

# MEMORIA



## ÍNDICE

1.-	INTRODUCCIÓN .....	5
2.-	PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA (PRTR) .....	5
3.-	ANTECEDENTES GENERALES .....	6
3.1.	Junta Central de Usuarios Acuífero Poniente de Almería. (JCUAPA) .....	6
3.2.	Acuífero Situación General .....	7
3.3.	Bombeos .....	9
3.4.	Redes de Abastecimiento .....	10
3.5.	Invernaderos .....	12
3.6.	Cantidad de agua para el riego en invernaderos .....	12
3.7.	Calidad de agua para el riego en invernaderos .....	14
4.-	OBJETO DEL PROYECTO .....	15
4.1.	Objeto de la modernización .....	15
4.2.	Objeto agronómico .....	17
4.3.	Objetivo energético .....	18
5.-	PROMOTOR .....	19
6.-	JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES .....	19
7.-	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA .....	19
7.1.	Definición y análisis de alternativas (incluyendo la alternativa 0) .....	19
7.2.	Descripción y justificación .....	20
7.2.1.	Material de la Red de Transporte .....	20
7.2.2.	Sistema de Ejecución de la Balsa .....	20
7.2.3.	Sistema de Ejecución del Telecontrol .....	21
7.2.4.	Instalación Fotovoltaica .....	21
7.2.5.	Instalación generación hidráulica .....	22
7.3.	Características de la solución adoptada .....	22
7.3.1.	Instalación de la Tubería .....	22
7.3.2.	Instalación de la Balsa .....	22
7.3.3.	Instalación de telecontrol .....	23
7.3.4.	Instalación de Fotovoltaica .....	23
7.3.5.	Sistema Hidroeléctrico .....	23
7.4.	Definir la situación a la que se tiende con la ejecución del proyecto, comparandola con la actual en todos sus puntos. ....	23
8.-	LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE MEDIO FÍSICO DE LA ZONA A MODERNIZAR .....	24
8.1.	Localización .....	24
8.2.	Climatología .....	24
8.3.	Geología y geomorfología .....	30
8.3.1.	Grupos de unidades litológicas frecuentes en la zona .....	33



8.3.2.	Tectónica .....	35
8.3.3.	Geomorfología.....	36
9.-	CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO .....	36
10.-	INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	37
10.1.	Estudio geotécnico .....	37
10.2.	Estudio arqueológico .....	38
10.3.	Ingeniería del diseño .....	39
10.4.	Superficie objeto del proyecto .....	39
10.5.	Cartografía y topografía.....	39
10.6.	Sistema de riego. Parámetros definitivos.....	40
10.6.1.	Elección sistema de riego.....	40
10.6.2.	Necesidades de agua.....	41
10.6.3.	Organización de los riegos .....	42
11.-	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS.....	43
11.1.	Conexión con la tubería de agua desalada .....	43
11.2.	Balsa de regulación norte.....	43
11.2.1.	Descripción general.....	43
11.2.2.	Entrada a la balsa y órganos de desagüe .....	44
11.2.3.	Auscultación.....	44
11.2.4.	Propuesta de clasificación .....	45
11.2.5.	Medidas ambientales .....	45
11.3.	Red de distribución primaria.....	45
11.4.	Tomas para distintas comunidades.....	46
11.5.	Balsa sur.....	46
11.5.1.	Descripción general.....	46
11.5.1.	Entrada a la balsa y órganos de desagüe .....	47
11.5.2.	Auscultación.....	47
11.5.3.	Propuesta de clasificación .....	47
11.5.4.	Medidas ambientales .....	48
11.6.	Red secundaria, hidrantes .....	48
11.7.	Estructuras .....	48
11.8.	Automatismo y control .....	49
11.9.	Centrales fotovoltaicas y turbina hidroeléctrica .....	50
11.10.	líneas eléctricas.....	51
11.10.1.	Línea de Media tensión (20kV).....	51
11.10.2.	Línea de Baja tensión (400 V).....	52
11.11.	Estudio específico de acciones sísmicas .....	52
12.-	REQUISITOS ADMINISTRATIVOS.....	52
12.1.	Marco normativo.....	52

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



COMUNIDAD DE REGANTES  
TIERRAS DE ALMERÍA

---

12.2.	Coordinación con otros organismos.....	53
12.3.	Estudio de seguridad y salud.....	54
12.4.	Tramitación ambiental .....	54
12.5.	Pliego de prescripciones técnicas particulares .....	54
12.6.	Ocupación y disponibilidad de terrenos. Expropiaciones .....	55
12.7.	Servicios afectados, permisos y licencias .....	55
12.8.	Gestión de residuos .....	55
12.9.	Clasificación del contratista y fórmula de revisión de precios.....	56
12.10.	Plazo de ejecución, plan de obra y periodo de garantía .....	56
12.11.	Control de calidad.....	56
13.-	DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....	57
14.-	DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO .....	57
15.-	PRESUPUESTO .....	63

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto de Modernización de la zona regable Tierras de Almería (Almería) pretende dar uso agrícola al agua desalada proveniente de la desaladora del Campo de Dalías y de los pozos Norte de la Sierra de Gádor a la zona Sur donde se encuentra la mayoría de la zona de regadío de la Junta Central de Usuarios del Acuífero del Poniente Almeriense (JCUAPA). De este modo se conseguirá reducir las extracciones del Acuífero inferior, aumentar las del superior y contribuir de esta manera al Plan de recuperación de la Masa de agua que se encuentra declarada como sobreexplotada.

La Comunidad Tierras de Almería cuenta para satisfacer su demanda de riego con 6 pozos en Ejido norte y 3 pozos en Ejido sur. Los primeros presentan valores de conductividad eléctrica en torno a 0,45 dS/m y los segundos por encima de 2,5 dS/m. En la arqueta de rotura se procede a la mezcla de los caudales aportados por todos los pozos y se obtiene un agua de riego para reparto con C.E. próxima a 1 dS/m. Los pozos norte se sitúan a más de 12 km de la zona regable, mientras que los pozos sur se encuentran en las inmediaciones de la misma.

Las actuaciones que se llevarán a cabo en el proyecto son las siguientes:

- Conexión con la tubería de la desaladora dentro de la arqueta GADOR 1.
- Conexión con la tubería de unión de los pozos Norte.
- Balsa junto a los pozos Norte.
- Red de alta que conecta la mencionada Balsa Norte con la arqueta de rotura ya existente en la zona regable. Esta arqueta mezcla el agua procedente de la Balsa Norte con el agua procedente de los pozos del Sur.
- Balsa Sur.
- Red de distribución a los diferentes sectores de la Comunidad de Regantes Tierras de Almería.
- Planta Fotovoltaica de 787,05 kWp (114,4 kWp Flotante y 672,65 kWp hincada). Incluyendo centro de transformación, línea subterránea y aérea de media tensión de 20 kV y centro de seccionamiento.
- Turbina Hidroeléctrica de 77 kW para aprovechar la presión del aporte de la desaladora. Incluyendo línea aérea de baja tensión de 400 V.

## 2.- PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA (PRTR)

Las actuaciones incluidas en el presente proyecto están enmarcadas dentro del Anexo I del Convenio firmado el 25 de junio de 2021/21 de julio de 2022 entre el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación y la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias, S.A., en relación con las obras de modernización de regadíos del “Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos” incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, Fase I/Fase II, o en sus correspondientes adendas.

El Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos (Inversión C3.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.

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.

### 3.- ANTECEDENTES GENERALES

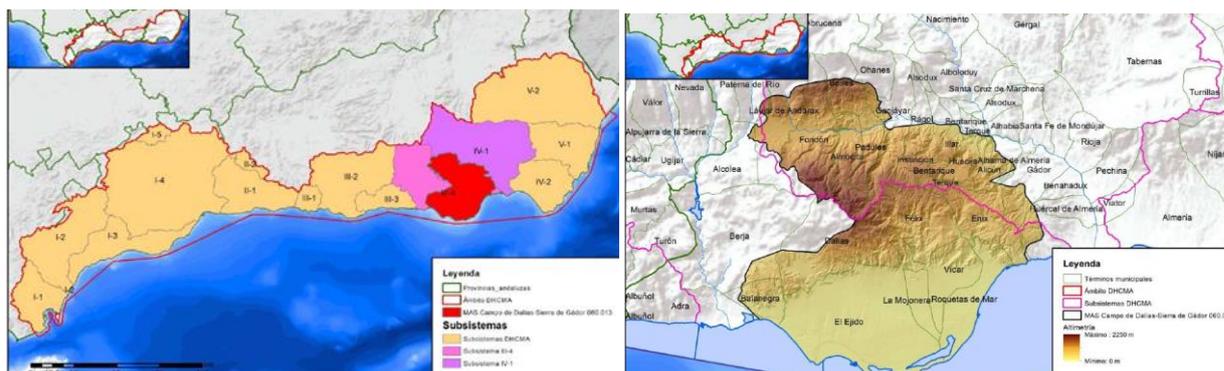
#### 3.1. JUNTA CENTRAL DE USUARIOS ACUÍFERO PONIENTE DE ALMERÍA. (JCUAPA)

La Junta Central de Usuarios del Poniente de Almería (JCUAPA) se crea por acuerdo de la Dirección General de Recursos Hídricos (resolución de 21 de junio de 2022) en virtud al procedimiento de la constitución de Usuarios de la Masa de Aguas Subterráneas Campo de Dalías-Sierra de Gador (060.013); por la que se adoptan las medidas dispuestas en el Artículo 54 de la Ley de Aguas de Andalucía, para mejorar el estado cualitativo y cuantitativo de la masa de aguas (060.013).

Las juntas centrales tienen por finalidad, la de proteger los derechos e intereses de los usuarios de riego y de las Comunidades de Regantes (CCRR) frente a terceros, y ordenar y vigilar el uso coordinado de sus propios aprovechamientos.

La JCUAPA es la encargada por tanto de gestionar las aguas de regadíos comprendida en la masa de aguas subterráneas 060.013.

La masa de aguas 060.013: es una masa de aguas mixta (distintas procedencias del agua) y está localizada en la zona sur occidental de la provincia de Almería y se extiende desde el tramo alto del río Canjáyar, al norte, hasta los municipios de El Ejido y Roquetas de Mar, al sur. Dentro del subsistema III-4 del Plan hidrológico de las Cuenclas Mediterráneas Andaluzas.



