Hidrológico de las Cuencas Mediterráneas 2022-2027.

Sin embargo, las aportaciones de aguas superficiales de la zona regable proceden del trasvase desde el embalse del Negratín, perteneciente a la cuenca hidrográfica del Guadalquivir, el cual se describe como sigue en el Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Guadalquivir (2022-2027):

- **Trasvase Negratín – Almanzora:** aprobado Ley 55/1999, de 29 de diciembre, desde el Guadalquivir hasta las Cuencas Mediterráneas Andaluzas y Segura, con un máximo de 50 hm³/año. Su objetivo es reforzar la garantía de suministro para las necesidades de agua de la provincia de Almería. En el año hidrológico 2017/18 el volumen transferido fue de unos 33 hm³.

Por otro lado, existen dos masas de agua subterráneas, “Cubeta de Ballabona-Sierra Lisbona-Río Antas Vegas Bajas” y la de “Bajo Almanzora”.

Cubeta de Ballabona-Sierra Lisbona-Río Antas Vegas Bajas: Se encuentran dos sistemas acuíferos diferentes: por un lado, los materiales detríticos del Cuaternario y Plioceno-Pliocuaternario, y por otro los mármoles y calizas marmorizadas de edad Permotriásico, pertenecientes al complejo Nevado - Filábride. El acuífero detrítico está formado por conglomerados, arenas, limos y arcillas y se encuentra en la Cubeta de Ballabona, con espesores entre 45 y 150 m. Los mármoles y calizas del Permotriásico afloran en la Sierra de Lisbona presentando potencias menores, de sólo algunos metros o decenas de metros. Tradicionalmente se ha producido la descarga a través de galerías o manantiales, por transferencias laterales subterráneas o por algunos aluviales que los atraviesan, aunque en la actualidad la descarga se está produciendo principalmente a través de bombeos.

Bajo Almanzora: Está formada por materiales detríticos en su totalidad. Por un lado, los conglomerados, gravas, arenas y limos del Cuaternario, y en la zona Sur, los conglomerados, limos arcillosos y margas arenosas del Mio-plioceno que constituyen el sustrato del acuífero cuaternario. Los materiales detríticos se disponen en lentejones, con un espesor de 10-20 m y una anchura media de 500 m. La descarga se produce de forma natural hacia el mar y en la actualidad principalmente por bombeos.

6.6.1 Masas de agua subterránea

En la siguiente figura se muestra la ubicación de las masas de agua subterránea próximas a la zona de estudio.

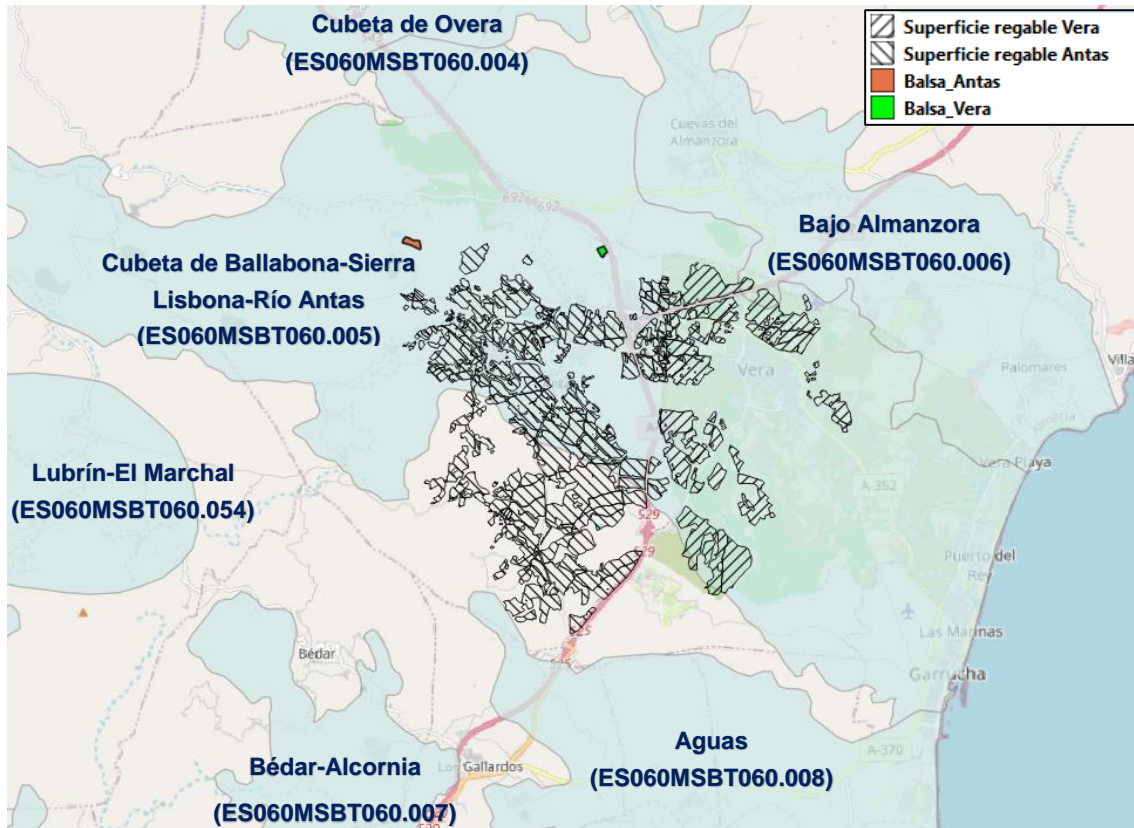


Figura 4. Masas de agua subterráneas en el entorno de la zona de estudio. Fuente: Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas

Las masas de agua subterráneas afectadas por el proyecto son las expuestas en la siguiente tabla:

Tabla 11. Masas de agua subterránea afectadas por el proyecto. Fuente: PH

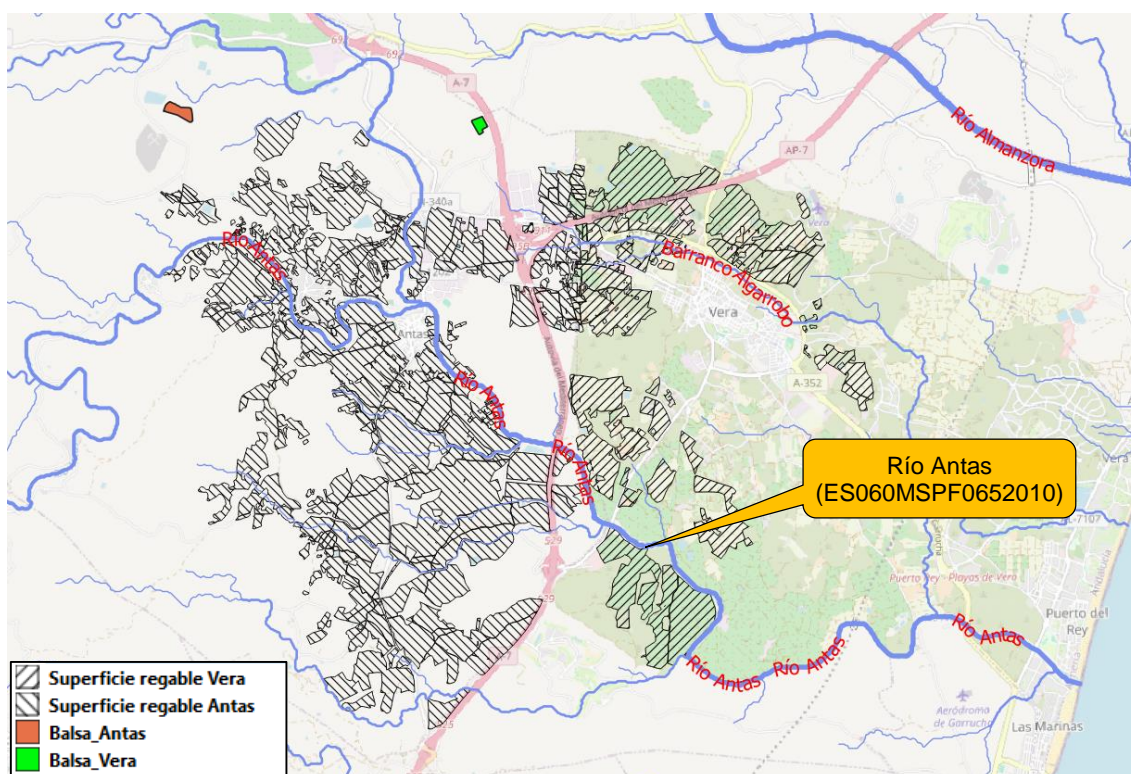
Nombre	Código	Superficie
Cubeta de Ballabona-Sierra Lisboa-Río Antas	ES060MSBT060.005	15.214 ha
Bajo Almanzora	ES060MSBT060.006	4.976 ha

6.6.2 Aguas superficiales

Las masas de agua superficiales afectadas por el proyecto se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 12. Masas de agua superficiales afectadas por el proyecto. Fuente: PH

Nombre	Código	Categoría	Longitud/superficie
Embalse del Negratín	ES050MSPF011100057	Río	27,40 km / 22,89 km ²
Río Antas	ES060MSPF0652010	Río	25,0 km



7 INGENIERÍA DEL PROYECTO.

7.1 ESTUDIO GEOTÉCNICO

En este punto se presentan los resultados del estudio geológico-geotécnico realizado para el proyecto, que servirá para la caracterización geotécnica de los materiales afectados por los movimientos de tierras y cimentaciones.

Se han realizado los siguientes estudios:

- Informe de resultados de campo y laboratorio realizado para la ejecución de una nueva balsa de riego en el T.M. de Antas por la empresa "Cemosa Ingeniería y Control" en su Delegación de Almería. Se incluye en el Apéndice 1 del Anejo N° 6 «Geología, Geotecnia y Estudio de materiales».
- Informe de resultados de campo y laboratorio realizados para la modificación de una balsa

de riego en el T.M. de Vera por la empresa “Cemosa Ingeniería y Control” en su Delegación de Almería. Se incluye en el Apéndice 2 del Anejo Nº 6 «Geología, Geotecnia y Estudio de materiales».

- Ensayo de corte directo realizados para la modificación de una balsa de riego en el T.M. de Vera por la empresa “Cemosa Ingeniería y Control” en su Delegación de Almería. Se incluye en el Apéndice 3 del Anejo Nº 6 «Geología, Geotecnia y Estudio de materiales».
- Estudio geotécnico preliminar para proyecto de modernización de regadíos SAT Vera y SAT Antas, (Almería) realizado por la empresa SONDEOS DE INVESTIGACIÓN ALMERIENSES S.L. Se incluye en el Apéndice 4 del Anejo Nº 6 «Geología, Geotecnia y Estudio de materiales».

La información que se ha pretendido conseguir con los estudios realizados se resume a continuación:

1. Características geológicas de la zona de estudio
2. Caracterización del terreno.
3. Recomendaciones para la cimentación.

7.1.1 Informe de resultados estudio geotécnico en SAT El Grupo de Antas

Para la realización del estudio geotécnico, se han realizado los siguientes trabajos de campo:

- 3 sondeos mecánicos con recuperación de testigo
- 3 calicatas de reconocimiento
- 6 sondeos de penetración dinámica

Los ensayos y trabajos de campo realizados para determinar las características de los materiales detectados han sido los siguientes:

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra inalterada con tomamuestras de tipo abierto	2	ASTM D6169-98, ASTM D3550-01, XP P94-202
Ensayo de penetración estándar (SPT)	13	UNE 103800
Toma de muestra alterada	6	-

Figura 5. Ensayos y trabajos de campo SAT El Grupo de Antas

Fuente: Estudio Geotécnico CEMOSA

Los ensayos de laboratorio realizados para la elaboración de este documento quedan reflejados en las tablas siguientes:

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	7	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	7	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	7	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	3	UNE 103300
Determinación de peso específico aparente	3	UNE 103301
Determinación de peso específico partículas sólidas	2	UNE 130302
Ensayo de compresión simple en suelos	2	UNE 103400
Ensayo de corte directo con drenaje	2	UNE 103401
Determinación de la presión de hinchamiento	2	UNE 103602
Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro	3	UNE 103601
Determinación del contenido en sulfatos	4	UNE 103202
Determinación del grado de acidez Baumann-Gully	4	EHE
Determinación del contenido en materia orgánica	3	UNE 103204
Determinación del contenido de yesos en los suelos	3	NLT-115
Determinación del contenido de sales solubles en los suelos	3	NLT-114
Ensayo de colapso en suelos	3	NLT-254
Ensayo de compactación Proctor normal	3	UNE 103500
Ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo	3	UNE 103502

Figura 6. Trabajos de laboratorio SAT El Grupo de Antas
 Fuente: Estudio Geotécnico CEMOSA

➤ **Excavabilidad**

De acuerdo con los resultados obtenidos en los diferentes trabajos realizados se puede estimar la excavabilidad del siguiente modo, para cada uno de los niveles definidos:

Material detectad	Excavabilidad
Material de rellenos	Maquinaria común
Arenas y gravas con niveles cementados	Aproximadamente 70 % maquinaria común – 30 % martillo neumático

Figura 7. Excavabilidad SAT El Grupo de Antas
 Fuente: Estudio Geotécnico CEMOSA

➤ **Clasificación de los materiales según PG3.**

Los ensayos de laboratorio realizados para la clasificación de los materiales en función de los requerimientos establecidos se detallan a continuación: Los ensayos realizados son los siguientes, donde se aporta además la clasificación según los criterios establecidos y su probable uso en rellenos:

<i>Ensayos de laboratorio</i>												
<i>Recon.</i>	<i>Prof. (m.)</i>	<i>Tamaño máximo (mm.)</i>	<i>Cernido 2 UNE (%)</i>	<i>Cernido 0,40 UNE (%)</i>	<i>Cernido 0,080 UNE (%)</i>	<i>Materia orgánica (%)</i>	<i>Contenido yeso (%)</i>	<i>Contenido Sales Solubles (%)</i>	<i>Límite Líquido (%)</i>	<i>Índice plasticidad (%)</i>	<i>Asiento Ensayo Colapso (%)</i>	<i>Hinchamiento libre (%)</i>
C-01	0,50		17,70	11,20	6,20	0,20	0,00	0,31	0,00	0,00	0,10	0,10
C-02	0,70		20,50	15,60	11,00	0,39	0,00	0,26	25,90	9,30	0,10	0,80
C-03	0,50		18,90	14,80	9,60	0,53	0,00	0,26	31,00	10,40	0,50	1,90

Figura 8. Valores obtenidos clasificación materiales SAT El Grupo de Antas
Fuente: Estudio Geotécnico CEMOSA

La clasificación de las diferentes muestras ensayadas es la siguiente

<i>Recon.</i>	<i>Prof. (m.)</i>	<i>Clasificación</i>
C-01	0,50	TOLERABLE
C-02	0,70	TOLERABLE
C-03	0,50	TOLERABLE

Figura 9. Va Clasificación obtenida apartado 330.3 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) SAT El Grupo de Antas
Fuente: Estudio Geotécnico CEMOSA

7.1.2 Informe de resultados estudio geotécnico en SAT Climasol de Vera

Para la realización del estudio geotécnico, se han realizado los siguientes trabajos de campo:

- 3 calicatas de reconocimiento

Los ensayos y trabajos de campo realizados para determinar las características de los materiales detectados han sido los siguientes:

Ensayo	unidades	norma
Toma de muestra alterada	3	-

Figura 10. Ensayos y trabajos de campo SAT Climasol de Vera
 Fuente: Estudio Geotécnico CEMOSA

Los ensayos de laboratorio realizados para la elaboración de este documento quedan reflejados en las tablas siguientes:

Ensayo	unidades	norma
Clasificación USCS	3	ISSMGE
Análisis granulométrico por tamizado	3	UNE 103101
Determinación de los límites de Atterberg	3	UNE 103103 - 104
Determinación de humedad natural	3	UNE 103300
Ensayo del hinchamiento libre de un suelo en edómetro	3	UNE 103601
Determinación del contenido en materia orgánica	3	UNE 103204
Determinación del contenido de yesos en los suelos	3	NLT-115
Determinación del contenido de sales solubles en los suelos	3	NLT-114
Ensayo de colapso en suelos	3	NLT-254
Ensayo de compactación Proctor normal	3	UNE 103500
Ensayo para determinar en laboratorio el índice C.B.R. de un suelo	3	UNE 103502

Figura 11. Trabajos de laboratorio SAT Climasol de Vera
 Fuente: Estudio Geotécnico CEMOSA

➤ **Nivel piezométrico**

Durante las labores de campo se ha comprobado la existencia o no de los niveles piezométricos.

No se ha detectado este Nivel en ninguna de las perforaciones realizadas.

Las medidas del nivel piezométrico se han realizado a la finalización de las perforaciones.

Es probable que este nivel piezométrico pueda oscilar en función del régimen climático y estacional no permaneciendo inalterable, consideración que habrá de ser tenida en cuenta.

7.1.3 Ensayo de corte directo SAT Climasol de Vera

Los resultados obtenidos en el ensayo de corte directo han dado los siguientes resultados:

CORTE DIRECTO					
DATOS DE ENSAYO					
ESTADO MUESTRA	REMOLDEADA				
CAJA:	CILINDRICA				
TIPO ENSAYO:	CD				
Nº PROBETA	TENSIÓN TANG. (kg/cm ²)	HUMEDAD INIC. (%)	HIMEDAD FINAL (%)	DENSI. HÚMEDA (g/cm ³)	DENSI. SECA (g/cm ³)
1	0,86	12,6	24,7	2,01	1,79
2	1,47	12,6	23,5	1,99	1,77
3	2,26	12,6	22,4	1,99	1,77
ÁNGULO DE ROZAMIENTO (°):		35,0			
COHESIÓN (kg/cm ²):		0,13			

Figura 12. Ensayo de corte directo SAT Climasol de Vera

Fuente: Estudio Geotécnico CEMOSA

7.1.4 Resultados calicatas en red de riego

Para el estudio y caracterización de los materiales del subsuelo del área de actuación, se han seleccionado veintitrés (23) puntos en el T.M. Antas y diecinueve (19) puntos en el T.M. de Vera.

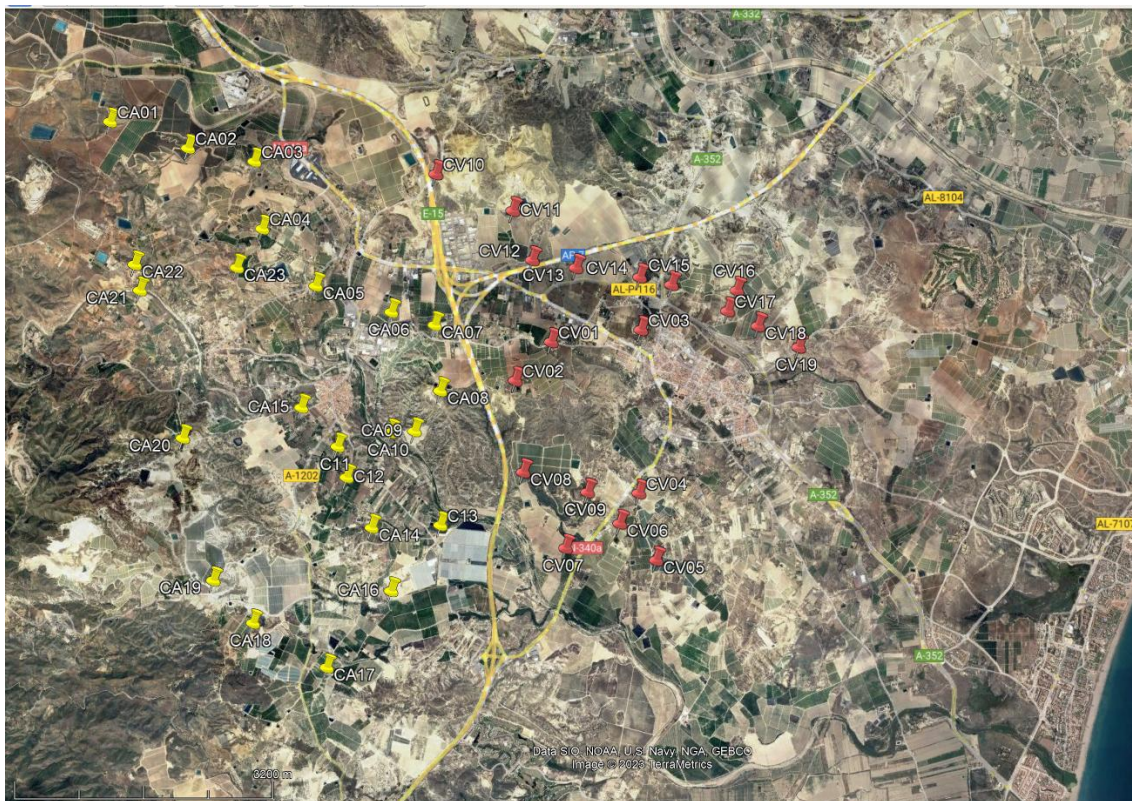


Figura 13. Localización general calicatas

Para su ejecución se realizó una zanja en el terreno de dimensiones reducidas y de manera ordenada para permitir identificar los distintos niveles de terreno y la toma de muestra de cada uno de ellos. Las profundidades alcanzadas por las calicatas oscilan entre 0.5 y 2 m. siendo la profundidad media de 1.7 m.