Situación de la masa de Aguas 060.013

La JCUAPA gestiona, entre otros, los recursos destinados a regadíos adscritos a esta masa de aguas.

en Hm3	Poniente Almería
<b>dotación Total</b>	<b>164,54</b>
aguas superficiales	14
aguas fluyentes	11,82
subterráneas	78,67
regeneradas	12,55
desaladas	47,5
transferencias	0

*Recursos destinados al regadío en la Unidad “poniente” del subsistema III-4, para el horizonte 2027; según el Plan Hidrológico en su tercer ciclo (2022-2027) (invernaderos y otros cultivos)*

Para esta masa de agua, el 30 de diciembre de 1986, se publica mediante el Real Decreto 2618/1986, de 24 de diciembre, las medidas referentes a acuíferos subterráneos al amparo del artículo 56 de la Ley de Aguas (BOE, 1986); con él, el gobierno establece que existen zonas “en que se da la circunstancia de grave sobreexplotación de los acuíferos, sin que haya sido posible ultimar los estudios y trámites previstos para la declaración de sobreexplotación en el apartado 3 del artículo 171 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 22 de abril, y en las que, sin embargo, resulta necesario que, de forma inmediata, se cuente con los efectos de la declaración provisional de sobreexplotación establecidos en el apartado 4 del mencionado artículo, sin perjuicio de que se continúe la tramitación reglamentaria” haciendo mención expreso al Campo de Dalías, y estableciendo una serie de medidas (volumen máximo anual de 7.000 m<sup>3</sup>/ha; estudios para la declaración provisional de acuífero sobre explotado o en riesgo de estarlo; autorización para el otorgamiento de implantación o ampliación de superficies de regadío.

Y con esta fórmula, se llega al 25 de abril de 1996 cuando en el Boletín Oficial de la Provincia de Almería en base a la Resolución 2975/1996 (Confederación Hidrográfica del Sur, 1996) por la que declara definitivamente sobre-explotado el acuífero del Campo de Dalías (060,013).

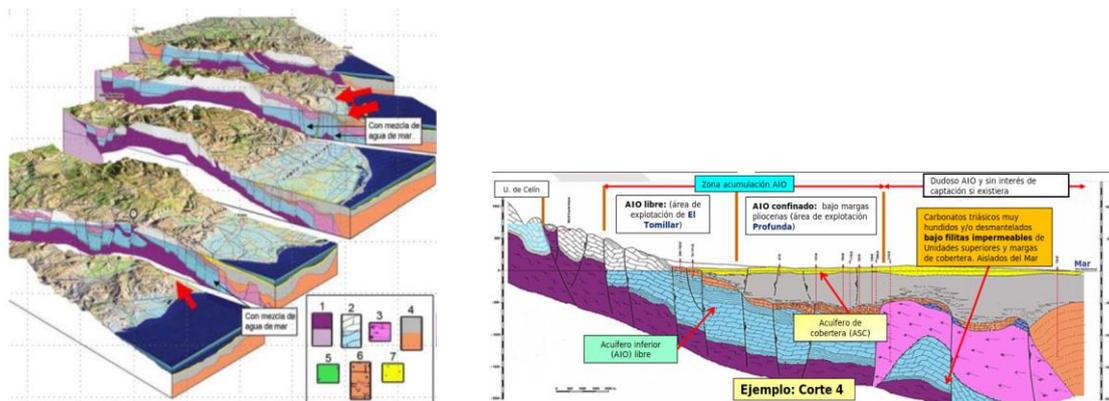
El objetivo de esta resolución, entre otras, instaba a elaborar el Plan de Ordenación del Campo de Dalías para corregir la situación de sobreexplotación; en él se contempla la reducción de las extracciones en 50 hm<sup>3</sup>, con el objeto de volver a la situación existente en el año 1984; así como una serie de medidas, contempladas en dicho Plan, que incluían la asignación de recursos regulados en el embalse de Benínar o de las Fuentes de Marbella (20 hm<sup>3</sup>), la reutilización de aguas residuales (5 hm<sup>3</sup>), la desalación de agua de mar (20 hm<sup>3</sup>) y prácticas de ahorro de agua de riego (5 hm<sup>3</sup>), (CHS, 2001).

Fruto de esta necesidad de reducir las extracciones del acuífero reasignando recursos tanto para el abastecimiento urbano o industrial, como para regadíos, se pone en marcha la desaladora de Balerna. Campo de Dalías, con una capacidad de producción de 30 hm<sup>3</sup> / año, destinados a paliar el déficit de los recursos existentes en el Campo de Dalías. Destinando 22,5 hm<sup>3</sup> al abastecimiento urbano y 7,5 hm<sup>3</sup> al riego. Esta desaladora ha ampliado su capacidad en 10 hm<sup>3</sup> más, pendientes de asignación a regadíos.

### 3.2. ACUIFERO SITUACIÓN GENERAL

Bajo la sierra de Gador, existe una capa acuífera de hasta 1.000 m de espesor, formada por rocas carbonatadas, muy fisuradas y fragmentadas en bloques. Esta capa carbonatada aflora en la sierra y forma una bóveda que discurre de Este a Oeste, con una altitud de más de 2.000 m.

Hacia el Sur se hunde, y en la llanura (campo de Dalías) y queda oculta bajo materiales en general más recientes (coberteras), principalmente impermeables



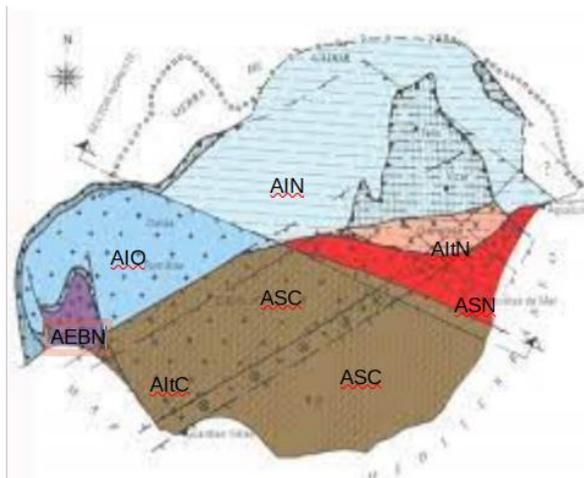
Esquema de los acuíferos de la masa de aguas 060.013 (IGME izquierda; JAA, derecha)

En la zona de sierra se produce su principal recarga (por infiltración de las precipitaciones y un probable trasvase subterráneo desde el Alto Andarax); el agua recogida acaba acumulándose en sus partes más hundidas, como ocurre bajo la llanura del Campo de Dalías (su zona de acumulación), constituyendo los acuíferos inferiores por su posición estructural. Sobre ellos, encima de las coberteras impermeables que los recubren, se encuentran tramos permeables que forman los acuíferos de cobertera de naturaleza porosa y mucho menos potentes (acuíferos superiores).

La distribución geométrica existente, de materiales permeables e impermeables, ha dado lugar a la conexión de la capa carbonatada (acuíferos inferiores) con el mar solo en los extremos occidental (por Balanegra, de forma indirecta a través de un pequeño acuífero poroso, de importancia estratégica) y por el extremo oriental (Aguadulce, de forma directa, y desde un sector costero del noreste de Roquetas de forma indirecta a través de acuíferos de cobertera).

Es, por tanto, dado que, en el régimen natural, los niveles del agua se mueven por gravedad, desde las cotas más altas, hasta las más bajas, y que, como consecuencia de la explotación, se haya producido una bajada de niveles (por debajo del marino), se ha producido la entrada de agua de mar a este potente acuífero carbonatado (flechas rojas en figura anterior). La disposición geométrica de los materiales también ha permitido la relación entre acuíferos inferiores y de cobertera por zonas determinadas (locales y puntuales), formando un complejo conjunto de acuíferos puntualmente interrelacionados entre sí, y puntualmente relacionados con el mar; esto ha establecido que, si bien existe salinización de los acuíferos, esta no haya sido ni general ni rápida a pesar del descenso del freático de los mismos.

En cualquier caso, podemos diferenciar dos acuíferos inferiores el AIO y el AIN; que son los acuíferos principales del campo por el que el volumen de sus recursos, su calidad y el bombeo que siempre han soportado; sobre estos se disponen varios acuíferos de cobertera, siendo los más importantes el AEBN y el ASC, para el sector centro Occidental y el ASN y el AltN para el sector Noreste. Todos ellos conectados entre sí de forma local y puntual, y localmente conectados con el mar. Para mayor claridad, la siguiente figura, ofrece una visión vertical de los mismos; para entenderla plenamente, hay que saber que bajo los acuíferos superiores (color marrón, rojo y naranja) se desarrolla el acuífero inferior.



Posición de los distintos acuíferos de los que extraen los pozos (IGME).

Cada acuífero, tiene sus propias características de almacenamiento y disponibilidad del agua; así como de propiedades de la misma.

NOMBRE DEL ACUÍFERO	REG. HIDRÁULICO	POROSIDAD (%)	COEF. ALMACENAMIENTO	PERMEABILIDAD (m/día)	TRANSMISIVIDAD (m <sup>2</sup> /día)
Acuífero del Alto Andarax	LIBRE				
AIO		2-5	2,5 · 10 <sup>-4</sup>		14.400-21.600
AIN		(zonas libres)	1,5 · 10 <sup>-3</sup>		
ASC	LIBRE	10-20			240-720
ASN	LIBRE				
AITN					
AITC					
EBN					720-1.400

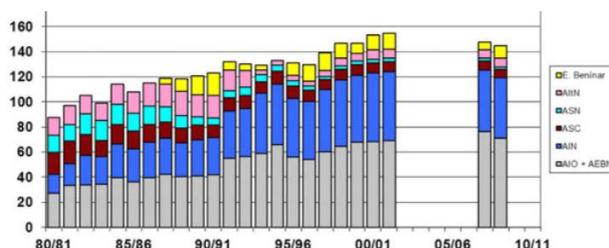
Características de los distintos acuíferos (según el PH-CMA 2021-2027)

Estos datos indican que el acuífero superior tiene una mayor capacidad de almacenar agua (porosidad 10-20%, frente a un 2-5% del inferior), pero esta agua se mueve más lentamente en él que en el acuífero inferior, por lo que requiere de un mayor número de sondeos, para la misma extracción.

### 3.3. BOMBEO

Los importantes cambios que se han producido en el funcionamiento del acuífero se deben principalmente al bombeo que han venido produciendo para el desarrollo de la agricultura y del urbanismo, principalmente.

La atención a las demandas (agrícolas y urbanas) se ha resuelto en todo el período de uso (desde hace más de 50 años) con bombes, casi de forma exclusiva. La Figura 5 muestra el seguimiento detallado de bombes por acuíferos, de 1980/81 a 1999/00 y de 2007/08 – 08/09.

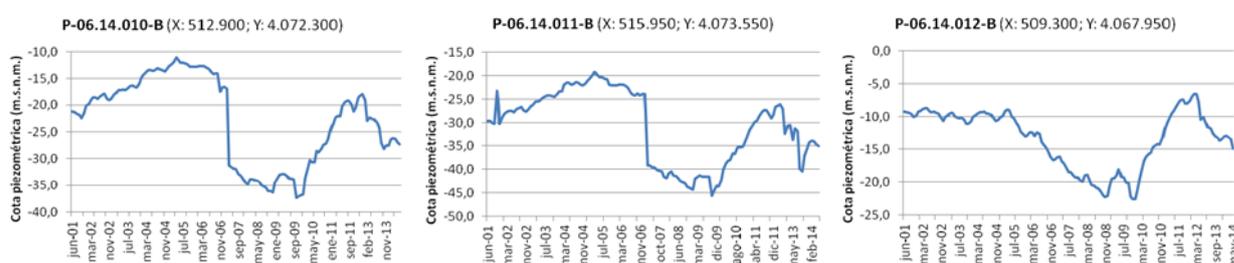


Leyenda, de abajo hacia arriba, AIO+AEBN;AIN;ASC;ASN;aitN

*Procedencia del agua suministrada a las demandas del Campo de Dalías (urbano, industrial, agrícola)  
(IGME)*

Los volúmenes de agua extraídos, se han mantenido por debajo de lo asignado en el Plan Hidrológico para la masa de aguas (164, 54 hm<sup>3</sup>), pero se ha aumentado la extracción de los acuíferos inferiores (en color Gris y Azul) y reducido los de las superiores, y otras fuentes. En 1986, se comienza a tener conciencia de la sobre explotación del acuífero (declarándose por RD 2618/1986 provisionalmente sobre explotado), y es en 1995 cuando se declara definitivamente como Sobre explotado.

Esta sobre explotación, ha hecho que los niveles del acuífero inferior bajen y sea preciso profundizar los sondeos y extraer agua a mayor profundidad, si bien en los últimos años esta caída de los niveles se ha reducido, según se recoge de los gráficos publicados por el PH-CMA para distintos periodos (ver figura 7), que tienen su origen en investigaciones del IGME.



*Evolución de los niveles piezométricos en el periodo señalado (PH- CMA)*

El sistema de extracción del agua, se realiza casi por unanimidad mediante bombas sumergidas accionadas por energía eléctrica.

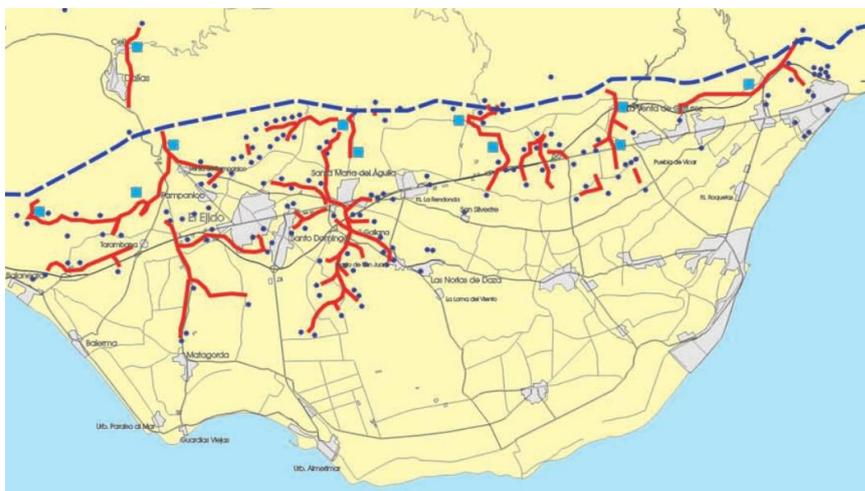
### 3.4. REDES DE ABASTECIMIENTO

El agua extraída es conducida hasta las fincas mediante un sistema de red principal, del que derivan ramales secundarios que llegan hasta las fincas.

La red de distribución es de longitud variable, dependiendo de la situación del pozo y de la comunidad a la cual sirve, pudiendo ser de apenas un kilómetro, hasta llegar a discurrir por varios kilómetros.

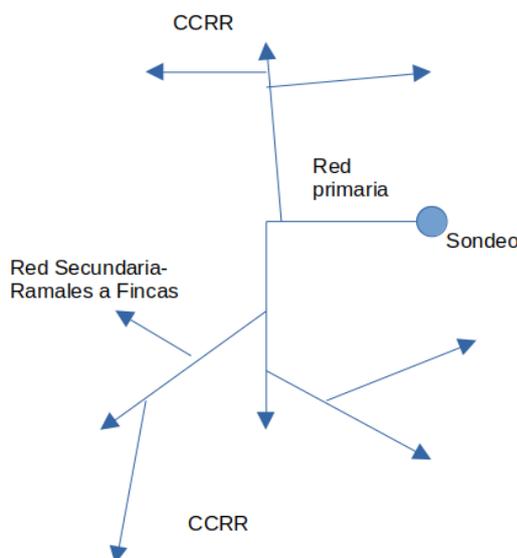
La ejecución de las redes de riego se ha venido realizando a lo largo de los años, conjuntamente con el desarrollo de la agricultura intensiva, así que las conducciones anteriores a 1980 eran en su mayoría canales a cielo abierto, hoy ya mejorados a conducciones en materiales plásticos (PVC o Polietileno unidas por piezas estancas). Estas conducciones mejoradas en los años 80 se ejecutaron, se realizaron mediante materiales no plásticos, utilizando tramos de tubería de 6 m unida por bridas; son conducciones enterradas o no según los casos (dado que como se aprecia en el análisis geológico y geotécnico, los suelos por los que discurren las conducciones presenta en muchos tramos un perfil rocoso; algo que hace complicada su excavación con los métodos actuales, pero que, en los años 80, debía de ser prohibitiva).

A la situación de la edad de las tuberías, hay que sumar el hecho de que cuando se ejecutaron, discurrían por zonas despobladas, hoy ya urbanas o industriales, con alta densidad de población; si a esto sumamos el aumento de la densidad de cultivos y la antigüedad de la red, nos lleva a que ya en el Plan de Ordenación Territorial del poniente almeriense se contemplara la necesidad de modificación de las infraestructuras de riego.



POTPA, actuaciones programadas en infraestructuras hidráulicas de riego

El esquema de las redes de suministro es en todos los casos, muy similar; se parte de un pozo de extracción, que vierte a una tubería general que conduce el agua hasta la zona de cultivo y aquí se ramifica en una red secundaria para dar servicio a las distintas fincas.



Esquema general de la Comunidad la distribución de una CCRR.

Un parámetro a tener en cuenta en relación con las redes de transporte, es la pérdida de agua durante este. Son muchos los estudios que se han realizado al efecto, pero ninguno es actual, no obstante, en el último de ellos, realizado por el IARA en colaboración con la universidad de Granada, durante 1992; las pérdidas sobre las demandas podían superar el 20%.

LOCALIZACIÓN	VOLUMEN TOTAL (hm3)	%SOBRE PERDIDAS	% SOBRE DEMANDAS
Evaporación en balsas (6.217 uds)	3,23	17,1	3,6
Evaporación en la red de riego	0,28	1,5	0,3
Filtraciones en la red de riego (acequias y canales)	8,64	45,6	9,7
Pérdidas en el campo (manejo, filtración profunda, etc.)	6,79	35,8	7,6
TOTAL	18,94	100	21,2

Perdidas en las redes de suministro (IARA 1992)

### 3.5. INVERNADEROS

En general, la superficie de invernaderos ha aumentado en la provincia por el cambio de cultivos hacia los cultivos protegidos y por el aumento de superficie de estos, desde que en 1963 se construyera el primer invernadero, hasta la actualidad.

Según datos del PH.CMA, la superficie en invernadero sobre la masa de agua 060.013 era en 2003 de 22.360,04 ha, y en 2014 de 20.545,45 ha. La desviación a la baja puede deberse al hecho de que en la primera contabilidad se establecieron superficie bruta y en la segunda en PH, solo contemplase superficie neta (la relación entre ellas es de aproximadamente un 15%).

El suelo sobre el que se desarrollan estos invernaderos, es, en su mayoría, un suelo artificial; tal y como se desarrolla en el anejo de geología, la mayor parte de los suelos de la comarca presentan unas condiciones de profundidad limitante (en la mayoría de los casos, apenas unos centímetros de suelo, hasta que se llega a la roca); esta falta de suelo agrícola no permitiría el desarrollo de las plantas, por este motivo se desarrolló en Almería y Granada, una técnica denominada “enarenado” que como sistema de cultivo, consiste en colocar sobre el suelo natural (normalmente rocoso o de poco espesor) una capa de entre 40-50 cm de suelo orgánico (procedente de canteras; la más famosa es la de las norias, que se desarrolla en más de 150 ha y que ha dado lugar a un embalse artificial como consecuencia de ella subida piezométrica del acuífero superior). Este suelo de cantera se coloca sobre el suelo natural (rocoso) en espesor variable pero normalmente de más de 40 cm; sobre él se coloca una capa de unos centímetros de materia orgánica (estiércol) y encima de este unos 5-10 cm de arena (también procedente de canteras).

El Enarenado permite cultivar en terrenos sin la suficiente profundidad para que se desarrollen los cultivos, pero además aumenta la temperatura del suelo, reduce las necesidades de agua de los cultivos y permite el cultivo con aguas de mala calidad (aguas salinas), en tanto que la arena, impide los movimientos verticales de la misma (si el agua tiene movimiento vertical, cuando llega a la superficie se evapora y en la zona alta la concentración de sales va aumentando hasta que se hace tóxica para el cultivo).

Así mismo, indicar que la estructura productiva, el invernadero, es una nave ligera; en la estructura soporte, puede implementarse desde madera, hasta perfiles o redondos de acero galvanizado. La altura va de los 4 a los 6 m, y la cubierta puede ser desde film de polietileno, hasta maya de hilos trenzados. También los hay más sofisticados, pero el modelo general es el que se llama “orto-Almería”. L

### 3.6. CANTIDAD DE AGUA PARA EL RIEGO EN INVERNADEROS

Según el PH-CMA, los invernaderos dependientes de la masa de agua 060.013 tienen asignados por hectárea de 6.700 m<sup>3</sup>; esto es un consumo estimado según el ET (evapotranspiración) de 6.300 m<sup>3</sup> /ha /año más un porcentaje de pérdidas en las conducciones, en la distribución o en la aplicación.

		Mini (%)	Máx (%)
Eficiencia	en conducción	0,85	0,95
Eficiencia	en distribución	0,70	0,95
Eficiencia	en aplicación		
	Gravedad	0,68	0,68
	Aspersión	0,81	0,82
	Localizado	0,98	1,00

*% asignadas por el PH-CMA para calcular la dotación bruta por hectárea.*

En el caso del cultivo en invernadero, se ha establecido valores mayores que los contemplados en el máximo de eficiencia según el PH-CMA (valor máximo de eficiencia 0,90; en el caso de los invernaderos la eficiencia estaría en el 0,95 total).

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



COMUNIDAD DE REGANTES  
TIERRAS DE ALMERÍA

en Hm3	Poniente Almería	Invernaderos
<b>dotación Total</b>	<b>164,54</b>	<b>137,65</b>
aguas superficiales	14	11,71
aguas fluyentes	11,82	9,89
subterráneas	78,67	65,81
regeneradas	12,55	10,50
desaladas	47,5	39,74
transferencias	0	0,00

*Invernaderos. Consumo de agua, por procedencia (PH-CMA 2021-2027)*

Las necesidades brutas del cultivo 137,65 hm<sup>3</sup>, (lo que necesita, cantidad neta, más lo que se pierde en redes, etc.); es por tanto que la cantidad de agua neta que necesita un cultivo para desarrollarse, parte de la Eto (evapotranspiración de referencia, antes evapotranspiración potencial), que se calcula mediante fórmulas que tienen en cuenta las condiciones climatológicas, a la que se aplica un coeficiente que varía a lo largo del ciclo del cultivo y con el cultivo (Kc).