7.2 ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

La SAT El Grupo de Antas y la SAT Climasol de Vera (Almería) han contratado los servicios arqueológicos de una empresa especialista en estudios arqueológicos de la zona de estudio, para la cual actuará uno de sus miembros como arqueólogo director para la realización de la prospección arqueológica de cobertura total para el proyecto, y para tramitar todo lo necesario ante la Administración competente en materia de Patrimonio, en este caso, la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Consejería de Turismo, Cultura, y Deportes de la Junta de Andalucía (para todos los municipios afectados por el proyecto).

A la fecha de hoy solo se cuenta con las solicitudes de ambas SAT sobre informe de viabilidad arqueológica y autorización por parte de dicho estamento para la prospección arqueológica superficial previa y/o intervención arqueológica que designe para el servicio de Patrimonio Histórico de la Consejería de Turismo, Cultura, y Deportes de la Junta de Andalucía, en su

Delegación de Almería.

Una vez obtenido el informe de viabilidad arqueológica y la autorización sobre la prospección arqueológica superficial previa y/o intervención arqueológica por parte del Servicio de Patrimonio Histórico de la Consejería de Turismo, Cultura, y Deportes de la Junta de Andalucía de la Delegación de Almería, se realizarán las mismas en los terrenos afectados, según los informes de viabilidad arqueológica. Una vez realizadas las prospecciones y/o intervenciones arqueológicas autorizadas, se presentarán las memorias obtenidas de prospección superficial arqueológica y/o intervención arqueológica de nuevo al Servicio de Patrimonio Histórico de la Consejería de Turismo, Cultura, y Deportes de la Junta de Andalucía de la Delegación de Almería, esperando la emisión por parte de la misma la resolución de dicha prospección superficial previa y/o intervención arqueológica, donde se indicarán las medidas a tomar durante la fase de ejecución.

Todos los trabajos de arqueología a realizar para la ejecución del proyecto se contemplan en el presupuesto del proyecto (en el Capítulo 6 de medidas ambientales).

7.3 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.

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

Se tomará como referencia de altitudes los registros del nivel medio del mar en Alicante y como proyección la Proyección Universal Transversa de Mercator (U.T.M.), utilizada en la confección de la cartografía oficial del Estado según Decreto 2303/1970 de 16 de julio.

El sistema de coordenadas utilizado es, por tanto, U.T.M. ETRS89 H30N, cuya transformación desde el elipsoide GRS80 (Geodesic Reference System) se ha realizado en base a la transformación de 7 parámetros.

La cartografía base utilizada ha sido la siguiente:

- Mapa Topográfico Nacional 1:200.000 (MTN200).
- Mapa Topográfico Nacional 1:50.000 (MTN50). Hojas 1014 y 1015
- Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25).
- Base Cartográfica de Andalucía 1:10.000 (BCA10)
- Ortofotos en formato digital del vuelo PNOA de 2022.
- Modelo Digital del Terreno, del IGN en formatos ASCII y DXF. EL Modelo Digital del Terreno se ha elaborado con la nube de puntos LIDAR 2x2 de la 2ª cobertura (2015-

2021) del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Esta topografía se ha completado con apoyo de campo, mediante observación y medida de diversos puntos, en las parcelas ocupadas por las balsas de ambos sectores.

7.3.1 Levantamientos topográficos de detalle

Se han llevado a cabo los siguientes levantamientos topográficos en diferentes zonas donde se requiriere mayor precisión de las que puede aportar el Modelo Digital del Terreno. Estas zonas se corresponden con las parcelas de ubicación de las balsas proyectadas.

Las dos sociedades beneficiarias aportan sendos levantamientos topográficos de detalle realizados mediante dron en noviembre de 2023.

7.3.2 Procedimiento de toma de datos

El procedimiento empleado para los levantamientos topográficos ha sido:

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

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

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

En tercer lugar, se hizo el levantamiento de las zonas donde se ubicarán las balsas de almacenamiento (Apéndice 5 del Anejo Nº 4 «Cartografía, topografía y replanteo»). Además, se han tomado con GPS las ubicaciones de los hidrantes, como posibles puntos críticos (Apéndice 1 «Puntos levantamiento hidrantes» del Anejo Nº 4 «Cartografía, topografía y replanteo»).

7.3.3 Trabajo de gabinete

1. Balsas de almacenamiento. – Han sido facilitadas por la propiedad.
2. Tuberías primarias y secundarias: Con la topografía de detalle realizada en todas las ubicaciones indicadas, se ha comprobado la validez de los distintos MDT's disponibles, por lo que se tomarán estos para el diseño de dichas redes. Se recogen los puntos de la red primaria en el apéndice 2. Las cotas necesarias para el diseño de la red secundaria se han tomado también del MDT. Para calcular el movimiento de tierras de las tuberías secundarias se ha cubicado en base a las zanjas tipo y a su longitud (medida sobre

cartografía disponible), ya que dentro de cada agrupación la escasa diferencia de cotas, las cortas longitudes y las pequeñas zanjas no hacen necesaria la realización de perfiles.

Los planos de curvas de nivel y las trazas de las tuberías primarias se encuentran en los planos del proyecto.

Por otro lado, en el Anejo N° 4 «Cartografía, topografía y replanteo» se recogen los planos generados con la topografía realizada.

7.3.4 Puntos de apoyo o bases de replanteo

Se ha tomado como vértices geodésicos de referencia los números 101466, 101482 y 101494 (ver apéndice 3 «Vértice geodésico»). Las bases se han materializado en campo mediante estacas o clavos de acero tipo GEOPUNT. Las reseñas de los puntos de apoyo quedan reflejadas en la siguiente tabla (ver apéndice 5 «Reseñas base de replanteo»):

Tabla 13. Puntos de apoyo

Nº BASE	X (m)	Y (m)	ELEVACIÓN (m)	Descripción
BR1	592370,747	4125879,811	210,905	Arqueta
BR2	596779,198	4125679,431	170,112	Hormigón

7.4 SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO

Se actúa sobre parte de la superficie gestionada por la SAT El Grupo y SAT Climasol, la cual asciende a 2.465,04 ha, como se ha indicado en el punto 4.

7.5 INGENIERÍA DE DISEÑO. CONDICIONANTES Y CRITERIOS DE DISEÑO

Como se ha comentado en epígrafes anteriores, los objetivos del proyecto son, por una parte, aumentar la eficiencia y el control del uso del agua, y por otra, aumentar la capacidad de almacenamiento y distribución de aguas no convencionales. De esta forma las aguas no convencionales se podrán utilizar en cuanto se produzcan a lo largo de todo el periodo de producción.

7.6 SISTEMA DE RIEGO. PARÁMETROS DEFINITORIOS

- Elección del sistema de riego.- El sistema de riego será por goteo o localizado.
- Organización de los riegos.- Se plantea un riego a la demanda y/o por turnos.

8 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTUACIONES PROYECTADAS

La solución proyectada para la modernización se compone de las siguientes obras:

Mejora del sistema de riego para la SAT 2503 El Grupo de Antas:

- Nueva balsa de almacenamiento.
- Conducción de conexión de la nueva balsa de regulación con la red de distribución cerrada.
- Nueva red principal de distribución cerrada.
- Nueva red de distribución secundaria.
- Arquetas de maniobra y control.
- Tomas de regantes individuales y de agrupación (arquetas, válvulas de corte, de control, filtro cazapiedras, ventosas, caudalímetro y telecontrol).

Mejora del sistema de riego para la SAT 2890 Climasol de Vera:

- Reforma y ampliación de las balsas de almacenamiento existentes de SAT 2890 Climasol de Vera.
- Red ramificada de distribución hasta tomas de regantes
- Arquetas de maniobra y control.
- Tomas de regantes individuales y de agrupación (arquetas, válvulas de corte, de control, filtro cazapiedras, ventosas, caudalímetro y telecontrol).

8.1 MEJORA DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LA SAT 2503 EL GRUPO DE ANTAS

8.1.1 Nueva balsa almacenamiento SAT Antas.

Se proyecta una nueva balsa de almacenamiento de agua junto a la existente denominada Balsa de Capellanía. Esta nueva balsa será de materiales sueltos impermeabilizada con lámina de polietileno de alta densidad de 1,5 mm de espesor, sobre geotextil de 350 gr/m².

La cota de coronación terminada con zahorra es la 213,1, similar a la existente, y la cota de fondo es variable desde la 203,5 a la 202,5. La altura máxima del dique exterior es de 11,5 m, por lo que se clasifica como pequeña presa.

El volumen de almacenamiento hasta la cota del aliviadero (N.M.N.) es de 250.457 m³.

Las características principales de la balsa son:

Tabla 14. Características de balsa de almacenamiento SAT Antas

Parámetro	Valor
Talud interior	2,5:1
Talud exterior	2,0:1
Anchura de coronación	5,00 m
Cota de coronación (sin zahorra)	213,00
Cota de coronación (con zahorra)	213,10
Cota nivel máx. normal (n.m.n)	212,00
Cota nivel máx. de explotación (n.m.e.)	212,00
Cota nivel avenida de proyecto (n.a.p.)	212,31
Cota mínima de fondo	202,50
Cota máxima de fondo	203,50
Altura máxima de dique	11,50 m
Altura útil de agua	9,50 m
Altura interior total	10,50 m
Longitud de coronación	1.011 m
Superficie ocupada	60.174 m ²
Superficie lámina de agua total (213,00)	40.666 m ²
Superficie lámina de agua útil (212,00)	38.196 m ²
Superficie lámina de agua fondo (203,50)	19.018 m ²
Volumen de agua total	289.881 m ³
Volumen de agua a n.m.n.	250.457 m ³

8.1.2 Conducción de conexión de la nueva balsa de regulación con la red de distribución cerrada

Esta conducción consiste en una tubería enterrada de diámetro 800 mm en PVC orientado y una PN 12,5 atm.

La totalidad del trazado posee una longitud total de 3.800 m, conectando la nueva balsa de

regulación de la SAT con la nueva red de distribución cerrada, que se describe en el apartado siguiente.

8.1.3 Nueva red principal de distribución cerrada

Esta conducción consiste en una tubería enterrada de diámetro 630 mm en PVC orientado y una PN 12,5 atm.

La totalidad del trazado posee una longitud total de 21.300 m. A lo largo de esta red partirán los distintos ramales o tuberías secundarias. Mediante esta red de distribución se conectan también distintas balsas existentes propiedad de la SAT El Grupo.

8.1.4 Nueva red de distribución secundaria

Se trata de distintos ramales que, partiendo de la red principal, descrita anteriormente, abastecerán al conjunto de tomas individuales y colectivas, que a su vez abastecen de agua a las parcelas de la SAT.

Estas tuberías se proyectan en PVC orientado con diámetros que oscilan entre 315 mm y 110 mm, con PN de 12,5 atm.

8.2 MEJORA DEL SISTEMA DE RIEGO PARA LA SAT 2890 CLIMASOL DE VERA

8.2.1 Reforma y ampliación de las balsas de almacenamiento existentes de SAT 2890 Climasol de Vera.

La SAT Climasol de Vera dispone de dos balsas de almacenamiento contiguas, compartiendo uno de sus diques y con diferentes características. Con la reforma propuesta se pretende eliminar el dique que comparten ambas balsas para unir las en una sola, además de modificar la pendiente del talud interior de la más antigua, para aumentar el volumen almacenado, pasando de una pendiente de 4:1 (H:V) a 2,5:1 (H:V). La parte correspondiente a la balsa más reciente no se modifica su talud interior, quedando en 1:1 (H:V). El volumen útil de almacenamiento actual de estas dos balsas es de 98.140 m³ para la más antigua, y 52.830 m³ para la más nueva.

La cota de coronación de la balsa reformada va desde la 168,4 a la 168,7, mientras que la cota de fondo va de la 160 a la 158. La altura máxima del talud exterior es 9,7 m, por lo que se clasifica como pequeña presa.

El nuevo volumen de almacenamiento hasta la cota del aliviadero (N.M.N.) es de 222.384 m³, por lo que el almacenamiento útil se incrementa en más de 71.000 m³.

Las características principales de la balsa son:

Tabla 15. Características de balsa de almacenamiento SAT Vera

Parámetro	Valor
Talud interior modificado	2,5:1
Talud interior no modificado	1,0-1,5:1
Talud exterior	2,0:1
Anchura de coronación	3,50-5,00 m
Cota de coronación (sin zahorra)	168,40
Cota de coronación (con zahorra)	168,70
Cota nivel máx. normal (n.m.n)	167,40
Cota nivel máx. de explotación (n.m.e.)	167,40
Cota nivel avenida de proyecto (n.a.p.)	167,70
Cota mínima de fondo	158,00
Cota máxima de fondo	160,00
Altura máxima de dique	9,70 m
Altura útil de agua	9,40 m
Altura interior total	10,40 m
Longitud de coronación	764 m
Superficie ocupada	44.400 m ²
Superficie lámina de agua total (168,40)	32.000 m ²
Superficie lámina de agua útil (167,40)	30.550 m ²
Superficie lámina de agua fondo (158,00)	12.205 m ²
Volumen de agua total	253.625 m ³
Volumen de agua a n.m.n.	222.384 m ³

8.2.2 Red ramificada de distribución hasta tomas de regantes

Se trata de distintos ramales que, partiendo de la balsa a reformar, descrita anteriormente, abastecerán al conjunto de tomas individuales y colectivas, que a su vez abastecen de agua a las parcelas de la SAT.

Estas tuberías se proyectan en PVC orientado con diámetros que oscilan entre 710 mm y 110 mm, con PN de 12,5 atm.

8.3 ARQUETAS DE MANIOBRA Y CONTROL

Al comienzo de los distintos ramales de la red secundaria (riego SAT el Grupo de Antas) y a lo largo de distintos ramales de la red ramificada (riego SAT Climasol de Vera) se instalarán válvulas de corte con sus correspondientes arquetas de protección.

Las arquetas serán unas, prefabricadas de hormigón, y otras ejecutadas in situ, de distintas dimensiones en función del tamaño de las válvulas, colocados sobre lecho de grava y losa de hormigón HA-25 de 20 cm de espesor con doble mallazo de 6 mm cada 15 cm y cerrada con tapa de chapa galvanizada de 3 mm de espesor.

8.4 TOMAS DE REGANTES INDIVIDUALES Y DE AGRUPACIÓN

Son aquellos elementos que derivan de las tuberías de distribución y suministran agua a las parcelas de mayor tamaño en el caso de los hidrantes individuales, o a varias parcelas en el caso de los hidrantes colectivos. Disponen de válvula de corte general de compuerta, filtro cazapiedras, ventosa y la calderería en chapa galvanizada necesaria para su conexión con la red de distribución, y para cada parcela, válvula hidráulica reductora de presión y limitadora de caudal (con solenoide) y contador (de chorro múltiple o Woltmann).

En función del número de propietarios a los que abastecen, se distinguen dos tipos de hidrantes: individuales o colectivos. El criterio aproximado seguido para establecer los hidrantes colectivos de riego es que las parcelas mayores tengan un hidrante individual y las más pequeñas se agregan en un hidrante colectivo (de hasta un máximo de 10 salidas o 10 ha en total), hasta formar hidrantes colectivos de superficie variable en función del número y tamaño de las parcelas que las componen.

El dimensionamiento de todos ellos se ha realizado de forma que proporcionen el caudal necesario fijado y una presión de salida en torno a 4 kg/cm².

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

8.4.1 Hidrantes individuales

Son los que abastecen la parcela (o grupo de parcelas contiguas) de un solo propietario que tengan una superficie mayor o igual a 10 ha, o bien que, por su localización, sea imposible incorporarla a un hidrante colectivo.

Se instalará una válvula hidráulica en línea con pilotos limitador de caudal y reductor de presión, con solenoide, contador Woltmann, filtro cazapiedras, así como válvula de corte anterior de compuerta y ventosa. Entre la válvula de compuerta y el filtro, se colocará un carrete de desmontaje. Tras la válvula hidráulica, se instalará otra válvula de compuerta que quedará fuera de la arqueta de protección, a fin de que la pueda manipular el propietario de la parcela. La arqueta será prefabricada de hormigón de distintas dimensiones en función del tamaño del hidrante, colocados sobre lecho de grava y losa de hormigón HA-25 de 20 cm de espesor con doble mallazo de 6 mm cada 15 cm y cerrada con tapa de chapa galvanizada de 3 mm de espesor. La conexión a la red de riego se realiza mediante calderería de chapa de acero. Dichas válvulas serán de 40, 50, 80, 100 y 150 mm y se han dimensionado atendiendo a los siguientes rangos de caudales:

Tabla 16. Dimensiones de filtro cazapiedras, contador y válvula hidráulica en hidrante individual

F. Cazapiedras (mm)	Contador (mm)	V. hidráulica (mm)	Caudal (l/s)
50	40	40	2
50	50	50	4
65	50 W	50	7
80	65 W	65	10
100	80 W	80	15
125	100 W	100	≤ 22
150	150 W	150	≤ 45
200	200 W	200	≤ 75
250	250 W	250	≤ 110

En el caso de las parcelas que necesiten hidrantes que superen los 110 l/s se instalarán 2 hidrantes en paralelo.

Para su dimensionamiento, además del caudal, se ha tenido en cuenta la presión que llega a la entrada y su ubicación dentro de la parcela. El conjunto del circuito de control de los pilotos (será de tres vías), junto con el piloto limitador de caudal, tendrá un diseño que disminuya al máximo las pérdidas de carga.

Tabla 17. Resumen diámetro de filtro cazapiedras, contadores y válvulas hidráulicas en hidrantes individuales

F. Cazapiedras (mm)	Contador (mm)	V. hidráulica (mm)	SAT "El Grupo" Antas	SAT "Climasol" Vera	Total
50	40	40	1		1
50	50	50	1	5	6
65	50 W	50	1	2	3
80	65 W	65	2	1	3
100	80 W	80	5	3	8
125	100 W	100	6	7	13
150	150 W	150	18	6	24
200	200 W	200	6	2	8
250	250 W	250	1	0	1
2x250 (*)	2x250 W (*)	2x250 (*)	0	2	2
TOTAL			41	28	69

(*) Hidrantes en paralelo para más de 110 l/s

8.4.2 Hidrantes colectivos

Cuando las parcelas son menores de 10 ha se han agrupado en los denominados hidrantes colectivos, de forma que de abastezcan desde una única derivación de la red de tuberías primarias y queden ubicados dentro de un único armario (con una única remota de telecontrol).