El cálculo de Eto, no es fácil, y en la bibliografía existen varios métodos para ello, ofreciendo resultados, para los mismos datos climáticos de partida (o datos de la misma zona) diferentes (son cálculos matemáticos basados en distintas variables climáticas), según la fórmula empleada; en nuestro caso, hemos establecido como método de cálculo la fórmula de Penman-Monterrey, adaptando as condiciones climáticas al interior del invernadero mediante coeficientes.

Estos datos de necesidades teóricas en l/m2/día, a los que se aplica el coeficiente de cultivo Kc, se calculan por meses para los distintos cultivos (esto solo se modifica con el agua de lavado, que se ha calculado mediante una dotación fija por hectárea, dado que no depende del cultivo y si de las condiciones de suelo, agua y manejo). La cantidad total de agua empleada es pues el resultado de las necesidades por hectárea y mes, multiplicadas por la superficie de cultivo que hay en ese momento en la zona. Hay que entender que los cultivos hortícolas tienen un ciclo de meses y que por tanto a lo largo de un año se puede desarrollar un solo cultivo (sobre una parcela) o varios cultivos (en la misma parcela); a esto se llama alternativa, y establece el grado de ocupación de una parcela teórica que tuviera los % de los cultivos de toda la comarca, mes a mes y a lo largo del año.

ALTERNATIVAS DE CULTIVO Zona					
CULTIVO	CICLO 1		CULTIVO	CICLO 2	
	%	superf. Ha.		%(sobre ant.)	superf. Ha.
Pimiento	45 %	9.245	Melón	50 %	4.623
			Sandía	30 %	2.774
			Pimiento	20 %	1.849
Pepino	20 %	4.109	Pepino	15 %	616
			Melón	50 %	2.055
			Sandía	30 %	1.233
			Pepino	5 %	205
			Tomate	80 %	1.644
Tomate	10 %	2.055	Melón	10 %	205
			Sandía	10 %	205
			Berenjena	100 %	2.055
Berenjena	10 %	2.055	Judía	50 %	0
			Melón	10 %	0
			Sandía	10 %	0
			Calabacín	10 %	0
Judía	0 %	0	Calabacín	60 %	1.849
			Melón	15 %	462
			Sandía	25 %	770
			TOTALES	100 %	20.545

*Alternativa media de los cultivos en la comarca*

Con estos datos (para mayor ampliación, ver el anejo agronómico) el consumo de agua en la JCUAPA sería de:

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



Nº Necesidades totales de agua en m³/mes	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total
	BERENGENA	228.280	552.451	1.162.930	1.597.145				1.030.107	1.181.452	1.102.195	520.943	333.159
JUBA													
CALABAZON	99.712	406.533	1.383.263	0				925.682	2.223.229	1.570.460	678.606	571.850	
SABERA	268.669	1.828.320	3.874.317	4.868.461	6.348.426	6.567.710							
MELON	396.079	3.055.331	5.711.622	7.844.225	9.359.020	9.682.294							
PERINO	67.814	200.831	589.192	1.036.191				1.812.423	3.265.006	2.557.807	1.097.835	975.870	
PIMENTO	258.322	651.350	1.065.727	1.283.526				4.077.952	5.857.794	5.755.067	2.816.319	2.079.625	
TOMATE	229.620	578.978	1.553.726	1.934.464	1.774.263			1.133.354	1.467.117	1.035.929	548.918	415.237	
DESALACION							4.982.627						
<b>TOTAL</b>	<b>1.548.497</b>	<b>7.273.994</b>	<b>15.340.776</b>	<b>18.564.012</b>	<b>17.481.710</b>	<b>16.250.004</b>	<b>4.982.627</b>	<b>8.979.518</b>	<b>13.994.597</b>	<b>12.021.458</b>	<b>5.662.621</b>	<b>4.375.740</b>	<b>126,48Hm³</b>

Consumo de agua convencional y desalada en los Invernaderos del Poniente de Almería.

Es decir, el consumo de agua de los invernaderos adscritos a la JCUAPA sería (calculado teórico) de 126,48 hm³ (muy similar al asignado por el PH-CMA para el periodo 2021-2027. Siendo el consumo calculado por hectárea de aproximadamente 6.300m³ (lo que revalida los datos del PH. CMA para el Poniente de Almería).

De estos cálculos, resulta que el nuevo balance del PH-CMA quedaría para el periodo 2021-2027, según distintas fases en relación con la dotación de agua desalada para la agricultura y la ejecución de las obras precisas para que la totalidad de la JCUAPA pueda utilizar esta agua:

	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	Total
F(p) agua convencional	1.548.497	7.273.994	15.340.776	18.564.012	17.481.710	16.250.004	4.982.627	8.979.518	13.994.597	12.021.458	5.662.621	4.375.740	126,48
Desalada	86.344	405.596	855.397	1.035.124	974.775	906.095	277.830	500.695	780.335	670.313	315.746	243.990	7,05
F(1) agua convencional	1.548.497	7.273.994	15.340.776	18.564.012	17.481.710	16.250.004	4.982.627	8.979.518	13.994.597	12.021.458	5.662.621	4.375.740	126,48
Desalada	201.469	409.596	855.397	1.035.124	974.775	906.095	277.830	500.695	780.335	670.313	315.746	243.990	16,46
F(2) agua convencional	1.548.497	7.273.994	15.340.776	18.564.012	17.481.710	16.250.004	4.982.627	8.979.518	13.994.597	12.021.458	5.662.621	4.375.740	126,48
Desalada	328.106	1.541.264	3.250.509	3.933.470	3.704.145	3.443.162	1.055.753	1.902.642	2.965.271	2.547.189	1.199.835	927.162	26,80
F(3) agua convencional	1.548.497	7.273.994	15.340.776	18.564.012	17.481.710	16.250.004	4.982.627	8.979.518	13.994.597	12.021.458	5.662.621	4.375.740	126,48
Desalada	457.506	2.149.117	4.532.464	5.484.776	5.165.007	4.801.097	1.472.128	2.653.017	4.134.733	3.551.765	1.673.033	1.292.821	37,37

Evolución de los consumos de agua convencional y desalada para el periodo 2021-2027, según un desarrollo teórico-real por fases.

En el desarrollo por fases, hemos considerado la fase (p) como la de este proyecto, es decir, asignación de 7,5 hm³ de agua desalada de la desaladora de Balerna; la fase (F1) como la ampliación, ya aprobada de 10 Hm3 que presumiblemente irán destinados a dotación de riegos (aunque aún no está firmado el convenio), y hemos establecido dos fases teóricas (F2) al a que hemos asignado una dotación de 11 hm³ y una cuarta fase (F3) en la que la disponibilidad de agua desalada sería de 11,24 hm³. La suma total de fases nos daría el cumplimiento del objetivo del Ph-CMA, de reducir las extracciones del acuífero en 39,74 hm³, lo que sumado al uso de 10,50 hm³ de aguas regeneradas, tendríamos 50,24 hm³ de reducción en las extracciones agrícolas.

Hay que considerar que el agua desalada aportada al sistema es "bruta" es decir se perderá por ineficiencias la misma cantidad que se pierde en la actualidad.

	Agua desalada aportada	Agua desalada neta
F(p)	7,5	7,05
F(1)	17,5	16,46
F(2)	28,5	26,80
F(3)	39,74	37,37

Relación entre el agua desalada aportada y la utilizada (neta) por el cultivo.

3.7. CALIDAD DE AGUA PARA EL RIEGO EN INVERNADEROS

La calidad del agua varía según nos refiramos al acuífero superior o inferior. Según el PH-CMA, que no hace distinciones entre ambos, tenemos valores máximos en las extracciones del acuífero superior (con la excepción del Calcio que es muy superior en el acuífero inferior), y valores mínimos en las aguas pertenecientes al acuífero inferior. El dato más relevante en este sentido es la conductividad eléctrica, que se sitúa en valores máximos del 2,5 mS/cm² (análisis 2002-2004) y llega a valores de 5,3 mS/cm²

(análisis 2002-2009) y para los mismos periodos, los valores mínimos eran de 0,44 y 0,28, mS/cm<sup>2</sup> respectivamente.

## 4.- OBJETO DEL PROYECTO

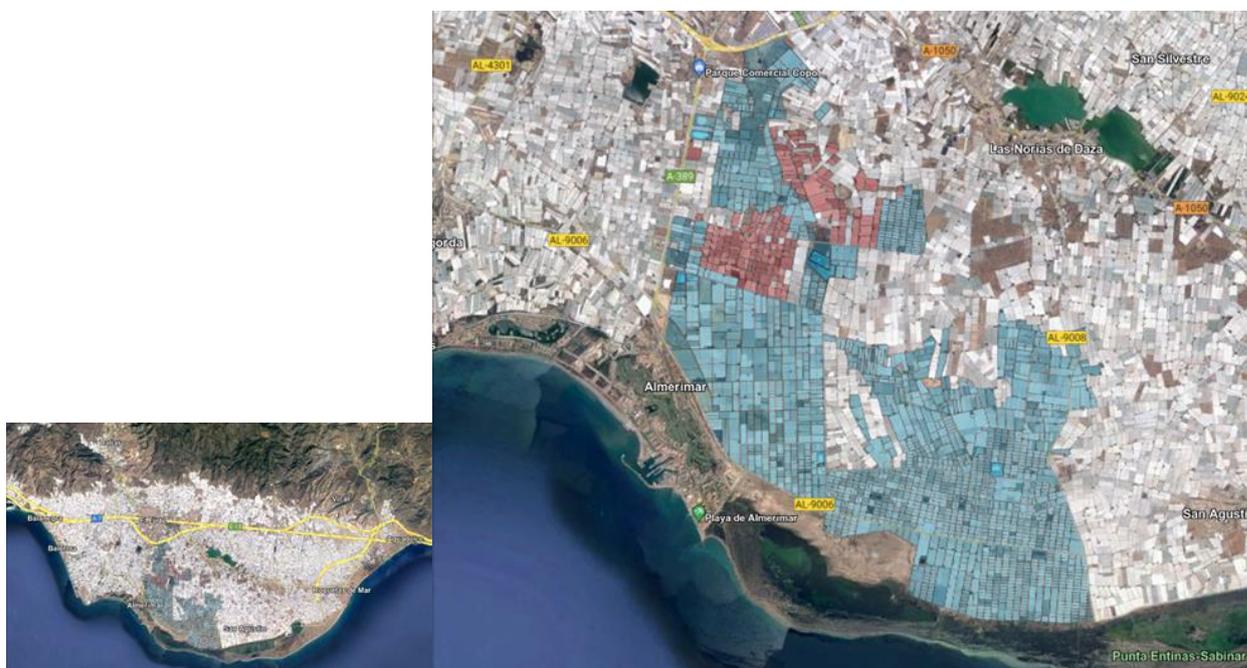
### 4.1. OBJETO DE LA MODERNIZACIÓN

Como hemos visto la JCUAPA tiene por finalidad, la de proteger los derechos e intereses de los usuarios de riego y de las Comunidades de Regantes (CCRR) frente a terceros, y ordenar y vigilar el uso coordinado de sus propios aprovechamientos. En relación con el PH-CMA, masa de aguas 060.013 existe el compromiso de reducir las extracciones al objeto de hacer sostenible el acuífero, reduciendo los impactos que la excesiva explotación de los recursos hídricos, está produciendo en la masa de agua.

Las Comunidades de Regantes:

superficie del proyecto	Sup. Bruta (ha)	Sup. Neta (ha)
CCRR Tierras de Almeria	2.408,21	2.046,98
CCRR Montoya-Martirio	271,95	231,16
CCRR Tera	52,18	44,35
CCRR Casas	15,91	13,52
CCRR Cañada de Cortes	15,65	13,30
CCRR H.Gomez	13,18	11,20
CCRR. Rinconcillo	9,31	7,91
CCRR S.Telmo-Ramon G.	13,68	11,63
<b>Total</b>	<b>2.800,07</b>	<b>2.380,06</b>

Comunidades de regantes adscritas al proyecto, con indicación de su superficie bruta y neta en ha



Situación de las distintas comunidades adscritas al proyecto

Se encuentran colindantes entre sí, son miembros de la JCUAPA y extraen aguas para el riego de la masa de aguas que gestiona la Junta central tanto del acuífero superior como del inferior, según la

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



COMUNIDAD DE REGANTES  
TIERRAS DE ALMERÍA

situación de sus pozos; y se han unido para poder efectuar obras que permitan el uso de aguas no convencionales, mejorando la calidad de las que actualmente emplean (extraen del acuífero superior e inferior y por tanto tienen una calidad variable), y posibilitando poder cumplir el acuerdo que en su nombre ha establecido la JCUAPA en relación con la sostenibilidad de la masa de aguas 060.013.

superficie del proyecto	Dot.. Bruta (hm <sup>3</sup> )	Consumo. Neta (hm <sup>3</sup> )
CCRR Tierras de Almería	13,71	12,90
CCRR Montoya-Martirio	1,55	1,46
CCRR Tera	0,30	0,28
CCRR Casas	0,09	0,09
CCRR Cañada de Cortes	0,09	0,08
CCRR H.Gomez	0,08	0,07
CCRR. Rinconcillo	0,05	0,05
CCRR S.Telmo-Ramon G.	0,08	0,07
<b>Total</b>	<b>15,95</b>	<b>14,99</b>

*Dotación bruta de las comunidades del proyecto*

Estos 15,95 hm<sup>3</sup>, son extraídos del acuífero inferior y superior, en las siguientes proporciones, según el punto en el que se encuentra el pozo y las fincas a las que sirve.

superficie del proyecto	Dot.. Bruta (hm <sup>3</sup> )	Extrc Acuífero Superior hm <sup>3</sup>	Extrc Inferior Superior hm <sup>3</sup>
CCRR Tierras de Almería	13,71	3,40	10,32
CCRR Montoya-Martirio	1,55	1,55	
CCRR Tera	0,30	0,30	
CCRR Casas	0,09	0,09	
CCRR Cañada de Cortes	0,09	0,09	
CCRR H.Gomez	0,08	0,08	
CCRR. Rinconcillo	0,05	0,05	
CCRR S.Telmo-Ramon G.	0,08	0,08	
<b>Total</b>	<b>15,95</b>	<b>5,63</b>	<b>10,32</b>

*Extracciones de las comunidades, con indicación del acuífero del que extraen*

No obstante, el agua, una vez extraída del acuífero, y antes de llegar a la finca de cultivo, puede ser utilizada sola, o mezclada (mezcla de aguas de distintos acuíferos, por lo que tenemos dos situaciones netamente diferenciadas: fincas que utilizan agua mezclas del acuífero superior e inferior, y fincas que utilizan solo aguas procedentes del acuífero superior; entre las primeras están las que pertenecen a la CCRR tierras de Almería, y entre las segundas, están las fincas pertenecientes al resto de comunidades adscritas al proyecto.

Al objeto de poder cumplir, entre otras, con el acuerdo para reducir las extracciones del acuífero, mediante el uso de aguas no convencionales, estas comunidades se plantean las siguientes obras:

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



OBRAS	FIN
Instalación de central hidroeléctrica balsa norte	Aprovechar la energía que tiene el agua suministrada por la red de agua desalada, antes de ser vertida a la balsa Mejora de la eficiencia energética
Balsa Norte	poder pasar de un suministro continuo a un consumo discontinuo Mantener la presión en la red de suministro, no precisando bombeos complementarios Mezclar con el agua procedente del acuífero inferior
Campo fotovoltaico Norte	Generación de energía a partir de la luz solar Reducción de la evaporación en las basas, mediante la instalación de placas fotovoltaicas sobre ellas. Reducción huella de carbono, sustitución de energía
Mejora ambiental zona norte	instalación de bebederos, nidos, comederos para fauna salvaje Traslación/siembra de especies vulnerables o que corren riesgo de estarlo. utilización de especies vulnerables o en peligro para la restauración ambiental
Red de Conducción Principal	conducir el agua convencional y desalada hasta la zona de consumo Reducir los riesgos de tener una red de agua a presión en zonas urbanas densamente pobladas reducir las pérdidas Mejorar las posibilidades de reparación en caso de averías (zonas densamente pobladas)
Balsa Sur	poder pasar de un suministro continuo a un consumo discontinuo Mantener la presión en la red de suministro, no precisando bombeos complementarios Mezclar con el agua procedente del acuífero
Mejora ambiental zona Sur	instalación de bebederos, nidos, comederos para fauna salvaje Traslación/siembra de especies vulnerables o que corren riesgo de estarlo. utilización de especies vulnerables o en peligro para la restauración ambiental
Red de distribución secundaria, hidrantes	conducir el agua convencional y no convencional hasta las zonas de consumo Instalación de válvulas, medidores, etc... para mejorar la eficiencia de la red.
Automatización y control de la red	mediante la telematización de los distintos elementos que componen la red, de forma que se permita un control y automatización de la misma, sistemas de vigilancia ante averías y pérdidas, el control de los consumos y la facturación binómica del agua utilizada por cada uno de los comuneros.

4.2. OBJETO AGRONÓMICO.

El proyecto se basa en la utilización de aguas de desaladora (aguas no convencionales) para sustituir a las aguas de extracción del acuífero, Se trata de 8 comunidades de regantes, integradas en la JCUAPA y que engloban 2.800,07 ha Brutas, con un consumo total de 15,95 hm<sup>3</sup>

La Alternativa de cultivos estaría igual que para la JCUAPA, pero referenciada a la superficie total de estas comunidades.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
<b>Superficies</b>												
BERENJENA	240,34	240,34	240,34	240,34	0,00	0,00	0,00	240,34	240,34	240,34	240,34	240,34
JUDIA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CALABACIN	216,31	216,31	216,31	0,00	0,00	0,00	0,00	360,51	360,51	360,51	360,51	360,51
SANDIA	582,82	582,82	582,82	582,82	582,82	582,82	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MELON	859,21	859,21	859,21	859,21	859,21	859,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PEPINO	96,14	96,14	96,14	96,14	0,00	0,00	0,00	480,68	480,68	480,68	480,68	480,68
PIMIENTO	216,31	216,31	216,31	216,31	0,00	0,00	0,00	1.081,53	1.081,53	1.081,53	1.081,53	1.081,53
TOMATE	192,27	192,27	192,27	192,27	192,27	0,00	0,00	240,34	240,34	240,34	240,34	240,34
DESINFECTACION	-	-	-	-	-	-	2.403,39	-	-	-	-	-
<b>Totales</b>	<b>2.403,39</b>	<b>2.403,39</b>	<b>2.403,39</b>	<b>2.187,09</b>	<b>1.634,31</b>	<b>1.442,03</b>	<b>2.403,39</b>	<b>2.403,39</b>	<b>2.403,39</b>	<b>2.403,39</b>	<b>2.403,39</b>	<b>2.403,39</b>

Superficie por cultivos de la alternativa objeto del proyecto en ha.

El consumo mensual de estos invernaderos es de:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
<b>Nt = Necesidades totales de agua en m<sup>3</sup>/mes</b>													
BULBUKIA	27.161	65.731	138.365	190.028				122.562	140.569	131.139	61.982	39.639	
JUBA													
CALABACIN	11.864	48.369	164.580	0				110.138	264.519	186.853	80.740	68.039	
SANDIA	31.966	217.533	460.965	579.248	755.335	781.425							
MELON	47.125	363.547	679.568	933.304	1.113.534	1.151.997							
PEPINO	8.069	23.895	70.102	123.286				215.642	388.470	304.327	130.620	116.109	
PIMIENTO	30.735	77.497	126.800	152.714				485.194	696.959	684.737	325.085	247.433	
TOMATE	27.320	68.887	184.862	230.162	211.101			134.846	174.557	123.255	65.310	49.405	
DESINFECTACION							592.832						
<b>Total</b>	<b>184.240</b>	<b>865.458</b>	<b>1.825.242</b>	<b>2.208.742</b>	<b>2.079.970</b>	<b>1.933.422</b>	<b>592.832</b>	<b>1.068.381</b>	<b>1.665.074</b>	<b>1.430.311</b>	<b>673.738</b>	<b>520.625</b>	<b>15.05 Hm<sup>3</sup></b>

Consumo de los cultivos de la alternativa objeto del proyecto en m<sup>3</sup>.

Esto nos daría un cuadro en función de las distintas fases de:

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
<b>F(p)</b>													
agua convencional	184.240	865.458	1.825.242	2.208.742	2.079.970	1.933.422	592.832	1.068.381	1.665.074	1.430.311	673.738	520.625	15.05
Desalada	10.273	48.258	101.775	123.159	115.979	107.807	33.056	59.573	92.844	79.754	37.567	29.030	0,84
<b>F(1)</b>													
agua convencional	184.240	865.458	1.825.242	2.208.742	2.079.970	1.933.422	592.832	1.068.381	1.665.074	1.430.311	673.738	520.625	15.05
Desalada	23.971	112.601	301.775	123.159	115.979	107.807	33.056	59.573	92.844	79.754	37.567	29.030	1,96
<b>F(2)</b>													
agua convencional	184.240	865.458	1.825.242	2.208.742	2.079.970	1.933.422	592.832	1.068.381	1.665.074	1.430.311	673.738	520.625	15.05
Desalada	39.038	183.379	386.745	468.003	440.718	409.667	125.613	226.376	352.807	303.064	142.756	110.314	3,19
<b>F(3)</b>													
agua convencional	184.240	865.458	1.825.242	2.208.742	2.079.970	1.933.422	592.832	1.068.381	1.665.074	1.430.311	673.738	520.625	15.05
Desalada	54.434	255.701	539.272	652.578	614.532	571.234	175.153	315.655	491.950	422.588	199.057	153.820	4,45

Consumo de los cultivos de la alternativa por fases del proyecto, con indicación del agua desalada m<sup>3</sup>.

La mejora del agua de los cultivos, trae como consecuencia una mayor productividad, un menor índice de enfermedades (lo que supone un menor consumo de fitosanitarios) y en algunos casos un menor consumo de fertilizantes; en nuestro caso el uso de aguas desaladas eleva el consumo de fertilizantes cálcicos (el agua del acuífero inferior es muy rica en calcio, lo que establece que se ha de aportar), pero por otra parte este calcio que va en forma de carbonatos y bicarbonatos, requiere de neutralización para fertilizar los cultivos. Al aportar menos carbonatos y bicarbonatos, el uno de ácido se reduce (como hemos visto en el anexo agronómico, el ácido nítrico es un fertilizante muy poco eficiente en cuanto a su fabricación, requiriendo una gran cantidad de energía para poder fabricarlo; lo que supone una enorme cantidad de CO<sub>2</sub> vertido a la atmósfera.