Los hidrantes colectivos contendrán un máximo de 10 contadores, la superficie total a regar por cada hidrante será como mucho de 10 ha y serán de diámetro nominal 80 mm, 100 mm y 150 mm.

A la entrada del hidrante colectivo se dispone una acometida de DN 80, 100 ó 150 mm con una válvula de corte de compuerta, filtro cazapiedras y ventosa. La conexión con la red de riego se realizará mediante calderería de acero de DN 80, 100 ó 150 mm de diámetro y 4 mm de espesor. Todos estos elementos se alojarán en un armario prefabricado de hormigón armado. Serán de dos tipos en función del número de contadores que alojen:

Tabla 18. Tipo de armario para hidrante colectivo

Nº contadores	Tipo armario	Dimensiones interiores (m)
> 4	Tipo I	2,5 x 1,5 x 1,95
≤ 4	Tipo II	2,0 x 1,0 x 1,95

Estos armarios irán colocados sobre base de grava y losa de hormigón HA-25 de 20 cm de espesor, con doble mallazo de 6 mm cada 15 cm, en superficie ejecutada in situ, cerrada con puerta metálica que ocupe todo el frontal del armario para facilitar el acceso. Del colector común del hidrante colectivo se alimentarán las derivaciones de parcela que estarán dotadas cada una de ellas de una válvula de corte, un contador y una válvula hidráulica con pilotos limitadores de caudal y reductores de presión, y solenoide.

La dimensión de la acometida del hidrante colectivo depende del caudal total asignado en el mismo, que será la suma de los caudales asignados a cada derivación de parcela incluida en dicho hidrante colectivo. En la siguiente tabla se recogen los criterios de diseño:

Tabla 19. Caudal para acometida de hidrante colectivo

DN acometida (mm)	Caudal (l/s)
80	≤ 10
100	≤ 15
150	≤ 34

El dimensionamiento de los contadores y válvulas hidráulicas de cada parcela que se incluyen en un hidrante colectivo, se ha realizado en función de la superficie de cada parcela, a la cual corresponde un caudal determinado según el siguiente cuadro:

Tabla 20. Caudal para parcelas de hidrante colectivo

Superficie (ha)	Q (l/s)
< 1	2
1 – 2	4
2 – 4	7
4 – 6	10
6 – 10	15
> 10	Sup x 1,5

En función de los caudales de diseño se fijan los siguientes diámetros de válvulas hidráulicas y contadores.

Tabla 21. Dimensiones de contadores y válvulas hidráulicas en hidrante colectivo

Contador (mm)	V. hidráulica (mm)	Q (l/s)
40	40	2
50	50	4
50 W	50	7
65 W	65	10
80 W	80	15

En resumen, el número de hidrantes colectivos, contadores y válvulas hidráulicas se recoge a continuación.

Tabla 22. Resumen diámetro hidrantes colectivos

Acometida (mm)	SAT "El Grupo" Antas	SAT "Climasol" Vera	Total
80	11	2	13

100	35	10	45
150	143	16	159
TOTAL	189	28	217

Tabla 23. Resumen diámetro de contadores y válvulas hidráulicas en hidrantes colectivos

Contador (mm)	V. hidráulica (mm)	SAT “El Grupo” Antas	SAT “Climasol” Vera	Total
40	40	819	98	917
50	50	139	30	169
50 W	50	97	15	112
65 W	65	29	2	31
80 W	80	12		12
TOTAL		1096	145	1241

8.4.3 Piezas especiales de calderería

La calderería será conforme a lo recogido en el epígrafe 3.3.48 del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Los materiales a emplear para los distintos elementos serán: Tubos y chapas de acero al carbono S 275 JR o S 235 JR; Bridas normalizadas de acero al carbono S 235 JR; Tornillería calidad 8.8 cincada y juntas de estanqueidad de goma natural EPDM.

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

Tabla 24. Espesores mínimos

Ø ≤ 250 mm	e = 4 mm
300-400 mm	e = 5 mm
500-600 mm	e = 6,3 mm
700-800 mm	e = 7,1 mm
900-1000 mm	e = 8 mm
1100-1200 mm	e = 8,8 mm

El sistema de pintura a aplicar deberá ser adecuado para la protección contra la corrosión, conforme a la norma UNE-EN ISO 12944-1:2018, Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura protectores. Parte 1: Introducción general. (ISO 12944-1:2017). Se requerirá que el sistema de protección empleado sea, como mínimo, de la categoría C3 y durabilidad VH (muy alta). El espesor de epoxi será mínimo de 200 micras. Las piezas especiales que queden enterradas serán recubiertas exteriormente por

hormigón (excepto las bridas) que servirá tanto para protección contra la corrosión como anclaje de las piezas especiales.

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

Las piezas especiales para las tuberías de PE-100 se realizarán con piezas electrosoldables o bien fabricadas en el mismo material que la tubería y unidas a esta mediante soldadura a tope.

En el caso de los hidrantes individuales, colectivos y tomas de parcela, la calderería será galvanizada con un mínimo de 80 micras (de alta duración, regulado por la norma UNE EN ISO 1461).

El cálculo de los pesos de las piezas especiales se recoge en cada uno de los apéndices de cada tipo de tuberías, así como los anclajes de dichas piezas especiales, que se diseñan en el Anejo 9 «Cálculo mecánico de tuberías», pero sus mediciones se proporcionan junto a cada pieza especial. En los planos correspondientes se recogen todas las piezas especiales de la red de tuberías.

En las mediciones del presupuesto, los cálculos de los pesos de las piezas especiales se han incrementado en un 5% para tener en cuenta el peso de las soldaduras, pinturas, tornillería, etc.

8.4.4 Ventosas

Se diseñan para este proyecto ventosas trifuncionales. Presentan dos orificios de diferente sección y requieren menor espacio que el que ocuparían dos cuerpos diferentes para realizar dichas tres funciones, siendo su fiabilidad muy elevada.

El dimensionado de este tipo de ventosa se realiza eligiendo como tamaño óptimo el mayor de los obtenidos para el llenado, vaciado y purga.

Las recomendaciones de localización de las válvulas ventosa son:

- Puntos en que la línea de corriente varía respecto a la línea piezométrica (tanto incrementando o disminuyendo la pendiente): doble efecto.
- Puntos elevados de la tubería (arqueta válvula): doble efecto.
- Ramales largos de pendiente uniforme: doble efecto cada 500 a 1000 metros.

- Salida de los grupos de bombeo: efecto cinético en un punto alto antes de la válvula de retención.
- A la entrada de instrumentos de medición (contadores): doble efecto.
- A la salida de válvulas reductoras de presión: efecto automático.
- Reducciones del diámetro de la tubería: efecto automático.
- Cabezales de filtración: doble efecto en un punto alto.
- Depresiones en la línea de corriente: doble efecto en cada lado de la depresión.

Por otro lado, en cuanto al vaciado de la conducción, si consideramos un valor de 3,5 mca para la depresión diferencial máxima tolerable por la tubería y presuponemos un vaciado de la tubería con el mismo caudal de diseño considerado para el dimensionado de la red; entrando nuevamente en las mismas gráficas, obtenemos unos nuevos puntos de intersección que quedan a la derecha de la curva correspondiente a la ventosa siendo, por consiguiente, esta la que se precisaría para esta misión.

El dimensionamiento de las ventosas se recoge Anejo N° 8 «Criterios de diseño y cálculos hidráulicos», con los siguientes resultados en función del diámetro de la tubería sobre la que se instalan:

Tabla 25. Dimensionamiento ventosas

D (mm)	Material	Ventosa (")
900	PVC	2 x 4
710	PVC	4
630	PVC	4
315	PVC	3
250	PVC	2
200	PVC	2
160	PVC	2
140-125-110	PVC	2
< 110	PEAD	1

Todas las ventosas serán PN 16 atm.

En las conducciones de mayor diámetro, dada su importancia en las instalaciones de riego, se diseñan dobles ventosas en candelabro para mayor garantía de funcionamiento.

En los planos correspondientes se definen las ventosas, y se recoge su ubicación sobre las tuberías.

En la siguiente tabla se muestran todas las ventosas diseñadas para la red primaria (347 unidades).

Tabla 26. Resumen ventosas instaladas

D mm	Material	Presión (atm)	D Int (mm)	Q (l/s)	V (m/s)	CAE (m ³ /h)	Ventosa (")
900	PVC	5,5	855,4	800	1,54	2.520	1 x 4
710	PVC	5,7	674,8	500	1,40	1.800	1 x 4
630	PVC	8,9	598,8	400	1,42	1.440	1 x 4
315	PVC	5,2	290,8	100	1,51	360	1 x 2
250	PVC	5	237,6	48	1,08	172,8	1 x 2
200	PVC	6	190,1	58	2,04	208,8	1 x 2
160	PVC	8,5	152,1	39	2,15	140,4	1 x 2
140	PVC	7,4	132,3	29	2,11	104,4	1 x 2
125	PVC	6,6	117,8	18	1,65	64,8	1 x 2
110	PVC	8,8	103,6	15	1,78	54	1 x 2

8.4.5 Desagües de la red

Se instalan en todos los puntos bajos de tuberías de riego para facilitar el vaciado de tuberías. Constarán básicamente de una válvula de compuerta del diámetro definido por el elemento, así como las piezas de calderería y piezas especiales para conexión de las válvulas y canalización de salida a desagüe natural. Dichos desagües se alojarán en el interior de una arqueta prefabricada de hormigón.

En función del diámetro principal de transporte y la velocidad en el desagüe no excederá de 3 m/s, se colocarán en número suficiente para desaguar toda la red de distribución en el menor periodo de tiempo siempre que la velocidad no exceda de 3 m/s. Los desagües permitirán que en su momento de máximo desagüe no se sobrepase el umbral de 0'35 bares de depresión interior en las ventosas instaladas.

En las tuberías primarias de $D \leq 200$ mm se instalará una válvula de compuerta de 80 mm de diámetro y se conducirá el agua al arroyo más cercano con tubería de PEAD de 90 mm de diámetro y PN 10 atm. En las tuberías de $200 \text{ mm} < D \leq 630$ mm se instalará una válvula de compuerta de 125 mm diámetro y se conducirá el agua al arroyo más cercano con tubería de PEAD de 140 mm de diámetro y PN 10 atm. Para las tuberías de 710 y 900 mm los desagües serán de 150 mm de diámetro. Todos los desagües serán PN 16 atm.

En el plano «Desagües» se definen y en el Planos «Redes red de riego» se recoge su ubicación sobre las tuberías. En el apéndice correspondiente se recoge expresamente su ubicación y dimensiones.

8.4.6 Válvulas de corte

Con el objeto de poder realizar manipulaciones en la tubería de distribución a la red primarias y sus ramales por motivos de mantenimiento, reparaciones u otras labores de regulación se instalarán válvulas de corte distribuidas en puntos intermedios de la tubería principal y en cabecera de los ramales.

Para válvulas de diámetro igual o superior a 250 mm se opta por válvulas de mariposa con desmultiplicador. Para los diámetros menores de 250 mm se diseñan válvulas de compuerta como elementos de corte. Todas estarán protegidas por arquetas de diferentes tipos según los diámetros. Todas las válvulas de corte serán PN 16 atm.

En el plano «Válvulas de corte» se definen y en el Planos «Redes de riego» se recoge su ubicación sobre las tuberías. En el apéndice correspondiente se recoge expresamente su ubicación y dimensiones.

8.5 TELECONTROL Y AUTOMATIZACIÓN.

Las nuevas instalaciones de riego estarán dotadas de las infraestructuras de comunicaciones y control necesarias para que pueda realizarse un óptimo funcionamiento de los elementos hidráulicos situados en dicha red de riego.

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

1. CECO: Centro de Control ubicado en oficinas de la SAT El Grupo, en Antas y de la SAT Climasol, en Vera.
2. BALSAS DE ALMACENAMIENTO: Instrumentación en balsas para control de las mismas, incluyendo armario de control.
3. REMOTAS EN HIDRANTES: En cada hidrante o agrupación de hidrantes se instalará una remota.

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

En el presente proyecto, se contemplan dos redes. La primera de ellas se dominará desde las oficinas de la SAT El Grupo, en Antas, y la otra zona desde las oficinas de la SAT Climasol, en Vera.

Para cada hidrante de la red, será necesario gestionar el control de las tomas de cada parcela, con sus contadores asociados. Por tanto, será necesario equipos con más de una salida de electroválvula, con sus correspondientes entradas de contador. Además, los equipos deberán permitir la instalación si fuera necesario de sensores de detección de intrusión, y sensores de presión.

Para cubrir el amplio abanico de tomas requeridas, agruparemos los terminales de control de hidrante en los siguientes grupos:

- Equipos que den soporte a 2 tomas
- Equipos que den soporte a 4 tomas
- Equipos que den soporte a 8 tomas
- Equipos que den soporte a 10 tomas

En todos los equipos para su dimensionamiento se dejará una entrada libre para posibles ampliaciones futuras.

La unidad remota actúa como un programador inteligente de riego, permitiendo la apertura y el cierre de las electroválvulas que tenga conectadas, contando el número de litros suministrados, a partir de los pulsos detectados de los contadores asociados a cada una de las electroválvulas. La característica principal del equipo es su autonomía en cuanto al riego, ya que no depende de otros elementos del sistema para realizar las aperturas y cierres de electroválvulas, o para la cuenta de pulsos de contador. El equipo interactúa directamente con la plataforma de telegestión en cloud mediante comunicaciones celulares multitecnología (GPRS, LTE CAT-M y NBloT); además dispone de dos interfaces adicionales para la comunicación local con el mismo: NFC y USB.

8.5.1 Unidades remotas

Características HW

Tabla 27. Características HW

Práctica de equipos	Arquitectura modular que permite adaptar el equipamiento a las necesidades de cada instalación. Configuración ampliable
Programación de turnos	<ul style="list-style-type: none"> • Controlador autónomo con comunicación radio. • Flexibilidad total en la programación de turnos de riego. • Mantenimiento de turnos en ausencia de comunicaciones. • Dispone de reloj en tiempo real y protección mediante watch-dog.

Comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • M2M mediante redes móviles 2G/3G/4G/NB-IOT • Telecarga OTA 										
Envolvente	<ul style="list-style-type: none"> • Electrónica y batería en compartimentos separados. Envolvente con espacio suficiente para sustituir la batería por una recargable y un regulador de carga para fotovoltaica. 										
Opciones para alimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Baterías fijas o recargables de larga duración con lectura remota de estado de carga. • Admite baterías de litio, Li-Ion, alcalinas, etc. Amplio rango de tensiones. • Opción para conexión a panel solar con batería y cargador integrado. • Opción de alimentación externa de 12V. • Compartimento de baterías independiente y estanco. 										
Salidas para electroválvulas	Control desde 1 hasta 32 electroválvulas de cualquier tipo.										
Entradas de contadores	Entradas con filtrado digital hasta para 32 contadores. Máxima fiabilidad en la lectura y registro de consumos. Entradas y salidas protegidas con descargas estáticas de hasta 3kV.										
Entradas digitales	Hasta 2 entradas digitales de propósito general.										
Salidas de relé	Relés para control de bombas, máquinas, etc. 250Vac/2A										
Sensores analógicos	Hasta 2 entradas para sensores analógicos externos tipo 0-20mA / 4-20mA. Con resolución de 12 bits. Sensor interno de nivel de batería con varios niveles de alarma configurables en función de la tensión.										
Sensores digitales	Lectura de sensores mediante interfaz digital SDI-12.										
Modbus	Interfaz Modbus para lectura de contadores digitales y control de dispositivos.										
Configuración local	Antena NFC para configuración local desde terminales móviles mediante App y mediante USB.										
Paso de cables	Entradas y Salidas mediante conectores estancos estándar M12 con tapón.										
Grado de protección	IP67, IK08 Placas electrónicas barnizadas y en compartimentos independientes.										
Tipo de instalación	Instalable en interior y en exterior.										
Dimensiones	Dimensiones: 145 x 170 x n*34 mm.										
Rango de temperatura	De -20° hasta 65° con humedad relativa 95%										
Fijación	Mural.										
Instalación	Instalación y mantenimiento sencillos.										
Normalización	Diseñado conforme a los criterios del Comité Técnico de Normalización CTN 318 del Centro Nacional de Tecnología de Regadíos										
Certificados	<table> <tr> <td>RoHS</td> <td>CE</td> </tr> <tr> <td>ISO9001</td> <td>ISO14001</td> </tr> <tr> <td>ISO45001</td> <td>ISO50001</td> </tr> <tr> <td>WEEE</td> <td>ISO/IEC20000-1</td> </tr> <tr> <td>ISO/IEC27001</td> <td>ENS</td> </tr> </table>	RoHS	CE	ISO9001	ISO14001	ISO45001	ISO50001	WEEE	ISO/IEC20000-1	ISO/IEC27001	ENS
RoHS	CE										
ISO9001	ISO14001										
ISO45001	ISO50001										
WEEE	ISO/IEC20000-1										
ISO/IEC27001	ENS										
Sistema de gestión	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de agrupaciones geográficas. • Gestión de emplazamientos: cabezales, estaciones de bombeo, hidrantes, etc. • Representación sobre mapa georreferenciado: emplazamientos, hidrantes, parcelarios, tuberías, etc. • Supervisión y control remoto de bombas, hidrantes, válvulas y compuertas. • Programación de turnos de riego de manera inmediata o diferida. Posibilidad de inhibición de turnos temporal o indefinida. • Configuración de reglas en hidrantes o a nivel de sistema. • Históricos de medidas (consumo, caudal, presión, cobertura, etc.). • Gestión de alarmas. Detección rápida de averías o roturas en la red. 										

	Notificación por e-mail, SMS, llamada de voz o método Web. <ul style="list-style-type: none"> • Gestión de regantes y parcelas. • Informes de estado de los elementos y de los riegos realizados. • Herramienta de facturación de consumos y gastos fijos. Generación de fichero bancario (formato SEPA). • Importación/exportación de información en formato Excel. • Gestión de usuarios: identificación de acceso, perfiles de operación, autorización sobre zonas o hidrantes concretos. • Integración de equipos Modbus. Paneles de configuración y supervisión personalizados, tipo SCADA. • Servicios web REST para integración con plataformas de terceros.
--	--

Características funcionales

Gestión de las comunicaciones

El equipo dispone de 3 canales de comunicaciones: módem celular multitecnología, NFC y USB. El primero de ellos está pensado para poder telegestionar el equipo, los otros dos para interacción local con el mismo, ya sea cableada (USB) o bien vía radio de proximidad (NFC).

La unidad remota equipa un módem que le permite registrarse en redes móviles celulares multitecnología: GPRS, LTE CAT-M y NBloT e incorpora mecanismos para conmutar entre ellas eligiendo en cada momento la red con mejor cobertura.

El APN (Access Point Name) es completamente configurable, pero por motivos de seguridad se recomienda el uso de APN privado en las SIMs, de manera que el contexto de datos trabaje en una red privada virtual (VPN) que no tenga "presencia" en Internet (no sea accesible desde Internet).

El protocolo de conexión entre equipo y sistema de control (TCP o UDP) puede elegirse en función de las necesidades de localización del centro de control y las SIMs equipadas en las unidades remotas, pueden tener o no direcciones IP fijas dentro de la red privada asignada.

La unidad remota ofrece gran flexibilidad en su configuración de comunicaciones, para ello ofrece 3 modos de trabajo:

- Modo de tiempo real: módem siempre disponible para recibir peticiones del centro de gestión en cualquier instante y con tiempos configurables.
- Modo de bajo consumo: módem disponible a intervalos periódicos para recibir peticiones del centro de gestión (periodicidad de las comunicaciones flexible y configurable).