### 4.3. OBJETIVO ENERGÉTICO

Es el segundo componente del proyecto. En este sentido indicar que el consumo de energía ha estado tradicionalmente asociado al conjunto de la actividad económica, hasta el punto de presentar una elevadísima correlación con el grado de desarrollo económico y con la renta per cápita de las distintas sociedades; un elevado consumo de energía siempre ha sido y continúa siendo un indicador de prosperidad económica. Sin embargo, cada vez se hacen más patentes los perjuicios medioambientales derivados de estos elevados consumos energéticos y, por muy diferentes motivos, la energía ha pasado a ser uno de los problemas ambientales percibidos como más graves por el conjunto de la sociedad. La reciente eclosión del problema del cambio climático no ha hecho sino consolidar esa idea, dado que se asume que la producción de energía es la principal responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera y que, en consecuencia, las soluciones para este problema habrán de pasar por procesos de ahorro y de mejora de la eficiencia energética.

El consumo de energía ha adquirido, pues, un carácter ambivalente y constituye, cuando alcanza valores elevados, tanto un indicador de prosperidad y desarrollo económico como la evidencia de un importante problema medioambiental.

En términos acumulados la provincia de Almería, con el 9% del total de la región, no puede considerarse como una de las zonas de mayor consumo eléctrico de Andalucía; el sector agrícola, con un consumo de más 340 GWh en 2019, según el Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA), es el mayor de toda la comunidad autónoma.

Esta circunstancia hace que su repercusión en el consumo global de energía de la propia provincia sea superior al 11%, tres veces mayor que el impacto de este mismo sector en el consumo del resto de las provincias andaluzas y españolas.

De este consumo eléctrico para usos agrícolas de la provincia de Almería, también según el SIMA, más del 51% corresponde a la demanda del Campo de Dalías que, como ya sabemos, es la zona con mayor acumulación de invernaderos. En términos normalizados con relación a la superficie invernada, el campo de Dalías ofrece un resultado de consumo anual en el orden de 1 kWh/m<sup>2</sup>, valor que puede considerarse como muy reducido y que, además, se corresponde con el hecho de que la potencia media instalada por explotación sea solamente de 7.8 kW, dedicados normalmente a alimentar los cabezales que impulsan el agua en los sistemas de riego por goteo de alta eficiencia instalados en los invernaderos.

La modernización de regadíos supone un incremento en el uso de la energía del sistema agronomía; Corominas (2010) estimó que, mientras que el uso del agua por unidad de superficie había descendido en un 21 % a escala nacional entre 1950 y 2007, la demanda de energía se había incrementado en un 657 %. Rodríguez Díaz et al. (2011a) mostraron como en comunidades de regantes (CCRR) andaluzas recientemente modernizadas, usuarias de aguas superficiales, el consumo medio de energía era de 1.000 kW h/ha mientras que la demanda de potencia ascendía a 1,56 kW/ha.

Este consumo de energía no debe venir sin su correspondiente reducción de la producción de Gases Efecto Invernadero; en este sentido, tenemos que usando datos de la FAO se estimó que la producción de CO<sub>2</sub>

## 5.- PROMOTOR

El promotor de este proyecto es la Sociedad Mercantil Estatal de Infraestructuras Agrarias S.A. (a partir de este momento, SEIASA), provista de CIF nº A-82.535.303, con domicilio social en la calle José Abascal nº 4, 6ª planta, 28003 Madrid.

El beneficiario de las actuaciones contempladas en el presente proyecto es La Junta Central de Usuarios del Poniente de Almería (JCUAPA) domiciliada en la calle John Lennon, 5. 4ºD. 04700 El Ejido (Almería).

## 6.- JUSTIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES

La mejora del regadío de las zonas beneficiadas del proyecto, está justificada por las siguientes razones:

- Regeneración del acuífero mediante el uso de agua desalada proveniente de la planta de Balerna. Dicha actuación es un requerimiento legal en base al PH de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.
- Reducir las pérdidas en la red de riegos mediante la renovación de la red general existente y de hidrantes.
- Reducir el consumo energético de fuentes no renovables mediante la recuperación de la energía hidroeléctrica de la instalación en cabecera y la instalación de paneles fotovoltaicos en la balsa Norte.
- Mejorar la eficiencia de los regadíos existentes mediante la instalación de contadores y automatismos (tele-controlados) que permitan gestionar con eficiencia la red hidráulica, así como revertir a los agricultores cualquier gestión ineficiente que realicen.
- Aumentar el ahorro energético que supone la construcción de balsas de acumulación del agua de riego, aguas arriba de la zona regable.
- Mejorar la calidad del agua de riego, con diseños hidráulicos que permitan la mezcla de aguas con altas conductividades eléctricas con aguas de menor conductividad eléctrica.

## 7.- ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS Y JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

### 7.1. DEFINICIÓN Y ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS (INCLUYENDO LA ALTERNATIVA 0)

Las alternativas estudiadas han sido el material de tuberías en el proyecto, materiales y estrategia constructiva de las balsas, instalación de telecontrol, planta fotovoltaica y sistema hidroeléctrico, incluido la alternativa 0 que implicaría la no ejecución del proyecto.

## 7.2. DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN

### 7.2.1. 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.

### 7.2.2. Sistema de Ejecución 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.

### 7.2.3. Sistema de Ejecución del Telecontrol

Existen 3 tipos de Telecontroles:

#### 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.

#### Comunicación vía GSM y GPRS:

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.

#### 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.

### 7.2.4. Instalación Fotovoltaica

La instalación de fotovoltaica, no ofrece muchas diferenciaciones a nivel de sistemas. Las plantas fotovoltaicas se realizan mediante lo que se denomina módulos de paneles solares; estos están compuestos por unas celdas, cuya función reside en convertir la luz en electricidad. Cada célula fotovoltaica está formada por dos semiconductores de silicio. Una con menos electrones de valencia que el silicio, llamados P, y otra con más electrones que átomos de silicio llamados N. Estas celdas funcionan

de manera que, al impactar la energía recibida por la radiación solar, produce cargas positivas y negativas que generan un campo eléctrico con la capacidad suficiente de poder activar una corriente eléctrica.

Las células se conectan entre sí en serie y en paralelo para conseguir la tensión e intensidad de funcionamiento deseadas.

Las características de los paneles son variables y cada fabricante los realiza en una gama de potencia muy amplia, que pueden moverse entre los 50 Wpico y los 310 Wpico y su funcionamiento viene dado por una curva I-V que recoge los posibles puntos de trabajo bajo unas características específicas de radiación y temperatura.

Una vez elegido el tipo de módulo, el rendimiento está condicionado por la posición en el terreno, evitando sombras de elementos colindantes (árboles, cultivos, rocas, etc.) y una vez considerado este por la orientación hacia el sol y a la inclinación con respecto al horizonte.

Dado que los dispositivos son similares, las alternativas de la instalación fotovoltaica dependen de la posición de los paneles (algo que también está tabulado en función de la posición de la instalación y las necesidades máximas horarias que pretendamos; y el sistema de anclaje de los paneles, existiendo dos posibilidades diferenciadas en base a su producción energética y coste; es por tanto que las alternativas posibles estarían definidas por la instalación de soportes fijos con inclinación calculada para la máxima producción en los meses de máximo consumo energético y máxima producción de energía, o la instalación de soportes de seguimiento solar.

### 7.2.5. Instalación generación hidráulica

La generación hidroeléctrica es algo conocido y usado, no obstante, la minicentrales hidroeléctricas (aquellas de potencia instalada menor a 10 MW son poco conocidas y empleadas. En el caso de grandes saltos eléctricos, las cuencas mediterráneas andaluzas son posiblemente, junto con las cuencas internas catalanas y las de la costa gallega, las que menos recursos hidroeléctricos cuenta; no obstante, las minicentrales pueden aprovechar energías que no han sido consideradas, al no tener necesidad de ser instaladas en cursos fluviales y poderse instalar en conducciones hidráulicas.

Este es el caso que pretendemos teorizar en base a dos posibilidades

- La energía que tiene el agua desalada antes de ser vertida a la balsa norte.
- La energía que adquiere el agua desalada y mezcla desde la balsa norte hasta la balsa sur o la arqueta de rotura.

## 7.3. CARACTERÍSTICAS DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA

### 7.3.1. 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 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, se propone PE.

### 7.3.2. 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.

### 7.3.3. 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 Narrow band, al tener este las mejores coberturas en la zona.

### 7.3.4. Instalación de Fotovoltaica

Analizados los pormenores de ejecutar la instalación o no hacerla y ejecutar una instalación o dos, hemos determinado que por el hecho de que la instalación en la balsa Sur, esta instalación precisa de un trazado nuevo de línea eléctrica de alta, hemos considerado la posibilidad de posponer esta instalación, en tanto se consiguen los permisos para la colocación de los distintos apoyos, o quizá el interés y la posibilidad de que la Comunidad de Riegos se convierta en “comunidad energética”, amparados en el real decreto 23/2020 por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica, mediante la modificación de varios artículos de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, se definen las Comunidades de Energías Renovables como “entidades jurídicas basadas en la participación abierta y voluntaria, autónomas y efectivamente controladas por socios o miembros que están situados en las proximidades de los proyectos de energías renovables que sean propiedad de dichas entidades jurídicas y que estas hayan desarrollado, cuyos socios o miembros sean personas físicas, pymes o autoridades locales, incluidos los municipios y cuya finalidad primordial sea proporcionar beneficios medioambientales, económicos o sociales a sus socios o miembros o a las zonas locales donde operan, en lugar de ganancias financieras.” Por tanto, estas comunidades pueden basarse en instalaciones de cualquier vector energético, siempre y cuando sea renovable; esto permitiría el vertido a la red general sin estar penalizados en relación con las subvenciones a los productores en tanto aun utilizando la red general, su fin no es el lucro, sino el servicio a sus beneficiarios (agricultores y la propia comunidad de regantes).

En cualquier caso y dado que este trámite no se supone rápido, se opta por solamente ejecutar la instalación fotovoltaica d ella balsa norte, mediante el sistema de soportes fijos, y un ángulo de inclinación que haga eficiente la instalación todo el año de forma homogénea en tanto la producción de energía estará siempre muy por debajo de las necesidades sea cual sea el mes que analicemos.

### 7.3.5. Sistema Hidroeléctrico

En este caso se vuelven a repetir las cuestiones que sobre idoneidad y sobre ubicación hemos establecido, siendo este último caso muy similar al establecido para la producción fotovoltaica, resolviéndose de igual forma. Solo ejecutaremos la instalación de la balsa norte.

## 7.4. DEFINIR LA SITUACIÓN A LA QUE SE TIENDE CON LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO, COMPARANDOLA CON LA ACTUAL EN TODOS SUS PUNTOS.

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.