- Modo de trabajo híbrido. Este es el modo que se recomienda para aquellas comunidades que necesiten disponibilidad elevada, pero siempre pensando en la eficiencia del consumo energético de las baterías.
 - Facilita restringir los días de la semana y el rango horario en el que el equipo estará
 - siempre disponible.
 - Fuera de ese rango horario (y/o días de la semana), el equipo estará disponible a intervalos marcados por el “tiempo base”.
 - Permite definir, además del tiempo de comunicación base, un tiempo de aceleración de comunicaciones que poder aplicar:
 - .- Cuando el equipo esté ejecutando un turno de riego.
 - .- Según una combinación de días de la semana y rango horario.
 - .- Permite forzar una comunicación con la plataforma al iniciar y/o terminar un turno de riego.
 - .- La mejora de la eficiencia del consumo se traducirá en:
 - o Alargamiento de la vida de las baterías (recargables o no).
 - o Facilidad de recarga de las baterías en condiciones de radiación solar desfavorables (semanas con muchos días nublados, durante los meses de invierno, etc.).

Independientemente de la configuración de la disponibilidad o del periodo de volcado de datos, las remotas iniciarán una conexión inmediata en caso necesario de envío de alarmas, eventos o por reglas autónomas configuradas en el propio equipo.

El equipo permite la actualización remota de su propio firmware y también del firmware del módem que equipa (DFOTA).

La unidad remota puede trabajar con SIMs con subscripción SWAP basado en el estándar GSMA V3.2. De este modo, se tiene la posibilidad de cambiar de operador de comunicaciones NB-IoT de un modo remoto, sin necesidad de acceder físicamente al equipo.

Con respecto a las comunicaciones locales, el equipo dispone de una interfaz USB y de otra NFC, para poder interactuar con las correspondientes consolas portátiles o aplicaciones móviles.

El sistema de riego integral, dispone de consolas para sistemas operativos de escritorio y aplicaciones para sistemas operativos de dispositivos móviles, que permiten la gestión local de los equipos y facilitan su instalación.

Gestión de turnos

La unidad remota es un programador de riego por frecuencia, horario y/o demanda, inteligente y autónomo. La programación de turnos se caracteriza por su flexibilidad, permitiendo solicitar turnos periódicos, turnos de ejecución única o turnos a demanda, en todos ellos con la posibilidad de indicar un volumen máximo.

- Permite programar hasta 8 turnos por electroválvula (EV) y día de la semana. Se admiten turnos periódicos o turnos de ejecución única. Es posible configurar turnos cuyo día inicial y final sean diferentes (pasen de la medianoche). Además de indicar la hora inicial del turno y su duración, también es posible indicar un volumen máximo del mismo.
- Reintentos de apertura y cierre de EVs configurables: Permite indicar el número de reintentos de apertura y cierre de EVs. Para la ejecución de estos reintentos, es posible especificar unos tiempos de verificación de apertura y cierre, previos a los correspondientes reintentos.
- Puede actuar sobre solenoides tipo latch (2 o 3 hilos), con tensión de actuación mínima desde 12Vdc por descarga de condensador. El TCH puede monitorizar la tensión propia de carga del condensador (ajustando así el rango de tensión), permitiéndole ajustarse a los requisitos del solenoide instalado.
- Cancelación de turnos selectiva. Una vez programados los turnos, es posible indicar al equipo que cancele uno o varios turnos, independientemente de si éstos se encuentran en ejecución.
- Inhibición de Turnos selectiva. Posibilidad de inhibir los turnos de forma indefinida o en un rango de fechas. Se permite indicar una máscara de inhibición por EVs.
- Apertura y cierre manual de EV. Independientemente de los turnos de riego, será posible indicar una apertura manual de una o varias EVs, un tiempo máximo de minutos y/o volumen; también será posible indicar un cierre inmediato. La apertura manual de la EV, será posible a pesar estar el elemento inhibido (tiene prioridad sobre su estado de inhibición).
- Asociación Electroválvulas-Contadores. Múltiples configuraciones de EV-CNT permitidas, con su correspondiente gestión de pulsos de contador:
 - Tantos contadores como electroválvulas: N EVs – N Cnts

- Sin contadores: N EVs – 0 Cnts
- Un solo contador: N EVs – 1 Cnt
- Una sola electroválvula: 1 EV – N Cnts
- EV Maestra. Posibilidad de indicar que una EV actúe como maestra y de configurar qué EVs actúan como aguas abajo de la maestra. Reparto de pulsos acorde a la configuración de maestra programada: se acumulará en el contador general de la maestra, y en el contador “virtual” de la EV aguas abajo abierta en cada caso.

Es posible definir tres modos de riego a la demanda:

- Volumen diario máximo.
- Volumen máximo para temporada.
- Crédito disponible.

Registro de consumo

Entre las funciones principales de la unidad remota, está la necesidad de registrar los pulsos de contador de los emisores conectados a sus entradas. Para ello, incorpora mecanismos de filtrado de ruido en sus entradas y equipa una memoria no volátil, para evitar la pérdida de los mismos en caso de fallo de alimentación. La monitorización de pulsos de contador, permite el cálculo del caudal y es la base para la gestión de las alarmas de riego (abierto sin caudal y cerrado con caudal, fuga, caudal excesivo).

- Caracterización del pulso de contador. Posibilidad de indicar los tiempos del pulso de contador, para así poder filtrar espurios por software, que no afecten a la cuenta de litros del equipo. Se permite configurar un tiempo pre-pulso, un tiempo de pulso y un tiempo post pulso.
- Caracterización de contadores. Posibilidad de caracterizar el tipo de contador, es decir la equivalencia litro – pulso.
- Registro de consumo de agua. Permite sincronizar, contar y acumular el número de litros asociados a cada contador.
- Monitorización del caudal instantáneo. Posibilidad de activar el mecanismo de cálculo del caudal instantáneo de los contadores. Se implementa un algoritmo de ventana deslizante completamente configurable, que permite el cálculo de caudales instantáneos o caudales medios.

Alarmas de riego

Gracias a la monitorización de los pulsos de los contadores, la unidad remota puede reportar de manera espontánea determinadas alarmas asociadas a la gestión del riego. Dichas alarmas podrán desactivarse de manera independiente por cada EV, en caso necesario. Se contemplan:

- Alarma de “Abierto sin caudal”. Esta alarma indicará que se ha efectuado una apertura de EV, pero tras un tiempo de verificación de apertura configurable, no se ha detectado pulso alguno de contador. Ante esta situación, es posible indicar que el equipo comunique de inmediato el evento, pero también es posible configurar un número de reintentos de apertura de EV, previos a la generación y notificación de la alarma.
- Alarma de “Cerrado con caudal”. Esta alarma indicará que, a pesar de haber efectuado un cierre de EV, tras un tiempo de guarda configurable y otro tiempo de verificación de cierre configurable, siguen detectándose pulsos de contador. Ante esta situación, es posible indicar que el equipo comunique de inmediato el evento, pero también es posible configurar un número de reintentos de cierre de EV, previos a la generación y notificación de la alarma.
- Alarma de “Fuga”. Esta alarma está en cierta manera “ligada a la anterior”, puesto que también indica una situación particular de “Cerrado con caudal”. En una situación de estado de EV cerrada, es posible indicar al equipo que monitorice los pulsos que han llegado en una ventana de tiempo configurable y si dicho número supera un valor, también configurable, se notifique la anomalía de inmediato.
- Alarma de “Caudal excesivo”. Es posible activar en el equipo el cálculo del caudal de un determinado contador, y si este supera un determinado valor, reportar de inmediato el evento de exceso de caudal. Como veremos en un punto más adelante, es posible ligar este evento a una actuación de cierre de EV o inhibición de sus turnos, configurando una regla local en el equipo.
- Alarma de “Umbral mínimo”. Para la detección de fallos de apertura, es posible configurar el equipo para el envío de una alarma transcurrido un tiempo tras la apertura de una válvula, en caso de que el caudal no supere un umbral mínimo configurable. Tanto el umbral como el tiempo son configurables.
- Reporte instantáneo de alarmas con control de flujo. Cualquier alarma se reporta instantáneamente (no es necesario esperar al periodo de comunicación establecido), pero es posible configurar el número de alarmas a reportar en un periodo de tiempo, para así poder limitar el uso de datos y el consumo de batería.

Asociado al riego a la demanda, se puede configurar un evento referido a contador, para que en caso de agotarse el volumen disponible para un usuario se dispare dicho evento, pudiendo configurar un mensaje y/o una orden para el cierre de la válvula.

Informes de riego

Siempre asociado a los turnos de riego, el equipo registra en su memoria no volátil, una lista con información relativa al riego de cada turno/apertura manual. Esto permite al sistema de gestión, almacenar informes de riego de cada turno de EV con la siguiente información asociada:

- Índice del informe.
- Número de turno
- Fecha (día del mes y mes del año).
- Hora de comienzo (minuto del día).
- Duración en minutos.
- Contador inicial y contador final (en litros)

Monitorización de sensores

La unidad remota dispone de dos entradas analógicas para sensores tipo 4/20 mA, con control de alimentación independiente y con un ADC de resolución de 12 bits. El equipo realizará una medición de las entradas analógicas cada 'x' segundos, configurables, y con valores independientes para cada entrada analógica. Si el tiempo entre mediciones analógicas se configura a cero, se desactivará la lectura periódica de dicha entrada analógica. Para la lectura de entradas analógicas, el equipo activará la alimentación de sondas durante un tiempo mínimo, también configurable ("Tiempo de estabilidad"), suministrando una tensión de hasta 18 Vdc.

Para cada una de las dos entradas analógicas, es posible indicar una pendiente y un offset, para convertir los 4-20mA entregados por el sensor en otra escala; por ejemplo 0-10 ba, si pudiéramos un sensor de presión. Además, es posible indicar los umbrales superior e inferior para la generación de las alarmas de entradas analógicas por parte del equipo. Relacionado con los umbrales de alarma, se configurará un porcentaje de histéresis en la medición.

Con el porcentaje de histéresis correctamente definido, podemos evitar las activaciones y reposiciones de alarmas, cuando la medición oscile entre unos valores próximos a los umbrales.

La notificación de las activaciones y ceses de las posibles alarmas de sensores analógicos puede configurarse de manera que se reporten de forma instantánea, pero también podrá desactivarse para que no se reporten en ningún caso y siempre independientemente para cada una de las

entradas analógicas.

Podemos usar las entradas analógicas para detectar alarmas de presión, temperatura y humedad, pero también como elementos condicionantes en las reglas locales autónomas del equipo como veremos más adelante. Por ejemplo, podemos inhibir los turnos durante un tiempo configurable si la humedad supera un valor o podemos cerrar las electroválvulas si la presión excede un valor.

Alarmas de propósito general

Independientemente de las entradas digitales de contador, la unidad remota dispone de dos entradas digitales de propósito general, que posibilitan al equipo el reporte de alarmas en base a estados digitales de sus entradas. El equipo incorpora mecanismos de filtrado software de los estados digitales para evitar espurios. Podemos usar las entradas digitales para reportar alarmas de seguridad como "Puerta abierta", pero también como elementos condicionantes en las reglas locales autónomas, como veremos más adelante.

Monitorización de batería

La unidad remota tiene la capacidad de medir su propia tensión de alimentación. El equipo realiza mediciones periódicas y también cuando el módem está transmitiendo (momento de más exigencia de la batería). Es posible configurar dos niveles de alarma para reportar los eventos de batería baja y batería crítica. Cuando se activa la situación de batería crítica, se dispara el protocolo de emergencia de alimentación, que consiste en cerrar todas las EVs, no permitir la ejecución de nuevos turnos, almacenar los posibles parciales de los contadores a memoria no volátil, inhibir las mediciones de sensores y la ejecución de reglas.

Cuando la alimentación llega a unos niveles mínimos prefijados, los datos precisos se copian a la memoria no volátil para salvar los valores, incluso en caso de que la alimentación externa desaparezca bruscamente.

Motor de reglas

La unidad remota incorpora un versátil motor de reglas que le permite ejecutar automatismos locales de cierta complejidad. Es posible programar hasta 8 reglas. Una regla está compuesta por: una condición temporal, de cero a cuatro condiciones lógicas y de una a cuatro actuaciones. Cuando la condición temporal y las condiciones lógicas se cumplen, la unidad remota ejecutará las actuaciones configuradas para la regla.

La condición temporal está compuesta por:

- Fecha inicial y una fecha final. Es posible indicar que la condición sea válida para cualquier fecha.
- días de la semana para los que la regla es válida.
- meses del año para los que la regla es válida.
- Una hora inicial y una hora final. Es posible indicar que la condición sea válida para cualquier hora.

La condición lógica está compuesta por:

- Un índice de elemento condicionante.
- Un operador: mayor, menor o igual
- Un valor correspondiente al estado del elemento condicionante

La actuación está compuesta por:

- Un índice de elemento actuador.
- Un valor al que aplicar al elemento actuador
- Una duración de la actuación.

Los elementos condicionantes pueden ser: entradas digitales y analógicas, salidas de electroválvula, salidas digitales virtuales y caudales de sus entradas de contador.

Los elementos actuadores pueden ser: salidas de electroválvula, turnos de electroválvula, salidas digitales virtuales y forzado de envío de estado a sistema de gestión.

Las reglas siempre tienen la máxima prioridad (prevalecen sobre los turnos de electroválvula) La ejecución de la regla conlleva el establecer un valor y una duración para uno o varios elementos actuadores (la duración puede ser indefinida); el motor de reglas establece dichos valores, pero su función no es ejecutarlos; de la ejecución de los actuadores se encarga el motor de actuaciones. A las reglas, le siguen en prioridad los turnos y por último, cuando un elemento actuador no está en regla ni en turno, el motor de actuaciones forzará el estado de reposo (siempre que así esté configurado el correspondiente actuador).

Un ejemplo de uso del motor de reglas puede ser: Configurar una regla que inhiba los turnos de riego durante un tiempo configurable, si el sensor de humedad conectado al equipo, alcanza un

determinado valor.

Autonomía completa

La remota será un equipo completamente autónomo. Una vez programados sus turnos y reglas, no requiere de ningún agente externo para su correcto funcionamiento. Funciona de forma independiente en caso de indisponibilidad de comunicaciones y además almacena toda su configuración, los datos de contadores, turnos de riego, informes de riego, etc., en una memoria no volátil, de modo que cualquier problema con la alimentación del equipo no ocasiona la pérdida de sus datos.

Un parámetro de seguridad que cabe destacar como una característica más de la autonomía del equipo, es el "Tiempo de vida". Dicho parámetro permite la posibilidad de configurar un tiempo máximo sin recibir información de la entidad de nivel superior (concentradora, sistema de gestión), de manera que, superado dicho tiempo, el equipo pueda ejecutar un protocolo de actuación, como por ejemplo cerrar todas las EV e inhibir todos sus turnos programados.

Telecarga

El equipo permite realizar una telecarga remota de su firmware. Esto abre la puerta a incorporar nuevas funcionalidades software, actualizando el equipo sin necesidad de desplazarse hasta su localización física. La telecarga también es posible realizarla por la interfaz USB, mediante la correspondiente consola USB ejecutándose en un portátil.

8.5.2 Consumos y baterías utilizadas en las unidades remotas

Tabla 28. Características baterías unidades remotas

Descripción	Batería Utilizada	Capacidad Batería Wh	Consumo medio del equipo mW	Duración Batería en años
Unidad remota con 2 salidas	Batería de 2 celdas (pilas) de Litio no recargables tipo D (Li-SOCl ₂) de 3,6V	127	2,0	6
Unidad remota con 4 salidas	Batería de 2 celdas (pilas) de Litio no recargables tipo D (Li-SOCl ₂) de 3,6V	127	2,1	5,66
Unidad remota con 8 salidas	Batería de 2 celdas (pilas) de Litio no recargables tipo D (Li-SOCl ₂) de 3,6V	127	2,2	5,4

Unidad remota con 12 salidas	Batería de 4 celdas (pilas) de Litio no recargables tipo D (Li-SOCl ₂)	255	5,88	4,1
------------------------------	--	-----	------	-----

Condiciones de uso para el cálculo: (modo de bajo consumo)

- Dos comunicaciones diarias desde el equipo de riego hasta la plataforma de gestión mediante tecnología NB-IOT.
- Una apertura/cierre diario de las electroválvulas controladas.
- Lectura permanente del contador asociado a cada electroválvula con registro instantáneo en el propio equipo y volcado periódico a la plataforma durante la comunicación.
- Disponibilidad permanente de comunicación local por NFC.
- Se ha considerado un factor de eficiencia de 0,85 para las pilas de Litio.

8.5.3 Módem de comunicaciones

El módem admite LTE Cat M1/Cat NB2/EGPRS y GNSS integrado. Es 3GPP Rel-14 compatible y ofrece velocidades de datos máximas de 588 kbps de enlace descendente y 1119 kbps de enlace ascendente bajo LTE Cat M1. Cuenta con ultrabajo consumo de energía aprovechando la RAM/flash integrada, así como el procesador ARM Cortex A7 compatible con ThreadX, logrando hasta un 70% de reducción en las fugas de PSM y una reducción del 85% en el consumo de corriente de eDRX en comparación con su predecesor.

Cuenta con un conjunto completo de funciones de seguridad basadas en hardware y permite que aplicaciones confiables se ejecuten directamente en el Motor Cortex A7 TrustZone.

Con un factor de forma SMT rentable de 23,6 mm × 19,9 mm × 2,2 mm y un alto nivel de integración, permite a los integradores y desarrolladores diseñar fácilmente sus aplicaciones y aprovechar el bajo consumo de energía del módulo e intensidad mecánica. Su paquete LGA avanzado permite una fabricación totalmente automatizada para aplicaciones de gran volumen. un rico conjunto de protocolos de Internet, interfaces estándar de la industria y abundantes funciones extienden la aplicabilidad del módulo a una amplia gama de aplicaciones M2M como POS inalámbrico, medición inteligente, seguimiento y dispositivos portátiles

Las bandas de frecuencia utilizadas en España por las diferentes tecnologías de comunicaciones son:

Tabla 29. Bandas de frecuencia utilizadas en España

	700 MHz	800 MHz	900 MHz	1800 MHz	2100 MHz	2600 MHz	3500 MHz
	5G banda 28	4G banda 20	2G/3G banda 8	2G/4G banda 3	3G banda 1 y 39	4G banda 7 y 38	5G banda 78
Movistar	20 MHz	20 MHz	29,6 MHz	40 MHz	30 MHz FDD 5 MHz TDD	40 MHz nacional 20 MHz autonómico	100 MHz
Vodafone	20 MHz	20 MHz	20 MHz	40 MHz	30 MHz FDD 5 MHz TDD	40 MHz FDD 20 MHz TDD	90 MHz
Orange	20 MHz	20 MHz	20 MHz	40 MHz	30 MHz FDD 5 MHz TDD	40 MHz nacional 40 MHz autonómico	110 MHz
MásMóvil				29,6 MHz	30 MHz FDD 5 MHz TDD	20 MHz TDD (autonómicos)	80 MHz

Todas estas bandas de frecuencia están soportadas por el módem proyectado

8.5.4 Plataforma de gestión de riego

Características técnicas

La plataforma puede instalarse tanto en un servidor en la nube como en un servidor local, recomendado la instalación en la nube según las características descritas.

Puede correr en multitud de sistemas operativos (Windows, Ubuntu, Solaris, Linux, Mac OS X).

La aplicación se basa en una arquitectura de 3 capas: cliente, servidor y base de datos.

El desarrollo tanto de la parte cliente como de la parte servidor, está realizado con tecnología JavaEE, que permite independizar la lógica de la aplicación de la base de datos, lo que permite utilizar distintos motores de base de datos relacionales (Oracle, SQL Server, MySQL). Por defecto, se utiliza MySQL como motor de base de datos. La aplicación corre dentro del servidor de aplicaciones Glassfish.

Características funcionales

Principales funcionalidades que ofrece la plataforma:

- **Control de acceso.** Para utilizar la plataforma, el usuario debe iniciar una sesión mediante un nombre de usuario y contraseña que le proporciona el administrador del sistema.
- **Gestión de agrupaciones geográficas.** La plataforma permite crear agrupaciones geográficas estructuradas en 2 niveles: sectores y cabezales. Dentro del segundo nivel (cabezal), se ubican los elementos de la red hídrica y los equipos de supervisión.

- **Gestión de elementos de la red hídrica.** Una vez definida la estructura jerárquica de sectores y cabezales, dentro de ellos se pueden crear hidrantes y emplazamientos (cabezales de riego, estaciones de bombeo, pozos, balsas, etc.) para su control y supervisión.
- **Gestión de usuarios.** La plataforma ofrece herramientas para la gestión de usuarios y grupos de usuarios. Cada usuario o grupo de usuarios puede tener una visión distinta de los elementos y equipos que forman parte de la red hídrica. También es posible crear diferentes perfiles de usuario, detallando exactamente las operaciones de determinan el perfil. De esta forma, es posible definir perfiles de tipo administrador, supervisor, operador, consultor, etc.
- **Definición de comunidades.** Mediante el concepto de comunidad, el administrador del sistema puede crear ámbitos de gestión totalmente independientes dentro de la misma plataforma, impidiendo que los usuarios de una comunidad puedan ver elementos pertenecientes a otra comunidad. De esta forma, para cada comunidad existirá un conjunto de usuarios, un conjunto de hidrantes, un conjunto de parcelas, etc.
- **Supervisión de hidrantes.** Haciendo clic sobre el icono de un hidrante, se accede al panel de supervisión donde se puede ver, mediante un dibujo esquemático, el estado de las electroválvulas, entradas analógicas, entradas digitales, salidas digitales, batería, el valor de los contadores, la configuración de turnos de riego, el estado de las reglas y la inhibición de los turnos. Desde ese mismo panel, también se puede realizar una apertura manual de las electroválvulas o de las salidas digitales.
- **Gráficas de evolución de los contadores e históricos de medidas analógicas.** La aplicación permite visualizar gráficamente el riego efectuado cada día en cada uno de los contadores supervisados así como los valores registrados en las entradas analógicas del equipo.
- **Exportación de medidas.** Existe una utilidad para exportar a fichero Excel las medidas históricas que se almacenan en la plataforma
- **Mapa de la red hídrica.** La aplicación cuenta con un mapa georreferenciado, basado en Google Maps, donde se representan los hidrantes, indicando su estado (regando, con alarmas), las parcelas a regar y la estructura de la red hídrica.
- **Turnos de riego.** Se pueden definir hasta 8 turnos de riego por cada electroválvula y día de la semana. Los turnos pueden ser de ejecución única o periódica y se definen mediante un horario y, opcionalmente, un volumen máximo. La aplicación ofrece facilidades para la configuración y programación masiva de los turnos, además de opciones de carga masiva mediante importación desde ficheros Excel. También existe

la posibilidad de inhibir los turnos de manera indefinida, hasta que el usuario vuelva a activarlos, o solamente durante un periodo configurable.

- **Agrupación de electroválvulas.** Es posible definir grupos de electroválvulas a las que aplicar una misma configuración de turnos.
- **Programación masiva.** Esta herramienta permite programar, de forma directa o diferida, los horarios de riego configurados en los hidrantes, así como otras operaciones masivas como la activación o inhibición de turnos, la lectura y programación de la configuración de los equipos, etc.
- **Informes de riego.** La plataforma registra los informes de riego de los equipos, donde se indica la hora de inicio del turno, la duración del mismo, el volumen de agua vertido, el caudal medio y el caudal por unidad de superficie.
- **Informe de salud.** Este informe proporciona datos de estado de los hidrantes como son: fecha y hora del último sondeo, nivel de la batería, nivel de cobertura, estado de riego, estado de alarma, si está programado, si tiene los turnos inhibidos, etc.
- **Resumen de hidrantes.** Es un panel donde se muestra, de manera gráfica, el estado de las electroválvulas, entradas analógicas, entradas digitales y salidas digitales de todos los hidrantes de un cabezal.
- **Reglas de hidrantes.** En cada hidrante, se pueden configurar hasta 8 reglas que provoquen la actuación sobre las electroválvulas o salidas digitales del hidrante ante determinadas condiciones que pueden ser temporales (una franja horaria, un periodo, determinados meses, algunos días de la semana) o lógicas, en función del valor o el estado de las entradas analógicas, entradas digitales, salidas digitales o electroválvulas de este.
- **Reglas compartidas.** Esta utilidad permite definir una regla que se configure masivamente en un conjunto de hidrantes. Esto evita tener que hacerlo hidrante por hidrante.
- **Reglas de sistema.** Mediante las reglas de sistema, se puede configurar una regla cuya condición lógica de activación dependa de un elemento (electroválvula, entrada analógica, entrada digital, etc.) de un hidrante distinto a aquel sobre el que se pretende actuar. Esto permite, por ejemplo, el control de la bomba que extrae agua de un pozo para el llenado de una balsa que se encuentra a una distancia considerable.
- **Emplazamientos personalizados controlados mediante autómatas.** La plataforma permite definir distintos emplazamientos (cabezales, estaciones de rebombeo, pozos, balsas, compuertas, etc.) que se encuentren controlados mediante autómatas programables que implementen el protocolo MODBUS TCP. Se puede añadir una imagen de fondo personalizada para cada emplazamiento y crear una pantalla tipo

SCADA con etiquetas y leds que muestren el estado de las variables supervisadas a través de los automáatas y también se pueden incluir botones que permiten actuar sobre los elementos controlados (generalmente, bombas).

- **Gestión de regantes y parcelas.** El módulo de regantes y parcelas ofrece funciones para dar de alta regantes, con todos sus datos administrativos y sus parcelas, indicando su información catastral. Es posible cargar tanto regantes como parcelas a partir de ficheros Excel para que la carga de datos sea más rápida.
- **Facturación.** La aplicación cuenta con un módulo para generar las facturas derivadas del consumo de agua efectuado por cada contador. Se generan ficheros en formato bancario SEPA, que es el estándar, actualmente, para la generación de recibos en la Unión Europea.
- **Gestión de alarmas.** La plataforma registra las alarmas que generan los equipo y permite llevar un control de ellas, mediante un mecanismo de atención, que informa a los usuarios de las nuevas alarmas que se producen en el sistema.
- **Histórico de alarmas.** Se pueden consultar alarmas cesadas según diversos criterios de filtrado configurables por el usuario (rango de fechas, tipo de alarma, etc.).

8.5.5 Aplicación móvil-gestión riego

La aplicación del Sistema de Control y Gestión de Riego Localizado, en su versión para smartphone (Gestión Riego), proporciona una interfaz cómoda e intuitiva para la interacción por parte del usuario con las funcionalidades más usadas de la plataforma.

El acceso se realiza mediante identificador de usuario y clave, proporcionando visión de todos los equipos y funcionalidades para los equipos que el usuario tiene permisos.

Funcionalidades principales

- Listado con todos los hidrantes organizados por sector y cabezal.
- Supervisión del estado del hidrante (nivel de batería, listado de órdenes, último sondeo, etc.).
- Visualización del estado e información relevante de electroválvulas, contadores, entradas analógicas, salidas digitales, salidas virtuales, alarmas, reglas y estado de inhibición.
- Consulta y programación los turnos en las electroválvulas y las salidas digitales.
- Posibilidad de inhibir los turnos durante un período o de manera indefinida y activarlos posteriormente.

- Abrir/cerrar manualmente las electroválvulas.
- Activar/desactivar manualmente las salidas digitales.
- Representación gráfica del consumo de agua medido por cada contador y detalle del consumo dentro del día (gráfico lineal).
- Representación gráfica del valor máximo y mínimo de las entradas analógicas así como la evolución dentro del día (gráfico lineal).
- Visualización de hidrantes.
- Informe de salud de los hidrantes con información de última comunicación, estado de alarma, estado de programación, estado de turnos (activos o inhibidos) y estado de riego.

Disponibilidad

Aplicación disponible en los sistemas operativos iOS y Android.

8.5.6 Aplicación móvil-control equipo local NFC

La aplicación de Control del equipo por NFC proporciona una interfaz cómoda e intuitiva para la interacción por parte del usuario con las funcionalidades más usadas del equipo.

Funcionalidades principales

- Visualización del estado e información relevante de electroválvulas, contadores, entradas analógicas, entradas digitales, salidas digitales y estado de inhibición.
- Consulta y programación de turnos de riego en las electroválvulas.
- Apertura/cierre manual de las electroválvulas.
- Consulta y modificación del valor de los contadores.
- Activar/desactivar las salidas digitales
- Consulta y modificación del estado de inhibición de los turnos. Permite inhibirlos durante un periodo o de manera indefinida.
- Comprobación del nivel de cobertura. Indica la potencia (RSSI) que se recibe de un equipo determinado.
- Alta del equipo en la Plataforma de Gestión en la nube.
- Consulta y modificación de los parámetros de comunicaciones
- Consulta y modificación del valor de la relación de los contadores (litros/pulso)

- Posibilidad de forzar la comunicación del equipo con la plataforma.

Disponibilidad

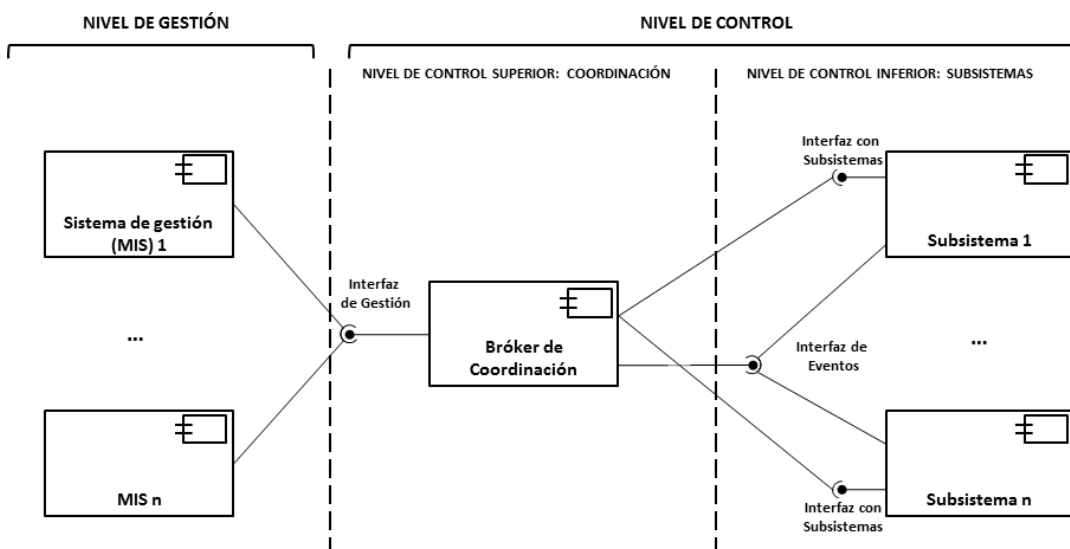
Aplicación disponible en los sistemas operativos iOS y Android.

8.5.7 Interoperabilidad

Los equipos y sistemas garantizan la interoperabilidad de su solución mediante la implementación de la norma UNE 318002-3 Anexo B en sus interfaces de acceso. Para ello, dispone de tres interfaces de comunicación (Interfaz de Gestión, Interfaz de Eventos e Interfaz con Subsistemas) y construidos con la arquitectura definida.

- El nivel de gestión, con sus métodos disponibles.
- El nivel de control superior: bróker de coordinación que actúa como enlace entre la aplicación de gestión y los subsistemas de control.
- El nivel de control inferior: subsistemas de riego

Tanto la aplicación de control como la aplicación de gestión está implementada para cumplir la norma de interoperabilidad UNE 318002-3 «Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3: Interoperabilidad».



Esquema 1. Esquema interoperabilidad

8.5.8 Esquema de la solución

La solución propuesta basada en la tecnología NB-IOT ofrece la posibilidad de una solución descentralizada en donde no existen equipos concentradores y cada equipo de hidrante puede funcionar de forma independiente. La instalación es sencilla y la puede realizar la propia comunidad. No hay que configurar nada. Se trata de equipos plug & play que tan sólo necesitan conectarse a la electroválvula y al contador.

Todos los elementos de la solución son independientes y no requieren de ninguna arquitectura de red

1. Equipo de hidrante:
2. Plataforma de gestión en la nube
- 3.- App móvil.



Esquema 2. Esquema sistema completo

8.5.9 Comunicaciones y seguridad

La solución proyectada incluye todos los costes la licencia de plataforma + alojamiento +

comunicaciones durante 10 años. Este coste incluye los siguientes conceptos:

- Comunicaciones entre los equipos de control de los cuadros de mando y la plataforma de gestión mediante SIMs con APN privado e IP fija a través de una red MPLS de manera totalmente segura, ya que el tráfico nunca sale a Internet y las SIMs tampoco tienen presencia en Internet. Esto garantiza la seguridad de los datos.
- Comunicaciones entre los Nodos de cada luminaria y la plataforma de gestión mediante SIMs con APN privado e IP fija a través de una red MPLS de manera totalmente segura, ya que el tráfico nunca sale a Internet y las SIMs tampoco tienen presencia en Internet. Esto garantiza la seguridad de los datos.
- Acceso a la plataforma de telegestión de cuadros basada en estándar J2EE de Java. La plataforma está alojada en un servidor en nube garantizando su continua disponibilidad. En concreto se aloja en uno de los centros de datos más seguros de Europa (centro de Alcalá de Henares)
- Mantenimiento de la licencia de aplicación, lo que da acceso a las nuevas funcionalidades y mejoras que se vayan incorporando en la aplicación
- Mantenimiento del firmware de los equipos, lo que da acceso a las nuevas funcionalidades y mejoras que se vayan incorporando en los equipos.
- Backups periódicos de las bases datos para poder restablecer el sistema al último estado en caso de fallo.

8.6 GESTION TIERRAS DE LAS EXCAVACIONES.

Tal como se recoge en los estudios de terrenos realizado en base a múltiples calicatas y al tipo de suelo que se da en la zona regable por estar situado en la zona del Bajo Almanzora, se trata de tierras con poco valor agronómico. Al mismo tiempo se comprueba que las tierras tienen un alto contenido en áridos, de ahí la existencia de canteras en zonas más próximas.

Ante esta situación se plantea la siguiente gestión de las tierras procedentes de la excavación.

1. Aprovechar los sobrantes de las excavaciones para la obtención de áridos que se emplearán posteriormente para la construcción de la cama de apoyo de las tuberías.
2. Las tierras sobrantes en las zanjas se transportarán a las canteras existentes para el cribado de las mismas y posterior reutilización.
3. Las tierras sobrantes de las zanjas se podrán extender por las mismas parcelas agrícolas, pues son tierras de alto valor agronómico. En cualquier caso, se ha valorado

en el presupuesto el poder transportar el sobrante de excavación a otras ubicaciones por si no se pudieran extender en el mismo sitio de la excavación, como pueden ser las zonas próximas a caminos (en estos casos puede ser hasta dentro de la misma finca).

8.7 RETIRADA DE INFRAESTRUCTURAS DE RIEGO ANTIGUAS COINCIDENTES CON LA TRAZA

Las tuberías discurrirán en muchos trazados de forma paralela a las tuberías existentes y a los canales-acequias por sus zonas de servidumbre, por lo que no se tendrán que demoler las instalaciones existentes de forma general.

Solamente se realizarán demoliciones puntuales en zonas que haya cruzamientos o alguna obra singular que lo haga necesario. Estas acequias se reconstruirán mientras la obra no termine en todas sus fases, siempre que en la actualidad estén prestando servicio. Estos residuos de hormigón-acero procedentes de la demolición serán tratados conforme al plan de gestión de residuos previsto, pues no supondrán un volumen que requiera ningún tratamiento especial.

Todas estas afecciones se detallan en el Anejo N° 15 «Servicios afectados, reposiciones, permisos y licencias».

8.8 ESTUDIO ESPECÍFICO DE ACCIONES SÍSMICAS

Las acciones sísmicas no tienen afección a ninguna de las actuaciones proyectadas.

9 AHORRO POTENCIAL DE AGUA

Con la ejecución de una nueva red de riego se disminuyen las pérdidas por transporte, a la vez que se adecúa a un sistema de riego a la demanda que se adapta mucho mejor a las necesidades hídricas del cultivo, lo que contribuye a mejorar aún más el ahorro de agua. No obstante, al no disponer de datos suficientes, no se cuantifica el ahorro potencial de agua.

10 DISMINUCIÓN DE FUENTES DE AGUA CONVENCIONALES Y SUSTITUCIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

Una vez que hemos conseguido optimizar la eficiencia del agua disponible y el control centralizado sobre la misma, las instalaciones se encuentran preparadas para poder utilizar en un futuro aguas no convencionales, que sustituirán en parte a las convencionales procedentes de las masas de agua subterráneas, las cuales se encuentran actualmente en malas condiciones cuantitativas y químicas.

El proyecto de modernización de la red de riego, al aumentar la capacidad de almacenamiento de agua, pretende posibilitar el almacenamiento de un volumen de agua desalada o regenerada, de la cual se tiene previsto disponer en un futuro próximo, con la cual se permita atender a la demanda de distribución, repercutiendo directamente en la mejora de la evolución de los acuíferos. Hay una relación directa entre el incremento de consumo de agua desalada o regenerada, y el ahorro equivalente a la extracción del acuífero.

10.1 ACCESOS A LAS OBRAS, DESVIOS DE TRÁFICO Y ZONA DE ACOPIOS.

Antes de iniciar la obra se preverán los accesos, así como los itinerarios y recorridos preestablecidos para los diferentes usuarios de los mismos. Se marcará en planos y croquis suficientemente claros y comprensibles que serán distribuidos por lugares estratégicos de la obra.

No se producirá ningún corte en los accesos existentes como consecuencia del normal funcionamiento de la obra. Tampoco será necesario realizar ninguna ampliación del ancho de los mismos para el tránsito de maquinaria, ni ninguna señalización para segregar el paso de vehículos y el paso de peatones.

Al tratarse de una obra con una gran extensión, según la zona de trabajo se accederá a la misma a través de la red de carreteras existente, así como de los caminos de servicio.

10.1.1 Accesos balsa SAT El Grupo de Antas.

Se accederá a la parcela donde se construirá la nueva balsa para la SAT El Grupo de Antas a través de un camino de servicio que sale de una carretera secundaria que proviene de la AL-600.

La parcela donde se construirá la nueva balsa se encuentra en la actualidad sin vallar, mientras que el acceso se realiza a través de un camino de la comunidad.



Fotografía 1. Camino de servicio acceso balsa SAT El Grupo de Antas

10.1.2 Accesos balsa SAT Climasol de Vera

Se accederá a la zona donde se llevarán a cabo las obras en la balsa de la SAT Climasol de Vera a través del camino de servicio de la C.R., que a su vez está conectado con la carretera convencional AL-821.



Fotografía 2. Camino de servicio acceso balsa SAT Climasol de Vera

10.2 MEDIDAS AMBIENTALES DE INTEGRACIÓN EN EL PRTR

Las medidas ambientales que se han implementado en el proyecto para conseguir su integración y sostenibilidad ambiental, se recogen en el *Anejo 21 Documentación ambiental*. De esas medidas, se describen a continuación las que se corresponden con la aplicación de las directrices elaboradas por el CSIC en el ámbito del PRTR.

10.2.1 Divulgación y formación en Buenas Prácticas Agrícolas

Como medida transversal a todas las demás que se diseñan en este documento ambiental, se desarrolla una medida de divulgación y formación en el Código de Buenas Prácticas Agrarias (CBPA), con el objetivo de transmitir una conciencia ecológica a los agricultores a través de la formación y la exposición de acciones demostrativas eficaces, para ayudar a alcanzar la sostenibilidad e integración ambiental de los regadíos.