Fotovoltaica → Se opta por ejecutar una sola instalación fotovoltaica en la balsa norte, mediante el sistema de soportes fijos y flotantes, y un ángulo de inclinación que haga eficiente la instalación todo el año .

Sistema hidroeléctrico → Colocación de una turbina en la entrada de balsa norte proveniente de la tubería de la desaladora.

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.

## 8.- LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE MEDIO FÍSICO DE LA ZONA A MODERNIZAR

### 8.1. LOCALIZACIÓN

La Comunidad Tierras de Almería cuenta para satisfacer su demanda de riego con 6 pozos en Ejido norte y 3 pozos en Ejido sur. Los primeros presentan valores de conductividad eléctrica en torno a 0,45 dS/m y los segundos por encima de 2,5 dS/m. En la arqueta de rotura se procede a la mezcla de los caudales aportados por todos los pozos y se obtiene un agua de riego para reparto con C.E. próxima a 1 dS/m. Los pozos norte se sitúan a más de 12 km de la zona regable, mientras que los pozos sur se encuentran en las inmediaciones de la misma.

Por otro lado, la Junta Central de Usuarios del Acuífero del Poniente Almeriense gestiona el apoyo con agua procedente de la Desaladora del Campo de Dalías, con el objetivo de reducir las extracciones del Acuífero inferior, aumentar las del superior y contribuir de esta manera al Plan de recuperación de la Masa de agua que se encuentra declarada como sobreexplotada.

El proyecto contempla la ejecución de una balsa junto a los pozos norte y toma de la desaladora para acumular el agua de baja conductividad. Una red de alta que conecta la mencionada balsa norte con la arqueta de rotura ya en la zona regable, en dicha arqueta vierten también los pozos sur (agua de alta C.E.) y desde aquí se distribuye agua óptima para riego a la balsa sur y a los sectores de riego con origen de presiones en la arqueta de rotura mediante la red de distribución.

### 8.2. CLIMATOLOGÍA

#### Precipitación

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



De los datos publicados, considerados los periodos antes indicados tenemos:

Estación	Tipo	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Anual
Aguadulce	Promedio	18,53	24,75	19,67	18,69	22,27	26,27	15,80	19,85	3,05	0,48	1,21	10,72	168,25
Faro el Sabinal	Promedio	25,44	31,25	16,43	22,67	19,2	18,46	21,63	8,8	1,143	0,176	0,24	0,846	188,2
La Mojonesa	Promedio	20,58	28,82	18,29	26,75	26,05	21,59	21,2	17,95	5,25	1	1,63	1,4	186,67
El Ejido	Promedio	31,69	29,08	38	37,86	21,38	18,5	22,14	12,69	1,533	2,267	3	0	233,67
Balerna	Promedio	34,87	43,69	25,63	37,32	27,86	22,48	27,78	14,96	6,783	2,087	1,54	8,68	218,00

A. Valores de precipitación media expresados en L/m<sup>2</sup>

Estación	Tipo	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Anual
Aguadulce	Valor max	45,0	57,0	80,0	57,0	83,0	78,0	39,0	24,0	31,0	8,0	23,0	84,0	241,00
Faro el Sabinal	Valor max	80,0	92,0	78,0	112,0	45,0	97,0	74,0	53,0	11,0	7,0	3,0	6,0	272,00
La Mojonesa	Valor max	52,0	75,0	128,0	94,0	91,0	125,0	64,0	112,0	78,0	12,0	26,0	11,0	415,00
El Ejido	Valor max	89,0	98,0	101,0	146,0	76,0	72,0	78,0	44,0	16,0	24,0	15,0	5,0	309,00
Balerna	Valor max	102,0	124,0	126,0	213,0	97,0	80,0	85,0	75,0	42,0	18,0	13,0	77,0	352,00

B. Valores de precipitación máximas en L/m<sup>2</sup>

Los valores promedio, han sido calculados tomando los datos mensualmente; el dato anual sale de calcular el promedio con todos los datos existentes.

Estación	Tipo	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Anual
Aguadulce	Valor min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	108,00
Faro el Sabinal	Valor min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99,00
La Mojonesa	Valor min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	112,00
El Ejido	Valor min	0,0	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	75,00
Balerna	Valor min	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	136,00

C. Valores de precipitación mínima en L/m<sup>2</sup>

Los valores Mínimos, han sido calculados tomando los datos mensualmente; el dato anual sale de tomar los datos anuales y no los anteriormente expresados en forma mensual. De ahí la discrepancia que pudiera entenderse entre el dato anual y los datos mensuales.

Del análisis de los datos anteriormente expuestos, se deduce la gran variabilidad de las precipitaciones en el área considerada, existiendo precipitaciones medias apreciables en la mayoría de los meses, si bien en algunos de ellos se puede producir una precipitación máxima o no existir precipitación alguna.

## Datos termométricos.

Los datos termométricos recogidos de la estación de las palmerillas para la serie histórica 76 a 2003 son los indicados a continuación:

Campaña	Temperatura media en exterior 24 h (°C)											
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
08/09	21,4	17,2	11,5	11,3	12,3	13,8	15,0	18,8	23,4	26,3	26,4	23,2
09/10	20,8	16,6	15,5	13,6	14,5	16,2	16,3	20,7	23,7	26,7	27,1	26,4
10/11	19,5	15,4	12,7	12,5	12,0	13,8	15,8	18,9	23,6	26,5	27,9	25,2
11/12	17,7	14,7	13,3	11,5	12,4	13,9	16,6	19,9	20,4	25,0	26,3	22,8
12/13	17,5	15,2	13,2	11,1	12,3	13,9	15,0	18,3	22,2	24,2	25,6	20,7
13/14	17,0	15,5	12,7	11,8	12,6	15,2	15,9	19,1	22,7	27,1	26,2	21,3
14/15	19,4	16,5	13,6	12,0	13,8	14,7	16,5	20,0	21,9	25,2	26,1	21,0
15/16	20,7	17,1	15,0	14,4	12,3	12,9	15,0	17,2	23,0	25,3	25,1	21,7
16/17	18,4	15,1	13,0	12,9	14,3	15,5	17,6	19,3	22,0	24,0	25,4	24,2
17/18	21,3	15,9	13,4	13,2	13,8	15,4	16,0	18,2	22,4	24,0	26,2	22,1
18/19	17,7	15,4	12,0	11,4	11,5	14,2	16,9	19,7	23,1	25,6	25,4	22,7
19/20	20,2	14,3	12,5	11,2	13,8	14,6	15,5	19,9	24,0	24,8	25,9	23,1

D. Datos de temperaturas medias en °C

Siendo las ratios promedio mensual para las temperaturas, tomadas en la misma estación.

Datos	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Promedio	19,54	15,69	13,39	12,33	12,92	14,60	16,00	18,65	22,48	25,16	25,75	23,37
Temp Med. Max	21,40	18,20	15,50	14,60	15,10	16,40	17,60	21,00	24,60	27,10	28,80	26,40
Temp Med. Min	16,50	12,20	11,50	10,80	10,00	12,20	14,30	16,00	19,20	21,80	22,20	20,70

E. Temperatura media, máxima y mínima mensual en °C

## Viento

En cuanto al viento, hemos recogido las velocidades medias del viento en horario diurno (indicar que la importancia del viento, se debe a que traslada partículas en suspensión procedente de las obras; y que estas partículas, si se depositan sobre la cubierta del invernadero o sobre las plantas, suelo, etc.... Pueden producir daños a corto y medio plazo; que pueden desembocar en indemnizaciones) (, dado que las obras se ejecutan en este horario.

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



Campaña	Recorrido del viento durante las horas diurnas (m/s)											
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
08/09	2,0	1,7	2,0	2,2	2,1	3,2	4,9	4,2	4,3	3,5	3,7	2,1
09/10	2,6	1,7	2,2	0,0	0,0	0,0	4,0	4,5	4,9	3,5	2,4	2,7
10/11	2,7	2,5	2,3	2,2	3,8	2,8	4,1	3,4	3,5	2,8	0,0	0,0
11/12	3,0	2,0	2,1	2,2	2,7	3,0	3,3	4,1	4,5	3,0	2,9	2,7
12/13	2,1	1,6	2,2	1,8	2,6	2,8	4,4	4,5	3,7	3,5	3,5	3,1
13/14	3,4	2,2	1,5	2,1	2,3	2,4	3,3	4,3	3,4	2,5	2,7	3,0
14/15	2,0	1,8	1,7	1,9	2,3	2,9	4,0	3,7	3,0	3,1	2,5	3,0
15/16	2,2	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16/17	1,4	1,9	2,9	1,9	1,3	1,5	1,3	1,2	1,4	1,0	1,0	1,4
17/18	1,3	1,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18/19	1,6	1,7	1,5	1,6	2,1	2,4	3,8	4,8	4,4	4,2	3,9	4,0
19/20	3,7	3,2	2,8	2,8	2,4	3,7	5,9	3,8	5,1	4,4	4,3	3,6

F. Velocidad media del viento diurno (km/h)

Campaña	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
Promedio	2,42	2,06	2,10	2,20	2,64	2,94	4,27	4,05	3,81	3,26	3,12	2,76
Promedio Max	3,68	3,22	2,87	2,78	4,04	4,00	7,04	5,47	5,07	4,42	4,31	3,96
Promedio mini	1,27	1,54	0,83	1,55	1,32	1,53	1,27	1,20	1,37	0,97	1,00	1,44

G. Velocidad media de las máximas y mínimas para la serie considerada

### Evaporación

Los datos de evaporación, se han calculados a partir de los datos climatológicos considerados y teniendo en cuenta la radiación, y la temperatura media mensual máxima y mínima; mediante hoja de cálculo establecida al efecto.