En este sentido, se incorporan acciones concretas de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias, dirigidas a los miembros de la Comunidad de usuarios del agua beneficiaria de la obra, que se desarrollarán antes de hacerse entrega de la misma. Se trata de una medida

preventiva en la FASE DE CONSTRUCCIÓN del proyecto. Esta medida se ha desarrollado de acuerdo con lo establecido en las directrices elaboradas por el CEBAS-CSIC en el ámbito del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

En el programa de divulgación y formación en buenas prácticas agrarias (BPA) se han incluido cuatro cursos diferenciados, repartidos en dos bloques que son los siguientes:

- I. **Curso general**, con contenidos en: Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA.
- II. **Cursos específicos**, con contenidos en:
 - a. Gestión del riego mediante el conocimiento del balance de agua en el suelo.
 - b. Estaciones de control de retornos de riego con drenaje superficial. Elementos y sensores. Normativa vigente.
 - c. Implementación de medidas en buenas prácticas para la sostenibilidad ecológica de los paisajes agrarios.

Ambos bloques de cursos van dirigidos tanto a los técnicos de las Sociedades Agrarias de Transformación (SAT) como a los propios socios de las mismas. En concreto, se torna imprescindible la participación de los técnicos en todos los cursos ya que recaerá sobre ellos gran parte del seguimiento de las medidas a implantar con el proyecto, así como el mantenimiento de las instalaciones y la correcta interpretación de los datos y elaboración de las recomendaciones para los socios. La participación de los socios es también necesaria tanto por el aprovechamiento de la formación como por su capacidad de difusión y aplicación de los conocimientos adquiridos, siendo recomendable su participación en ambos bloques de cursos.

En el primer curso o Curso general tiene como objetivo exponer de una forma general contenidos comunes en el CBPA que relacionan la eficiencia en el uso de los recursos naturales y la correcta gestión de los inputs en la integración ambiental de la producción agrícola de los regadíos.

Los contenidos troncales del **Curso general** son los que se numeran a continuación.

➤ **Curso general: *Optimización de la eficiencia del regadío y su gestión ambiental en el marco del CBPA***

Los objetivos generales son introducir el contexto administrativo y de políticas que han dado lugar al Plan y los principios que soportan la orientación de las directrices.

Este curso presenta unos contenidos comunes que se consideran esenciales para aplicar BPA en zonas agrícolas de regadío y para conseguir los objetivos globales marcados por las directrices.

Se expondrá una introducción sobre el Plan de Recuperación, Transformación y

Resiliencia (PRTR) y la aplicación del principio *Do Not Significant Harm* o DNSH por sus siglas en inglés, en el marco de dicho Plan y así como una visión general de las directrices 1, 2, 3 y 4 desarrolladas por el Centro de Edafología y Biología Aplicada del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CEBAS-CSIC) en el ámbito del PRTR citado, en las que se abordan los cursos específicos para cada directriz, extrayendo de ellos los aspectos más relevantes y equilibrando los diferentes aspectos a tratar.

Serán impartidos aspectos formativos que son básicos, necesarios y relevantes a la hora de aplicar el CBPA en zonas agrícolas de regadío:

- i) Conservación y calidad de los suelos en zonas agrícolas de regadío.
- ii) Balance de agua en los suelos.
- iii) Agricultura de precisión y uso sostenible de plaguicidas.
- iv) Uso eficiente de fertilizantes nitrogenados.
- v) Eficiencia del uso de la energía en redes de riego presurizadas.
- vi) Principios básicos sobre el funcionamiento de los agroecosistemas.

En los cursos específicos el objetivo principal es desarrollar los temas del curso general profundizando aún más en los contenidos específicos de manera que completen la formación general recibida.

Los contenidos teórico-prácticos de los **Cursos específicos** son los que se enumeran a continuación:

➤ **CURSO ESPECÍFICO: Establecimiento de sistemas de monitorización por sensores de potencial matricial y contenido de humedad del suelo.**

Se pretende impartir un curso titulado “Sensores para la medida del potencial o contenido de agua en el suelo: Instalación, mantenimiento e interpretación de las lecturas” que engloba todas las especificaciones científico-técnicas recogidas en la directriz 1 para el establecimiento de sistemas de monitorización del contenido de humedad del suelo mediante sensores.

El curso contiene aspectos específicos sobre la adecuada instalación y el uso e interpretación de datos procedentes de los distintos dispositivos que sirven de apoyo para una gestión eficiente del agua en el perfil de suelo afectado por el riego (por goteo o por aspersión).

Los objetivos principales del curso de formación son:

1. Conocimiento de los sensores de medida de contenido de agua en el suelo (selección de los puntos más adecuados para situar dichos sensores y consideraciones para su instalación y mantenimiento) a fin de mejorar la eficiencia en el uso del agua y fertilizantes, sin que se produzcan mermas productivas o detrimento de la calidad de las cosechas obtenidas. Se contemplará la posibilidad de ofrecer una visión más detallada

del conjunto de sensores que se encuentren implementados en la comunidad de regantes en donde se imparta la formación.

2. Interpretación de los datos que proporcionan los sensores con el fin de programar con precisión tanto la dosis como el momento de aplicación óptimo de un riego, satisfaciendo así las necesidades hídricas del cultivo en cada época del año y fase de desarrollo

➤ **CURSO ESPECÍFICO: Establecimiento de sistemas colectivos de monitorización automática para el control y seguimiento de la calidad del agua de riego.**

Se pretende impartir cursos específicos de formación relativos al contenido de la directriz 2. Por un lado, se tratarán aspectos relacionados con el control de la calidad de las aguas de entrada en los sistemas de riego cuando se trate de aguas procedentes de fuentes alternativas y, por otro lado, información relativa al control de la calidad del agua de salida, es decir, de los retornos de riego (distinguiendo si estos drenan a cauces superficiales o subterráneos).

Los objetivos principales de estos cursos de formación son:

3. Conocer la normativa vigente, europea, nacional y de las comunidades autónomas en materia relacionada con la contaminación difusa de fuentes agrarias.
4. Sensibilizar al sector agrario sobre los problemas que las malas prácticas agrícolas en riego y fertilización tienen sobre el medio ambiente, y, en especial, sobre las masas de agua que reciben los retornos de riego.
5. Dotar al sector agrícola de regadío de los conocimientos básicos sobre cómo implementar una red de control de calidad de los retornos de riego, las infraestructuras que lo componen, los sensores y equipos más comunes, así como prácticas de mantenimiento de la red.
6. Ayudar a interpretar los datos que proporciona la red para establecer cambios en las prácticas culturales (riego y fertilización, especialmente).
7. Estrategias para reducir el impacto ambiental de la actividad agraria mediante prácticas de riego y fertilización adecuadas.

➤ **CURSO ESPECÍFICO: implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental de los paisajes agrarios en regadíos.**

Se propone un curso de formación específica sobre las medidas descritas en las directrices 3 y 4, titulado "Implementación de medidas y buenas prácticas para la sostenibilidad ambiental de los paisajes agrarios de regadíos", donde se aplican los conocimientos adquiridos en el apartado 7 del curso de contenidos comunes para resolver varios casos prácticos.

A la finalización de los cursos se expedirá un certificado de asistencia para todos los asistentes siempre que se cumpla el total de horas de asistencia a los mismos.

Para el caso de los técnicos de la comunidad, se emitirá un certificado de aprovechamiento

tras aprobar un test de evaluación final con los contenidos de los cursos.

10.2.2 Medida correctora para el control de la humedad del suelo

Por simplificación, al encontrarse el 92% de la superficie regable en zona vulnerable por nitratos se instalarán todas las sondas en esta zona, instalando 4 unidades a 3 profundidades en cultivos leñosos y a 2 profundidades en cultivos hortícolas.

Quedando la estimación presupuestaria:

Cultivos leñosos

Zona vulnerable: N° equipos: Sup goteo leñosos (ha) x 25% x 4 equipos/50 ha = $1.250,64 \times 0,25 \times 4/50 = 25$ ud

Cultivos hortícolas

Zona vulnerable: N° equipos: Sup goteo hortícolas (ha) x 25% x 4 equipos/50 ha = $833,76 \times 0,25 \times 4/50 = 16$ ud

10.2.3 Medidas de prevención contra el deterioro de la calidad de las masas de agua subterránea

La zona de estudio se encuentra sobre dos masas de agua subterránea catalogadas como zona vulnerable a la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias, por tanto, es necesario realizar una red de control de calidad para el seguimiento de las aguas subterráneas. Las aguas superficiales no se ven afectadas.

Dado que se trata de acuíferos detríticos con descarga hacia la red de drenaje superficial, que a su vez se encuentran comunicados entre sí, se deben considerar como sólo una unidad, a la hora de establecer los puntos de control para el seguimiento de la calidad de las aguas.

Tal y como indica la Directriz científico-técnica nº2 del CSIC, únicamente se diseñará la red de monitoreo de los retornos de riego de los acuíferos superficiales.

“El diseño de las redes de monitoreo de los retornos de riego se va a centrar en los acuíferos superficiales. Los acuíferos profundos son de muy costosa monitorización y el análisis causa-efecto de la contaminación es muy complejo por diversas razones. En primer lugar, porque están integrados en sistemas de flujos regionales que abarcan amplias áreas de recarga. Además, por su gran inercia, pueden llegar a acumular efectos de presiones pasadas ya inexistentes. Por todo ello, el control de los acuíferos profundos queda en manos de las Confederaciones

Hidrográficas.”

Según se especifica en la directriz nº 2, para llevar a cabo un control de calidad serán necesarios dos puntos para monitorear la calidad de las aguas subterráneas en la zona de actuación: uno situado aguas arriba de la zona a modernizar y otro, aguas abajo, preferentemente en la zona de confluencia de los retornos de riego (zonas de descarga o salida de flujo). Igualmente, indica que, se pueden utilizar pozos en explotación siempre y cuando se conozca detalladamente sus características constructivas, y su ubicación sea la adecuada para cubrir las necesidades requeridas.

Adicionalmente, como se está en una zona vulnerable a contaminación por nitratos, debe haber una mayor frecuencia en las medidas de datos y, a ser posible, mayor densidad de puntos de control.

Las comunidades de usuarios disponen de varios pozos tanto en explotación como sin uso, de los que se conoce el diámetro y profundidad. Se propone el uso de estos pozos tanto para el control piezométrico como de calidad de los flujos de retorno.

Como puntos de control, aguas abajo de la actuación se podrán seleccionar los más cercanos al cauce del río Antas, de forma que, siguiendo la dirección del flujo de agua, sea representativo de salida de retornos del sector a modernizar.

La recogida de muestras se llevará a cabo mediante bombas portátiles en caso que no se encuentren en uso.

Puntos de control piezométrico

Según se especifica en la directriz nº 2, para llevar a cabo un control de calidad serán necesarios dos puntos para monitorear la piezometría de las aguas subterráneas en la zona de actuación: uno situado aguas arriba de la zona a modernizar y otro, aguas abajo, preferentemente en la zona de confluencia de los retornos de riego (zonas de descarga o salida de flujo).

Los dos puntos de control piezométrico deben estar situados a más de 1 km de pozos actualmente en explotación, con un volumen superior a 7.000 m³/año.

Estos cuatro puntos de control piezométrico serán dotados de sensores de control de nivel freático en continuo, tipo data-logger.

Estudio hidrogeológico

A fin de comprobar la idoneidad de los puntos de control de calidad y piezometría anteriormente descritos, se realizará un estudio hidrogeológico. En dicho estudio se analizará su ubicación para la red de control de flujos de retorno de riego subterráneos y características constructivas, en función de las principales formaciones geológicas de captación, y su viabilidad técnica.

En caso que el estudio determine que los puntos considerados en los anteriores apartados no son adecuados para la red de control de los flujos de retorno, se propondrá en el mismo informe las ubicaciones alternativas necesarias, así como sus características constructivas.

Además del estudio hidrogeológico de la zona afectada, sería necesario la realización de un ensayo de bombeo para determinar los principales parámetros hidrodinámicos del acuífero.

En un principio se plantea un solo ensayo de bombeo. Si fuera necesario, se planteará la realización de ensayos posteriores en la fase de explotación.

A la hora de realizar el ensayo de bombeo habrá que tener en cuenta el diámetro de entubación. Valores altos de transmisividad requieren caudales de bombeo elevados y por tanto de bombas con una mayor capacidad y diámetro.

Programa de muestreo

Para el control de la calidad química de los retornos de riego en aguas subterráneas, se deben medir conductividad eléctrica, nitrato, nitrito, amonio, fósforo, plaguicidas y componentes mayoritarios.

La toma de muestras de aguas subterráneas lleva asociado también la medida in situ de la temperatura del agua, temperatura del aire, pH, Eh (potencial Redox), conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y nivel freático, como marcan los protocolos habituales del muestreo en aguas subterráneas.

Dado que el acuífero se encuentra localizado en una zona declarada como vulnerable a la contaminación por nitratos, se debe aplicar una frecuencia de medida elevada.

Tabla 30. Plan de muestreo de aguas subterráneas de la zona de estudio.

CE	NO₃	NO₂	NH₄	PO₄	Plaguicidas	Componentes mayoritarios
Mensual	Mensual	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Semestral	Semestral

10.2.4 Medidas compensatorias frente a las afecciones sobre la flora y la vegetación

Con el fin de naturalizar la nueva balsa de regulación de Antas y la balsa existente en Vera se proyectan medidas compensatorias para integrar ecológicamente las instalaciones nuevas y existentes en su entorno. Para ello, se implantarán estructuras vegetales próximas a las balsas en cada sector de riego.

Junto a los perímetros de las balsas se creará estructuras vegetales formando pantallas o bosquetes en superficie. Con ello, se favorecerá la presencia de polinizadores y enemigos naturales, aumentando la diversidad de invertebrados y constituyendo un refugio de fauna auxiliar para los cultivos. Además, representará una fuente de cobijo y alimento para multitud de especies animales que habitan la zona, especialmente la avifauna.

Se prevé la implantación de las siguientes estructuras vegetales:

- Estructuras vegetales en alineación. Habrá dos zonas de actuación:
 - Balsa Antas.
 - Balsa Vera.

Las dos balsas de regulación estarán valladas. Paralelo a este vallado se plantará una pantalla vegetal de naturalización.

- Estructuras vegetales areales. Habrá dos zonas de actuación:
 - Balsa Antas.
 - Balsa Vera.

Por un lado, se deberá llevar a cabo una revegetación de los taludes exteriores de la nueva balsa de la SAT El Grupo de Antas, así como de los taludes existentes en la balsa de la SAT Climasol de Vera, al encontrarse zonas desprotegidas. Además, se destinan áreas cercanas a las balsas que actualmente se encuentran más degradadas por no disponer de cubierta vegetal, mediante la implantación de matorrales autóctonos. En estas zonas se implantarán cuerpos de agua los cuales serán descritos en el punto siguiente de medidas para el control de los efectos sobre la fauna.

Para la implementación de las estructuras vegetales se seguirá el procedimiento siguiente:

1. **Replanteo previo.** La zona señalada en la imagen adjunta, para el establecimiento de las estructuras vegetales, constituye un punto de partida para su implantación. No obstante, deberá realizarse un replanteo previo en campo para la ubicación exacta de los diversos ejemplares. Durante la fase de ejecución pueden sucederse diversas

situaciones no consideradas a priori que enfatizan la necesidad del replanteo previo para poder adaptar el diseño a la realidad.

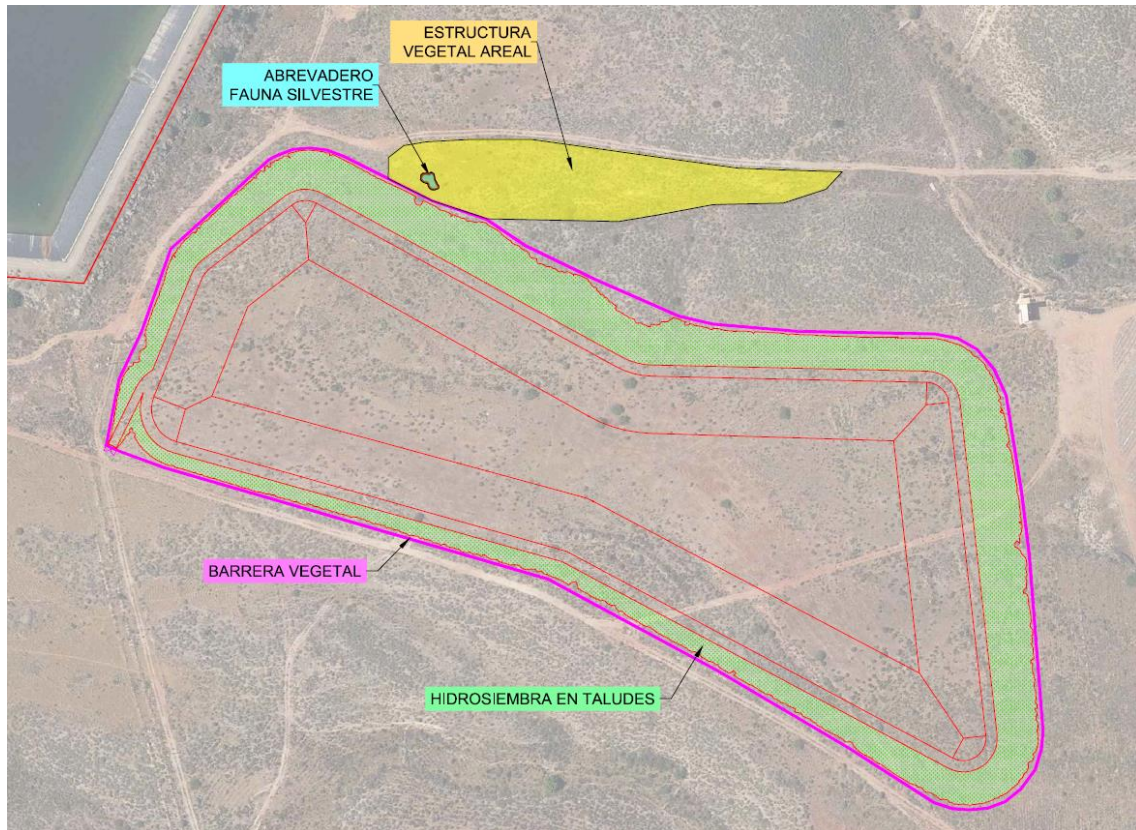


Figura 14. Replanteo medidas compensatorias frente a las afecciones a la flora y vegetación. Balsa Antas

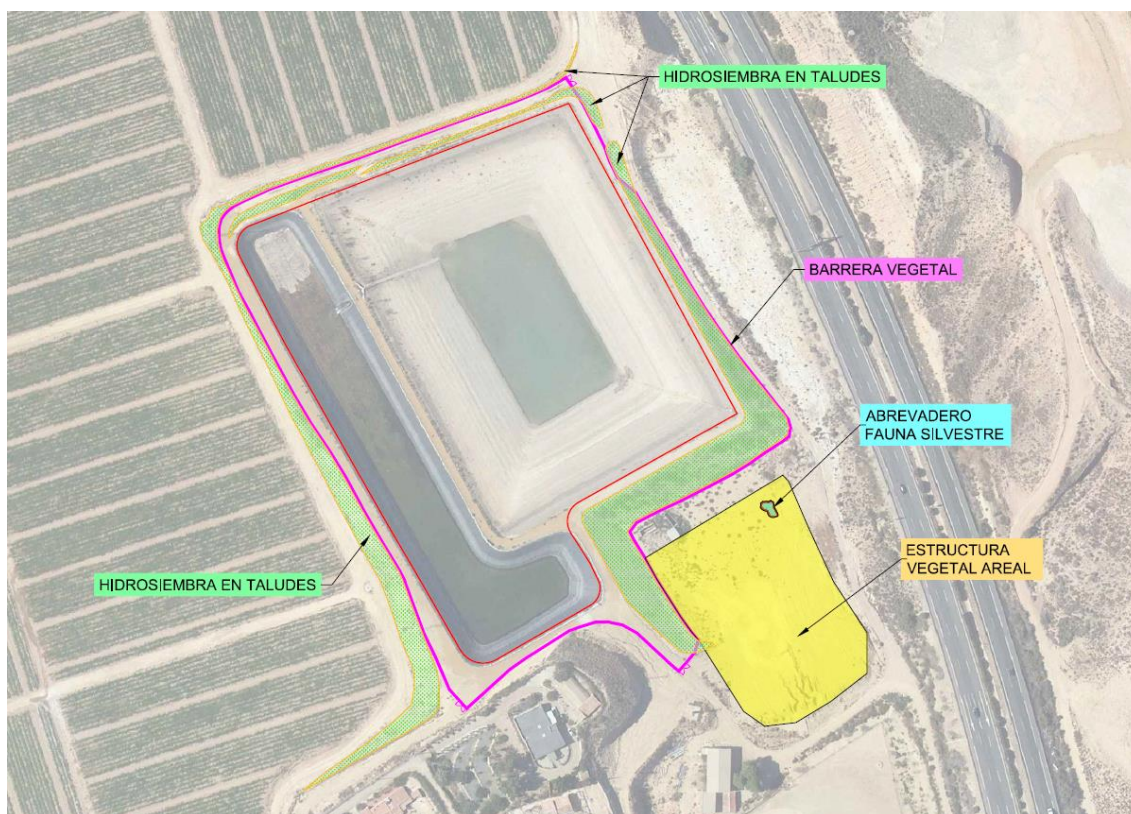


Figura 15. Replanteo medidas compensatorias frente a las afecciones a la flora y vegetación. Balsa Vera

2. **Calidad de planta y suministro.** Todos los proyectos de restauración o implementación de la arquitectura vegetal de un territorio dependen de muchos factores. En un escenario de normalidad en el que las especies son biogeográficas y ecológicamente adecuadas y las condiciones climáticas para la implantación son favorables, la calidad de planta es un factor determinante del éxito de la actuación.

Es importante que las plantas sean sanas, bien formadas, endurecidas, pero no envejecidas y equilibradas entre la parte aérea y la subterránea. Se intentará que suministren procedentes de cultivo o aclimatación en condiciones similares a las del destino que vayan a tener.

3. **Distancia de plantación.** La distancia de plantación entre arbustos sugerida es de 1,5-2 m. La dosis de siembra de herbáceas será, aproximadamente, de 30 g/m² (siembra en seco) o 40 g/m² (hidrosiembra) para desmontes y terraplenes de la balsa de regulación.
4. **Ejecución de la plantación.** Se procederá a la plantación de todos los arbustos mediante apertura de hoyos con unas dimensiones mínimas de 40x40x40, colocando el ejemplar en su interior centrado. Con objeto de salvaguardar a las plantas de la herbivoría, de facilitar su enraizamiento y de hacerlas fácilmente visibles, se protegerán individualmente con tubo protector microperforado de 40 cm que irá fijado mediante abrazaderas a un tutor de caña de bambú.

Si fuese necesario, se rellenarán los hoyos con una mezcla constituida por la tierra

extraída durante su apertura si es de buena calidad o por tierra vegetal enriquecida con enmiendas orgánicas. Para finalizar, se procederá a aportar un riego de implantación de 5-15 l de agua, en especies arbustivas, o hasta capacidad de campo que permita la consolidación de la planta y el suelo, mediante la eliminación de los poros de aire que quedaran en el mismo tras la plantación.

Dependiendo de la fauna existente (fundamentalmente roedores y lagomorfos) y de la palatabilidad de la especie arbórea utilizada, la base de los troncos deberá ir individualmente protegida mediante tubos protectores microperforados de 60 cm de altura.

5. Cuidados postplantación y labores de mantenimiento.

El riego de mantenimiento se realizará con manguera procurando que se aplique directamente al hoyo, evitando que el chorro de agua descalce la planta o destruya el alcorque. Se aportará un total de 15 l cada vez que se riegue, se recomienda que durante el primer y segundo año se proporcionen dos riegos por mes entre los meses de junio a septiembre.

Desbroces. Si la invasión de herbáceas espontáneas es considerable y no deseable para la supervivencia de la plantación, se recomienda la siega correspondiente a la totalidad de la superficie que integran las plantaciones. La siega se realizará manualmente mediante motodesbrozadora equipada con hilo o cuchilla, de modo que la totalidad del sustrato herbáceo quede a una altura no superior a los cm. Según necesidades, la siega se realiza generalmente dos veces cada año de mantenimiento.

Binas y escardas. Una vez al año, los dos primeros años, se reformará el alcorque de las plantas con azada, mediante el aporcado del tallo de la planta, su pisado y la escarda y limpieza mediante escardillo tanto del interior del alcorque como del exterior, en 1 m de radio.

Reposición de marras. Esta labor consistirá en la repetición completa de los procedimientos de la fase de ejecución, durante el periodo de los cinco años que contempla el Plan de seguimiento de los trabajos, mediante la sustitución de las unidades de plantas marradas que se hayan comprobado después del verano.

6. Selección de especies. El éxito de una actuación de revegetación depende de múltiples factores, siendo la adecuada selección de especies a emplear uno de los más determinantes. Por ello, esta práctica ha de basarse en el conocimiento de la dinámica del entorno biofísico y socioeconómico en el que se realiza la actuación y de las especies vegetales susceptibles de ser empleadas.

Factores trascendentes para tener en presentes son las características macroclimáticas generales del espacio, las microclimáticas (como la exposición o el relieve), las geofísicas (edáficas, litológicas...) y la coherencia paisajística con la dinámica del entorno.

Las semillas seleccionadas para las mezclas de herbáceas deben proceder de cultivos

controlados por los servicios oficiales y se deben obtener según las disposiciones del reglamento técnico correspondiente. Deberá utilizarse mezclas de especies autóctonas o adaptadas localmente. Siempre que sea posible y estén disponibles en el mercado, es preferible utilizar semillas propias de la zona de actuación o área geográfica cercana. El conjunto de especies vegetales que componen la mezcla de semillas para la hidrosiembra debe satisfacer los siguientes criterios:

- Tener un crecimiento inicial rápido para asegurar una cobertura vegetal rápida del suelo que asegure una protección rápida y persistente contra la erosión en las estaciones vegetativas posteriores.
- Tener un sistema radical denso en profundidad y/o en la superficie.
- Ser duraderas y persistentes, especialmente en condiciones que favorecen la erosión.
- Poder disponer de semilla en el mercado durante las épocas preferentes de siembra.
- Servir como plantas nutricias o refugio para polinizadores e invertebrados.

Para la selección de las especies a emplear en la hidrosiembra se ha impuesto la necesidad de asegurar su compatibilidad con la integridad estructural de los taludes de las balsas, desechando aquellas especies cuyo sistema radicular pueda profundizar en exceso en el material del dique y crear cavidades por las que se infiltre el agua generando fallos de estabilidad. Por ello se llevará a cabo una mezcla que contiene gramíneas y leguminosas capaces de afianzar el terreno sin generar problemas estructurales.

La selección de las especies que se van a implantar se ha realizado mediante un análisis de la vegetación del entorno (aspecto que se desarrolla con profundidad en el capítulo 5, Inventario ambiental, de este documento).

Estructuras vegetales areales

Se conformará una estructura vegetal en forma de bosque de arbustivas y herbáceas perennes para la revegetación de los taludes y zonas limítrofes de las balsas de regulación.

- Las estructuras vegetales formando bosquetes en superficie y en todas sus modalidades areales, presentan múltiples funciones en los paisajes del regadío. La principal es contribuir a la restauración de los taludes y a la estabilización física de los mismos para evitar el deterioro por erosión de los muros de contención de las balsas de riego. Pero a su vez, y con una adecuada selección de especies, la renaturalización de la superficie de taludes y otros espacios es una buena oportunidad para compensar las afecciones ambientales que produce la construcción de balsas en el medio natural y la simplificación de los paisajes del regadío.

- En la mayor parte de los casos, las balsas de riego se encuentran rodeadas de cultivos

agrícolas, y donde no hay cultivos, la vegetación natural ha quedado muy reducida a un cortejo de herbáceas anuales y perennes. La posibilidad de recuperar estos los taludes y superficies incultas con especies leñosas para dar cobijo y alimento a la flora y fauna silvestre e incrementar la renaturalización del paisaje y la conectividad ecológica de la matriz territorial, justifica la implementación de estas medidas.

- Diseño de plantación:

Para la cubrición de los taludes de las balsas, se utilizará un sistema de hidrosiembra para zonas de pendiente abrupta. La hidrosiembra con mezcla de herbáceas consigue un recubrimiento total de los terrenos desnudos, mejorando su aspecto desde el punto de vista del paisaje, además de sus ventajas ecológicas.

Consiste en la siembra de semillas de especies herbáceas aportadas al sustrato mediante presión de una mezcla de semillas, mulch, abonos y estabilizantes vehiculizados en agua.

Por lo general las mezclas de semillas se componen fundamentalmente de gramíneas y leguminosas. Las gramíneas o poaceas forman la mayoría de la biomasa de las comunidades herbáceas. Las leguminosas se emplean por su gran interés ecológico, al fijar nitrógeno atmosférico, mejorando el suelo.

La proporción adecuada de las mezclas es, aproximadamente, de dos gramíneas por cada leguminosa, siempre referido al número de semillas y no al peso, ya que cada especie presenta un tamaño diferente de semilla.

En las áreas cercanas a las balsas, marcadas como estructuras vegetales areales se plantea un bosque con especies picolonizadoras semiarbustivas como la retama (*Retama sphaerocarpa*), esparto (*Stipa tenacissima*), salado (*Salsola webbii*), ajedrea (*Satureja obovata*), matagallo (*Phlomis purpurea sp almeriensis*) y la hiniesta (*Genista spartioides sp murcica*).

La superficie a plantar será de 11.626 m² repartidos de la siguiente manera:

Tabla 31. Superficie a cubrir en bosquetes

Ubicación	Superficie a plantar
Balsa Antas	4.888 m ²
Balsa Vera	6.738 m ²
Total	11.626 m²

Estructuras vegetales lineales

En el caso de los perímetros de las balsas, junto a la valla de cerramiento, se conformarán unas estructuras vegetales en alineación en forma de arbustos de tal forma que su presencia futura no dificulte la gestión de la actividad agrícola.

- Comprende la plantación de especies de porte arbustivo, distribuidas linealmente en zonas continuas, localizadas a lo largo del cerramiento de parcelas.

- La forma de añadir complejidad estructural a este diseño simple de barrera vegetal es combinando especies que añadan un cortejo diverso. Mediante una selección de arbustos grandes, productores de floración y frutos carnosos, arbustos espinosos, leguminosas, arbustos pequeños con flor, garantiza el sostenimiento de una rica biodiversidad y funcionalidad.

- Diseño de plantación:

Las especies a implantar serán:

- Arbustos:

Adelfa (*Nerium oleander*)

Brezo (*Erica multiflora*)

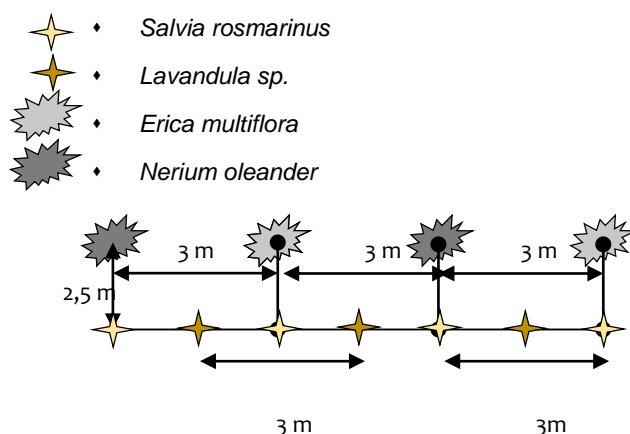
- Matas:

Romero (*Salvia rosmarinus*)

Lavanda (*Lavandula dentata*)

Los arbustos se dispondrán en línea con una distancia de 3 m entre plantas, mientras que las matas se dispondrán en línea paralela con una distancia de 1,5 m.

La actuación incluirá la apertura de hoyos de 30 x 30 x 30 cm, replanteo, distribución de la planta, abonado, tapado, aporcado, formación de alcorque y primer riego (30 l), según el siguiente esquema:



La franja a plantar tendrá una longitud total de 2.037 metros en los emplazamientos antes descritos, por lo que el número de plantas necesarias para su formación son las siguientes:

Tabla 32. Número de plantas necesarias en alineación

Ubicación	Especie	Longitud	Densidad	Nº de plantas
Balsa Antas	Adelfa	1134	6 m/planta	189
	Brezo	1134	6 m/planta	189
	Romero	1134	3 m/planta	378
	Lavanda	1134	3 m/planta	378
Balsa Vera	Adelfa	903	6 m/planta	151
	Brezo	903	6 m/planta	151
	Romero	903	3 m/planta	301
	Lavanda	903	3 m/planta	301

Suma número de plantas por especie	Adelfa	-	-	340
	Brezo	-	-	340
	Romero	-	-	679
	Lavanda	-	-	679

Fase de explotación

Se tendrá que realizar el seguimiento de las estructuras vegetales a implementar en el proyecto, durante los 5 primeros años tras la entrega de las obras. Por lo tanto, el proyecto recoge el mantenimiento de todas las estructuras vegetales que se proponen en el mismo con una valoración de hasta 20 % de marras y riego hasta 2 savias.

10.2.5 Medidas compensatorias de mejora de la habitabilidad para la fauna

Fase de explotación

➤ Estructuras vegetales en alineación

Las estructuras vegetales de alineación descritas en el apartado anterior están compuestas por una selección de especies que busca favorecer la presencia de polinizadores y enemigos naturales.

➤ Estructuras vegetales areales

En el apartado anterior se describen las estructuras vegetales previstas, compuestas por una selección de especies que busca favorecer la presencia de polinizadores y enemigos naturales.

➤ Refugios para quirópteros

Los quirópteros (murciélagos) son insectívoros que pueden contribuir significativamente al control de plagas. En las zonas agrarias intensivas existe poca disponibilidad de refugios para murciélagos. Esta medida está enfocada a incrementar la disponibilidad local de refugios artificiales. Existen evidencias de que esta medida contribuye a controlar plagas.

El principal problema de los refugios para quirópteros es la competencia de ocupación entre aves y murciélagos. Las cajas nido típicas con un pequeño agujero de entrada (diámetro 12-20 mm) favorecen la entrada de los murciélagos sobre aves, pero excluyen a las especies de murciélagos de mayor talla. En este sentido, se optará por la instalación de refugios específicos para murciélagos, cuyo acceso es a través de la base del refugio.



Imagen 1. Ejemplos de instalación de refugios para murciélagos sobre árbol, pared y detalle de interior.

Se colocarán 15 cajas que se mantendrán unidas al tronco de un árbol, poste o pared. Al ser los

murciélagos gregarios, resulta adecuado distribuir los refugios en grupos de cajas en los que las cajas individuales disten entre sí menos de 20 m. Es recomendable que los accesos a la caja estén despejados de ramas, cables y otros obstáculos.

Con el fin de analizar los mejores emplazamientos para la ubicación de las cajas nido, se realizará un estudio previo en la zona y se solicitará asesoramiento a la Dirección General de Política Forestal y Biodiversidad de la Consejería de Sostenibilidad, Medio Ambiente y Economía Azul de la Junta de Andalucía (se describe en el Plan de Vigilancia Ambiental).

➤ Creación de cuerpos de agua

Se creará una charca-bebedero para fauna silvestre en cada uno de los bosquetes previstos junto a las dos balsas proyectadas.

A través de la creación de estos cuerpos de agua se busca incrementar la biodiversidad del paisaje agrario, poniendo a disposición de la fauna un lugar integrado dentro del entorno del proyecto. Al mismo tiempo, la ubicación elegida permitirá establecer una conexión ecológica con las plantaciones proyectadas a través de otras medidas contempladas en el apartado de medidas para mejora de la flora y vegetación.

La charca-bebedero tendrá las siguientes características:

- El diseño será de planta circular o lo más parecido, adaptándose lo máximo al terreno disponible, de diámetro aproximado de 6 a 8 m, y con una superficie aproximada de 20-30 m².
- El vaso de será de hormigón naturalizado en fresco con piedras del lugar (caso de que existan).
- Para prevenir accidentes por ahogamientos, se debe limitar la profundidad de las mismas a no más de 20 cm.
- El llenado se realizará mediante agua de lluvia, escorrentía natural, y en caso necesario mediante aportación con cuba desde un hidrante que se dispone en la misma parcela.
- Se tomarán medidas para su naturalización e integración ambiental.

La ejecución se llevará a cabo de la siguiente manera:

1. Replanteo y localización de la charca.
2. Adecuación del terreno. En función de la topografía incluirá: excavación del vaso y de la zanja perimetral para anclar las láminas impermeabilizantes.

3. Retirada de la parcela de los restos vegetales, piedras, o materiales de charcas antiguas, en su caso.
4. El vaso de será de hormigón naturalizado en fresco con piedras del lugar (caso de que existan).
5. Instalación de geotextil no tejido de filamentos de polipropileno, unidos mecánicamente por agujado, estabilizados frente a los rayos UV, gramajes de 286 a 325 g/m², resistencia a la tracción de 25 KN/m, con función de protección de la lámina impermeabilizante frente al posible punzonamiento ocasionado por la presencia de piedras cortantes en el terreno excavado.
6. Instalación de capa impermeabilizante (geomembrana) de caucho de etileno propileno (EPDM) de al menos 1 mm de espesor, incluyendo su anclaje en los laterales.
7. Aporte de una capa tierra vegetal de al menos 5 cm de espesor.
8. Colocación de escollera perimetral protectora, y para refugio
9. Se debe colocar piedras que sobresalgan de la lámina de agua en el interior de la charca para reducir la profundidad de esta en determinadas zonas, favoreciendo la entrada y salida del bebedero de las aves.
10. La charca será revegetada con una banda de 1 a 2 m de anchura para propiciar su naturalización e integración en el medio. Para ello de utilizarán las mismas especies propuestas para el seto perimetral.

A modo de ejemplo se muestran a continuación algunos ejemplos de charcas bebederos ya construidas.



Imagen 2. Detalle piedras sobre ejemplo de charca y borde de piedra



Imagen 3.. Vista general ejemplo de charca bebedero

11 REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

11.1 MARCO NORMATIVO

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

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por el que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014
- Real Decreto 817/2009, de 8 de mayo, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 30/2007, de 30 de octubre, de Contratos del Sector Público (BOE nº 118 del 15 de mayo de 2009). Revisión vigente desde 23 de marzo de 2011.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre por el que se aprueba el Reglamento General de Contratos de las Administraciones Públicas (BOE nº 257 del 26 de octubre de 2001), en cuanto no se oponga a la Ley 30/2007. Revisión vigente desde el 5 de noviembre de 2015.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican determinados preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre. Revisión vigente desde 7 de diciembre de 2019.
- Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (BOE nº 74 del 28 de marzo de 2006). Revisión vigente desde 28 de diciembre de 2019.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Orden de 28 de julio de 1974 por la que se aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías de abastecimientos de agua y se crea una Comisión Permanente de Tuberías de Abastecimiento de Agua y de Saneamiento de Poblaciones (BOE nº 236 del 2 de octubre de 1974 y BOE nº 237 del 3 de octubre de 1974).
- Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones

Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales (PG-3L>75): (BOE nº 162 del 7 de julio de 1976).

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (BOE nº 269 del 10 de noviembre de 1995). Revisión vigente desde 1 de enero de 2015.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción (BOE nº 256 del 25 de octubre de 1997). Revisión vigente desde 23 de marzo de 2010.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental (BOE nº 296 del 11 de diciembre de 2013). Revisión vigente desde 14 de junio de 2023.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (BOE nº 85 de 9 de abril de 2022).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE nº 38 del 13 de febrero de 2008).
- Orden ARM 1312/2009 de 20 de mayo, por la que se regulan los sistemas para realizar el control efectivo de los volúmenes de agua utilizados por los aprovechamientos de agua del dominio público hidráulico, de los retornos al citado dominio público hidráulico y de los vertidos al mismo (BOE nº 128 del 27 de mayo de 2009).
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (BOE nº 176 del 24 de julio de 2001). Revisión vigente desde 16 de septiembre de 2021.
- Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril. Revisión vigente desde 15 de abril de 2021.
- Real Decreto 689/2023, de 18 de julio, por el que se aprueban los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, del Guadalete y Barbate y del Tinto, Odiel y Piedras (BOE de 21 de julio de 2023).
- Real Decreto 35/2023, de 21 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.
- Norma UNE 318002-3:2021, Técnicas de riego. Telecontrol de zonas regables. Parte 3:

Interoperabilidad.

- Ley de 16 de diciembre de 1954 sobre expropiación forzosa (BOE nº 351 del 17 de diciembre de 1954). Revisión vigente desde 31 de octubre de 2015.
- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español (BOE nº 155 del 29 de junio de 1985). Revisión vigente desde 13 de octubre de 2021.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 111/1986, de 10 de enero, de desarrollo parcial de la Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- Real Decreto 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.

AUTONÓMICAS

- Decreto 356/2010, de 3 de agosto, por el que se regula la autorización ambiental unificada, se establece el régimen de organización y funcionamiento del registro de autorizaciones de

actuaciones sometidas a los instrumentos de prevención y control ambiental, de las actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y de las instalaciones que emiten compuestos orgánicos volátiles, y se modifica el contenido del Anexo I de la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental

- Decreto 239/2011, de 12 de julio, por el que se regula la calidad del medio ambiente atmosférico y se crea el Registro de Sistemas de Evaluación de la Calidad del Aire en Andalucía. Revisión vigente de 5 de agosto de 2011.
- Decreto 6/2012, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección contra la Contaminación Acústica en Andalucía, y se modifica el Decreto 357/2010, de 3 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento para la Protección de la Calidad del Cielo Nocturno frente a la contaminación lumínica y el establecimiento de medidas de ahorro y eficiencia energética. Revisión vigente desde 09 de junio de 2020.
- Decreto 131/2021, de 6 de abril, por el que se aprueba el Plan Integral de Residuos de Andalucía. Hacia una Economía Circular en el Horizonte 2030
- Decreto 19/1995, de 7 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Protección y Fomento del Patrimonio Histórico de Andalucía.
- Ley 14/2007, de 26 de noviembre, del Patrimonio Histórico de Andalucía
- Decreto 155/1998, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Vías Pecuarias de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto 109/2015, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Vertidos al Dominio Público Hidráulico y al Dominio Público Marítimo-Terrestre de Andalucía.
- Ley 8/2001, de 12 de julio, de Carreteras de Andalucía

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

11.2 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Al encontrarse la actuación prevista dentro los supuestos incluidos en artículo 4, apartado 1, del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, se ha redactado un Estudio de Seguridad y Salud que se incluye como Documento Nº 5 «Estudio de seguridad y salud» del presente

Proyecto, que servirá como base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en función de los sistemas de ejecución a emplear y la normativa legal vigente.

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material del Estudio de Seguridad y Salud del Proyecto a la cantidad de SESENTA Y NUEVE MIL CIENTO TREINTA Y NUEVE EUROS CON DOCE CÉNTIMOS (69.139,12 €).

11.3 APLICACIÓN DE LA LEY 21/2013 DE EVALUACIÓN AMBIENTAL

La viabilidad del proyecto se fundamenta en la mejora de la gestión de los recursos hídricos, optimizando el rendimiento de las tierras de cultivo y haciéndolas más productivas, al poder implantar nuevos cultivos y métodos que ahora no son posibles.

En el ámbito de la Comunidad Autónoma de Andalucía la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, desarrolla los instrumentos de prevención ambiental, siendo esta ley más restrictiva que la ley estatal.

Las actuaciones del Proyecto de red de riego bajo demanda para la SAT El Grupo de Antas y SAT Climasol de Vera (Almería), quedan encuadradas en el Anexo II de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. Por tanto, debe ser objeto de evaluación de impacto ambiental simplificada, regulada en la Sección 2ª del Capítulo II del Título II de la referida Ley.

No obstante a lo expresado anteriormente, atendiendo al artículo 7.1.d) y tomando en consideración los criterios establecidos en el anexo III, para determinar si un proyecto del anexo II debe someterse a evaluación de impacto ambiental ordinaria, dadas las características del proyecto, en particular por la utilización de recursos naturales, en este caso el agua (con especial atención en las masas de agua superficiales y subterráneas contempladas en la planificación hidrológica) y su ubicación, en una zona vulnerable a la contaminación por nitratos (Directiva 91/676/CE, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos procedentes de fuentes agrarias), **se propone que el proyecto sea sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ordinaria.**

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

Servirá el presente documento como base para la tramitación ambiental y como fundamento del

cumplimiento de las exigencias establecidas en la normativa europea para todos los proyectos incluidos en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia de España.

Este documento ha servido para identificar los factores ambientales que se relacionan con la ejecución y la explotación del proyecto, permitiendo valorar el alcance de los impactos que se prevé ejercer sobre ellos y diseñar las medidas dirigidas a prevenir, corregir o compensar sus efectos.

Esta zona, eminentemente agrícola, presenta un escaso valor natural y, por lo tanto, baja calidad en lo que a vegetación se refiere, incluso una de las balsas de regulación se construye sobre dos balsas previas existentes, por lo que no existe vegetación en la superficie ocupada. Además, la otra balsa de regulación se encuentra en la misma parcela que otra balsa ya existente, sobre terreno improductivo de muy bajo valor agronómico y de bajo porte. No obstante, habiendo consultado el inventario de hábitats de interés comunitario se han detectado 3 prioritarios en la zona.

El área de ubicación del proyecto no es coincidente con ninguna figura de interés medioambiental de la Red Natura 2000 ni otros espacios protegidos. No obstante, con el fin de minimizar los impactos, se han previsto medidas para el control de los posibles efectos sobre el hábitat.

Se ha determinado que, dada la naturaleza del proyecto, la explotación de las nuevas instalaciones de riego, no aumentan los volúmenes captados y retornados, en todo caso, al aumentar la eficiencia del transporte de agua y la posibilidad de introducir nuevos sistemas de riego localizado, se podría llegar a ahorrar agua en beneficio de los recursos disponibles para la cuenca hidrográfica. En este mismo sentido, el proyecto constituye en sí mismo una medida de adaptación frente al cambio climático, ya que contempla actuaciones que garantizan la disponibilidad de agua ante los escenarios de reducción de la disponibilidad hídrica y el aumento de frecuencia de los episodios de sequía.

Teniendo en cuenta que la zona de riego queda emplazada sobre dos masas de agua subterránea con mala calidad química, vulnerables a la contaminación por nitratos, se ha planteado un seguimiento de la calidad de las aguas mediante la toma de muestras periódica con dos puntos de muestreo en cada sector de riego.

Entre las medidas que se establecen, destacan la plantación de estructuras vegetales para polinizadores, la instalación de refugios para quirópteros, la creación de charcas-bebedero para anfibios y aves. Además, como medida transversal a todas las demás que se diseñan en este Estudio de Impacto Ambiental, se desarrolla una medida de divulgación y formación en el Código de Buenas Prácticas Agrarias (CBPA), con el objetivo de transmitir una conciencia ecológica a

los agricultores a través de la formación y la exposición de acciones demostrativas eficaces, para ayudar a alcanzar la sostenibilidad e integración ambiental de los regadíos.

A fin de proteger el patrimonio arqueológico y siguiendo las indicaciones del órgano correspondiente, se llevará a cabo un seguimiento de las actuaciones que impliquen movimientos de tierras y desbroces.

El proyecto se desarrolla sobre un medio muy antropizado por lo que el impacto paisajístico es muy bajo, y el uso del suelo va a continuar siendo el mismo. Las medidas preventivas descritas integran aún más las instalaciones en el paisaje agrícola de la zona.

Estas actuaciones implican que el impacto residual resultante del proyecto sea positivo en términos de efectos sobre la flora, la fauna y el paisaje.

Todas las medidas han sido recogidas en el correspondiente Plan de Vigilancia Ambiental, en el que se detalla la metodología de aplicación y ejecución, así como el programa de seguimiento, que se extenderá en alguno de los casos a lo largo de los 5 años posteriores a la entrega de las obras a fin de asegurar el correcto funcionamiento de dichas medidas.

El documento incluye asimismo un estudio de vulnerabilidad del proyecto frente a riesgos, tal como se exige en la justificación del objetivo de Adaptación al Cambio Climático recogido en la normativa europea y como se recoge en la mencionada ley 21/2013 de evaluación ambiental.

Por todo lo recogido en el presente Estudio de Impacto Ambiental, se considera que la ejecución y posterior explotación del *Proyecto de red de riego bajo demanda para la SAT El Grupo de Antas y SAT Climasol de Vera (Almería)*, es compatible con la conservación de todos los factores ambientales analizados y contribuye sustancialmente a la mitigación de los efectos del cambio climático y la integración medioambiental del regadío.

11.4 PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares que se incluye en el presente proyecto como Documento nº 3 regula las condiciones de tipo técnico que deben cumplir los diferentes materiales, así como también la ejecución de las obras con expresión de la forma en que ésta se llevará a cabo, las obligaciones de orden técnico que correspondan al contratista, la manera en que se llevará a cabo la medición y valoración de las unidades ejecutadas y el control de calidad de los materiales empleados y del proceso de ejecución.

11.5 OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE LOS TERRENOS: EXPROPIACIONES

Para la ejecución del presente proyecto **será necesaria la expropiación y ocupación de superficies que afectan a particulares.**

En aquellos casos en que las nuevas tuberías y otros elementos se instalen en las parcelas de los socios, se establecerán nuevas servidumbres de paso que permitan el acceso a las SAT, a estas instalaciones, en casos de averías, reparaciones o mejoras.

Disponibilidad de los terrenos.

Instalaciones, tales como la nueva de red de tuberías de riego, hidrantes, válvulas y arquetas, se instalarán en la mayoría de los casos, en las zonas de dominio público.

En algunos tramos, las nuevas tuberías y otros elementos del riego, se instalarán por fincas particulares de los socios, en estos casos no se procederá a la expropiación de los terrenos ocupados, se establecerán servidumbres de paso.

En cualquier caso, las indemnizaciones de servidumbre de paso o temporales, NO serán satisfechas a los integrantes de las SAT por la ocupación de las parcelas que afecten a su zona regable, por tratarse de una imposición de servidumbre reflejada en los estatutos vigentes y/o asambleas. Por tanto, los terrenos necesarios para las redes de riego y sus elementos serán puestos a disposición de la obra por las SAT.

11.6 SERVICIOS AFECTADOS, REPOSICIONES, PERMISOS Y LICENCIAS

En el Anejo N° 13 «Servicios afectados, reposiciones, permisos y licencias» se recogen y valoran las afecciones producidas y los permisos solicitados. Como ya se ha expuesto en otros documentos del presente proyecto casi todas las actuaciones se desarrollan en parcelas que son de los propios regantes, de las SAT el grupo de Antas y la SAT Climasol, y en caminos de ambos y de los ayuntamientos de Vera y Antas. Por tanto, se consideran como reposiciones y sólo se ha solicitado permiso a los Ayuntamientos, pues será el único afectado por las actuaciones.

Por otro lado, se ha tramitado la autorización referente a afecciones arqueológicas, lo cual se recoge en el Anejo nº 10: «Estudio arqueológico».

También se ha solicitado al Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana la autorización para el cruce de tuberías de riego bajo la Autovía del Mediterráneo A-7, Autopista del Mediterráneo AP-7, y N-340 a (Cádiz y Gibraltar a Barcelona). Además, también se ha solicitado

a la Consejería de Fomento, Articulación del Territorio y Vivienda, la autorización para el cruce de tuberías de riego bajo la A-1202 (de la A-7 a Antas), y la A-352 (de Cuevas de Almanzora a Garrucha)

Será necesario tramitar las autorizaciones sobre los permisos necesarios para la ejecución de las balsas proyectadas ante la Secretaría General del Agua (Dirección General de Recursos Hídricos) pertenecientes a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Sostenible y de sus propuestas de clasificación ante la Dirección General de Infraestructuras del Agua, perteneciente también a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Sostenible,

En el Anejo nº 15 “Servicios afectados, reposiciones, permisos y licencias” se recoge en detalle toda información y documentos.

11.7 GESTIÓN DE RESIDUOS

En el Anejo Nº 15 «Estudio de gestión de residuos de construcción y demolición» se recogen todos los aspectos relacionados con la producción y gestión de los residuos de la construcción y demolición que afectan a la obra de acuerdo con la **Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular**, por el que se regulan los mismos. En el estudio se ha realizado una identificación de los residuos a generar, una estimación de la cantidad de los residuos (tanto en peso como en volumen) que se prevé que se producirán en los trabajos directamente relacionados con la obra y que habrá de servir de base para la redacción del correspondiente Plan de Gestión de Residuos por parte del Constructor. En dicho Plan se desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento en función de los proveedores concretos y su propio sistema de ejecución de la obra.

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

La valoración de la gestión de residuos de construcción forma parte del presupuesto del presente proyecto en un capítulo independiente (Capítulo 5 «Gestión de residuos»).

Los costes de carga y transportes de residuos generados hasta las zonas de acopio habilitadas en cada uno de los dos sectores, forman parte del presupuesto de la obra, presupuestándose en distintos capítulos del mismo.

En el capítulo 5«Gestión de residuos» se valora el coste en gestor autorizado de los residuos anteriormente estimados, valorando su transporte y el canon de gestión, según su tipología.

Asciende el Presupuesto de Ejecución Material de la Gestión de Residuos del Proyecto a la cantidad de CIENTO TREINTA Y CINCO MIL EUROS (135.000,00 €).

11.8 CLASIFICACION DEL CONTRATISTA Y FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

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

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 773/2015, de 28 de agosto, por el que se modifican preceptos del Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, aprobado por el Real Decreto 1098/2001.

Conforme al Artículo 11. Determinación de los criterios de selección de las empresas, del Real Decreto 773/2015: 3. en los contratos de obras cuando el valor estimado del contrato sea igual o superior a 500.000 euros será requisito indispensable que el empresario se encuentre debidamente clasificado como contratista de obras de las Administraciones Públicas. Para dichos contratos, la clasificación del empresario en el grupo o subgrupo que en función del objeto del contrato corresponda, con categoría igual o superior a la exigida para el contrato, acreditará sus condiciones de solvencia para contratar.

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

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

Grupo E. Hidráulicas

Subgrupo 7. Obras hidráulicas sin cualificación específica, con código en relación a la categoría 6.

E-7-6

El presente proyecto estará sujeto a revisión de precios, por ser su duración de 18 meses.

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

Se considera un plazo para la ejecución de las obras de DIECIOCHO (18) MESES.

Atendiendo en lo que se dispone en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre de Contratos del Sector Público, en el Anejo Nº 17 «Programa de ejecución de obras», se ha establecido un plan de obra o programa de trabajos a seguir en la ejecución de las diferentes obras e instalaciones de que consta el proyecto. La programación se realiza sobre un diagrama de barras (diagrama de Gantt), estudiando las unidades de obra que se puedan ejecutar alternativamente o secuencialmente.

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

11.10 PROGRAMA DE CONTROL DE CALIDAD

Tanto para la recepción y control de los materiales, como de la ejecución de las diferentes unidades de obra, se deben efectuar los correspondientes ensayos durante las obras, que figuran en el Anejo Nº 19 «Programa de control de calidad».

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

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

11.11 MANIFESTACIÓN DE OBRA COMPLETA

El presente proyecto comprende una obra completa en el sentido exigido por la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014. Por consiguiente, esta obra es susceptible de ser entregada al uso

general o al servicio correspondiente, sin perjuicio de las ampliaciones de que posteriormente pueda ser objeto y comprenderá todos y cada uno de los elementos que sean precisos para la utilización de la obra.

12 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA.

❖ **MEMORIA**

❖ **ANEJOS A LA MEMORIA:**

- Anejo 1: Listado de propietarios y superficie afectada
- Anejo 2: Ficha técnica
- Anejo 3: Estudio agronómico
- Anejo 4: Cartografía, topografía y replanteo
- Anejo 5: Estudio de alternativas y materiales. Justificación de la solución adoptada
- Anejo 6: Geología, geotecnia y estudio de materiales
- Anejo 7. Balsas de regulación
- Anejo 8: Criterios de diseño y cálculos hidráulicos
- Anejo 9: Sección tipo, cálculo de anclajes y cálculos mecánicos de tuberías
- Anejo 10: Estudios arqueológicos
- Anejo 11: Cálculo estructurales
- Anejo 12: Automatización y telecontrol
- Anejo 13: Servicios afectados, reposiciones, permisos y licencias
- Anejo 14: Justificación de precios
- Anejo 15: Gestión de residuos
- Anejo 16: Estudio de viabilidad económica
- Anejo 17: Programa de ejecución de obras
- Anejo 18: Puesta en marcha de las instalaciones
- Anejo 19: Programa control de calidad
- Anejo 20: Expropiaciones y servidumbres
- Anejo 21: Documentación ambiental
- Anejo 22: Integración en el PRTR.

DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS.

DOCUMENTO Nº 4: PRESUPUESTO

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

13 PRESUPUESTO

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

Para configurar las unidades de obra del proyecto, mayoritariamente se han utilizado los precios unitarios de la tarifa vigente de la Empresa de Transformación Agraria S.A. (TRAGSA), es decir, los precios de la Tarifa TRAGSA 2023.

Asimismo, se han confeccionado aquellas unidades de obra no existentes en la Tarifa TRAGSA 2023 a partir de precios simples de dichas tarifas, incluyendo los nuevos costes a añadir en la unidad creada a partir de tarifas del mercado actuales suministradas por los fabricantes correspondientes.

En el Anejo nº 14 «Justificación de precios» se determinan los precios unitarios de ejecución material de las diferentes unidades de obra del proyecto a partir de los costes horarios la mano de obra y de la maquinaria, y del coste de los materiales a pie de obra.

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

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


Tabla 33. Resumen presupuesto

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE (€)
1	SAT ANTAS	14.523.992,63
2	SAT VERA	5.445.749,24
3	TELECONTROL Y AUTOMATIZACIÓN	476.119,00
4	SEGURIDAD Y SALUD	151.752,90
5	GESTIÓN DE RESIDUOS	135.000,00
6	MEDIDAS AMBIENTALES	308.244,84
7	SEÑALIZACIÓN PRTR	3.266,94
8	CONTROL CALIDAD	210.441,25
	TOTAL COSTES DIRECTOS	21.254.566,80
	7,5% COSTES INDIRECTOS	1.594.092,51
	SUMA COSTES DIRECTOS E INDIRECTOS	22.848.659,31
	6,0% GASTOS GENERALES	1.370.919,56
	PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL	24.219.578,87
	IVA (21 %)	5.086.111,56
	PRESUPUESTO DE EJECUCION POR ADMINISTRACION	29.305.690,43

Asciende el Presupuesto de Ejecución por Administración a la expresada cantidad de VEINTINUEVE MILLONES TRESCIENTOS CINCO MIL SEISCIENTOS NOVENTA EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS **(29.305.690,43 €)**.

Noviembre de 2023

INGENIERO AGRONOMO Cdo N°: 1.460 COIAA
 INGENIERO OBRAS PÚBLICAS Cdo. 23.009 CITOPIC



Fdo.: Antonio García Madueño