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



COMUNIDAD DE REGANTES TIERRAS DE ALMERÍA

Give :	Station name :	El Ejido											
	Latitude :	36,46	36,76666667	0,6416993883	rad								
	Altitude :	80	00										
-----													
Parameters :	Short Wave Rad	a =	0,25	b =	0,5	alpha =							
	Albedo	alpha =	0,23										
	Long Wave Rad.	a =	0,9	b =	0,1								
		al =	0,34	bl =	-0,139								
	Instrument height	ra * U =	206	wind	200	5000 Cropheight	190	12	AeroT Cff	900			
	AerDvn Resistance	Grass	Alfalfa										
	Canopy resistance	rc =	70	86	12								
coef. Viento inver.	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Coef. Rh min inver.	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20

H. Datos de partida, considerados

Estableciéndose a partir de ellos, los cálculos siguientes, basados tanto en las temperaturas máximas y mínimas, como en las condiciones de radiación, etc.:

PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)



COMUNIDAD DE REGANTES  
TIERRAS DE ALMERÍA

Tmax	16,67	18,40	15,10	16,40	15,60	17,10	17,70	17,40	15,20	18,20	14,10	14,40
Tmin	6,94	8,50	8,80	5,20	8,60	10,00	8,30	8,20	4,60	8,60	10,20	6,80
Rhmax	69	35	30	46	75	86	73	73	62	75	79	69
Rhmin exterior (calc.)	47	24	23	30	58	66	51	52	41	52	69	52
Rhmin exterior	44	23	12	23	48	60	46	52	47	33	74	47
Rhmin lower	52	28	15	28	57	72	55	62	56	39	89	56
Rhmin (cons.)	52	28	12	28	48	60	46	62	47	39	89	56
Wind (km/d)	141,77	198,72	259,20	241,92	302,40	155,52	129,60	164,16	241,92	241,92	216,00	181,44
Wind (km/d)-lower	28,35	39,74	51,84	48,38	60,48	31,10	25,92	32,83	48,38	48,38	43,20	36,29
Wind considerado	28,35	39,74	51,84	48,38	60,48	31,10	25,92	32,83	48,38	48,38	43,20	36,29
Wind (m/s)	0,3282	0,4600	0,6000	0,5600	0,7000	0,3600	0,3000	0,3800	0,5600	0,5600	0,5000	0,4200
Sunhours	6,32	6,64	7,17	8,40	8,94	10,97	10,90	10,50	7,71	6,27	5,68	5,50
ET iso	0,85	1,54	2,35	2,91	3,17	3,72	3,66	3,26	2,37	1,57	1,04	0,79
Avg Temp	11,80	13,45	11,95	10,8	12,1	13,55	13	12,8	9,9	13,4	12,15	10,6
rhN	65 %	62 %	61 %	64 %	64 %	76 %	76 %	79 %	63 %	57 %	57 %	58 %
Wind (m/s)	0,33	0,46	0,6	0,56	0,7	0,36	0,3	0,38	0,56	0,56	0,5	0,42
Eal(Tmax)	1,90	2,12	1,72	1,87	1,77	1,95	2,03	1,99	1,73	2,09	1,61	1,64
Eal(Tmin)	1,00	1,11	1,13	0,88	1,12	1,23	1,09	1,09	0,85	1,12	1,24	0,99
Eal(Tx)-Eal(Tn)	1,45	1,61	1,42	1,37	1,44	1,59	1,56	1,54	1,29	1,60	1,43	1,31
Edge	0,90	0,52	0,40	0,56	1,02	1,29	1,04	1,03	0,70	1,09	1,11	0,85
Rh(max-min)	69 %	35 %	30 %	46 %	75 %	86 %	73 %	73 %	62 %	75 %	79 %	69 %
Dif(ETx-ETn)	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,09	0,10	0,09	0,09
P-stgn	100,4	100,4	100,4	100,4	100,4	100,4	100,4	100,4	100,4	100,4	100,4	100,4
lambda	2,47	2,47	2,47	2,48	2,47	2,47	2,47	2,47	2,48	2,47	2,47	2,48
gamma	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
gamma*	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08
g(d)+gm*	0,56	0,58	0,54	0,53	0,54	0,58	0,58	0,57	0,52	0,57	0,55	0,54
g(y)d+gm*	0,39	0,37	0,38	0,39	0,37	0,37	0,38	0,38	0,40	0,36	0,39	0,41
Aerotherm	0,22	0,58	0,74	0,57	0,35	0,13	0,19	0,23	0,42	0,33	0,19	0,25
Month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
dayor	15	46	76	107	137	168	198	229	259	290	320	351
soldeclin	-0,370	-0,230	-0,033	0,179	0,334	0,408	0,372	0,233	0,036	-0,176	-0,336	-0,408
xx	-0,217	-0,137	-0,020	0,106	0,196	0,237	0,217	0,138	0,022	-0,105	-0,197	-0,238
yx	0,747	0,780	0,801	0,788	0,757	0,735	0,746	0,779	0,801	0,789	0,756	0,735
omega	1,28	1,39	1,55	1,71	1,83	1,90	1,87	1,75	1,60	1,44	1,31	1,24
dr	1,03	1,02	1,01	0,99	0,98	0,97	0,97	0,98	0,99	1,01	1,02	1,03
Ra	16,99	22,19	29,17	35,86	40,03	41,73	40,74	37,03	31,11	23,92	18,18	15,55
N	9,75	10,65	11,81	13,03	14,00	14,51	14,26	13,36	12,21	10,98	9,98	9,49
Ros	7,5	9,6	12,4	15,8	17,5	20,2	19,8	18,3	13,6	9,9	7,5	6,5
f(gN)	0,68	0,66	0,65	0,68	0,67	0,78	0,79	0,81	0,67	0,61	0,61	0,62
sigma(Tx-Tn)	32,37	33,12	32,40	31,93	32,48	33,14	32,91	32,82	31,52	33,10	32,48	31,80
missivity	0,21	0,24	0,25	0,24	0,20	0,18	0,20	0,20	0,22	0,19	0,19	0,21
Ros	6,73	7,94	8,14	7,53	6,46	6,02	6,51	6,52	7,03	6,43	6,27	6,73
LWR	4,61	5,26	5,27	5,13	4,37	4,71	5,14	5,28	4,71	3,96	3,85	4,19
Rn (Ros,Rl)	2,90	4,34	7,16	10,67	13,17	15,47	14,69	13,06	8,85	5,90	3,63	2,27
G	0,17	0,23	-0,21	-0,16	0,18	0,20	-0,08	-0,03	-0,41	0,49	-0,18	-0,22
Rn-G	2,73	4,11	7,37	10,83	12,99	15,27	14,77	13,09	9,25	5,41	3,81	2,49
Rad Term	0,66	1,01	1,57	2,30	2,86	3,64	3,46	3,02	1,86	1,36	0,81	0,49
Rad Term(-G)	0,62	0,96	1,61	2,34	2,82	3,59	3,47	3,03	1,94	1,25	0,84	0,54
ETcomb	0,88	1,59	2,31	2,87	3,21	3,76	3,64	3,26	2,28	1,69	1,00	0,74
a	-2,09	-2,07	-2,06	-2,09	-2,08	-2,19	-2,20	-2,21	-2,08	-2,02	-2,02	-2,03
b	1,57	1,55	1,55	1,58	1,58	1,67	1,68	1,70	1,57	1,51	1,50	1,51
t	3,53	3,93	4,01	4,73	5,08	6,34	6,39	6,09	4,24	3,72	3,19	3,00

I. Datos de cálculo de la Evapotranspiración.

Con estos datos, hemos calculado la evapotranspiración por el método de Fenman-monterrey y por el método de Blaney Cryddle; la diferencia entre ambos es que el primero solo considera la temperatura, la velocidad del viento y la humedad relativa, y el segundo además considera la radiación.

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
Eto PENMAN-MONTEP	0,85	1,54	2,35	2,91	3,17	3,72	3,66	3,26	2,37	1,57	1,04	0,79
Eto BLANEY-CRIDDLE	3,44	4,04	4,16	5,39	5,96	8,42	8,53	8,16	4,57	3,60	2,76	2,50

J. EvTP calculada

Como podemos apreciar, ambos métodos dan datos muy distintos. En nuestro caso, solo consideraremos el dato calculado por el método de Peman; lo hacemos así porque si consideráramos los datos obtenidos por el método de Blaney-Cryddle, precisaríamos para cualquier cultivo una dotación de riego de más de 10.000 m<sup>3</sup>/ha, algo que no se sostiene por la realidad; esto se debe a que el método de Blaney-Cryddle no considera que durante muchos meses los invernaderos se encuentran sombreados y que la Evapotranspiración se reduce; algo que no considera el método de Penman-monterrey, de ahí que este segundo sea más exacto a la hora de calcular la Evapotranspiración dentro de los invernaderos. Es por lo tanto que, para los cálculos de necesidades de riego, utilizaremos los datos ofrecidos por este método.

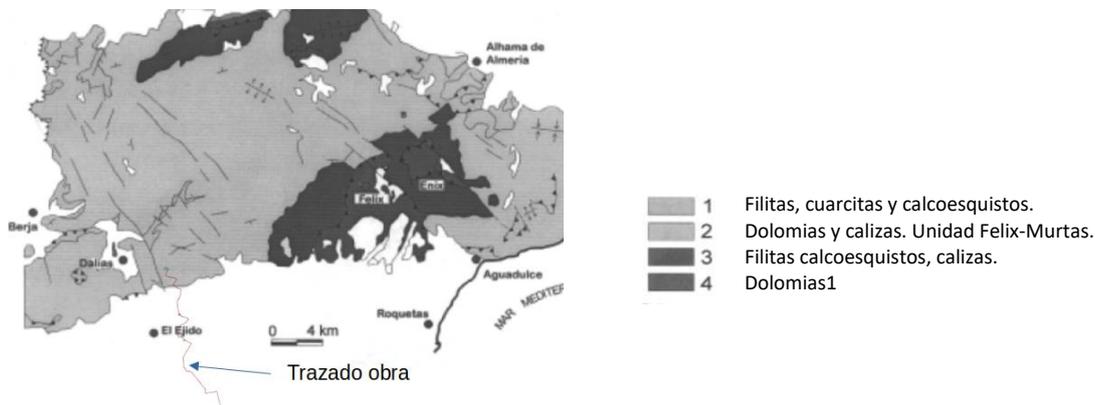
### 8.3. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La zona estudiada se encuadra dentro de las Zonas Internas de las Cordilleras Béticas y más concretamente dentro de la denominada Zona Bética. En la parte oriental de ésta Zona Bética se han distinguido tradicionalmente tres complejos o zonas tectónicas que de mayor a menor grado de metamorfismo y de abajo a arriba de la secuencia de apilamiento de mantos están constituidos por los siguientes conjuntos:

- Complejo Nevado-Filábride
- Complejo Alpujárride
- Complejo Maláguide

En la zona analizada solo se ha reconocido el:

- a) Complejo Alpujárride que conforma toda la Sierra de Gádor al norte de la conducción estudiada, y constituida tectónicamente por dos mantos de corrimiento, correspondientes por una parte al Manto de Lújar que es el mayoritario, y por otra al Manto de Murtas o de Félix, que se localiza al SE de la Sierra en su zona de contacto con los depósitos terciarios y cuaternarios del Campo de Dalías.



Al pie de la Sierra de Gádor se reconocen también grandes extensiones de abanicos aluviales, así como depósitos terciarios y cuaternarios no afectados por la tectónica de corrimientos que dieron origen a la Sierra de Gádor, pero sí por una importante y acusada neotectónica, que da lugar al desarrollo de grandes fallas de saltos notables. También se reconocen en el extremo nororiental de la conducción, en el contacto de los depósitos terciarios con los materiales de los mantos de corrimiento, algunos afloramientos de rocas volcánicas de edad terciaria, similares a los que se reconocen en la zona del Cabo de Gata y de su misma edad.

La orografía de esta zona corresponde a una amplia llanura correspondiente al denominado campo de Dalías y de El Ejido, que muestra una pendiente longitudinal más o menos uniforme desde la propia Sierra hasta el Mar. Esta amplia llanura fue en su origen una plataforma de abrasión marina durante el Cuaternario antiguo, modelada ulteriormente por sucesivas transgresiones y regresiones cuaternarias, así como por fallas de gran desarrollo y por la sedimentación de grandes abanicos aluviales que recubrieron posteriormente dicha llanura de abrasión.

En el esquema incluido a continuación se pueden reconocer las distintas estructuras que se verán afectadas por la conducción, y las fallas recientes que se han podido reconocer en la zona.



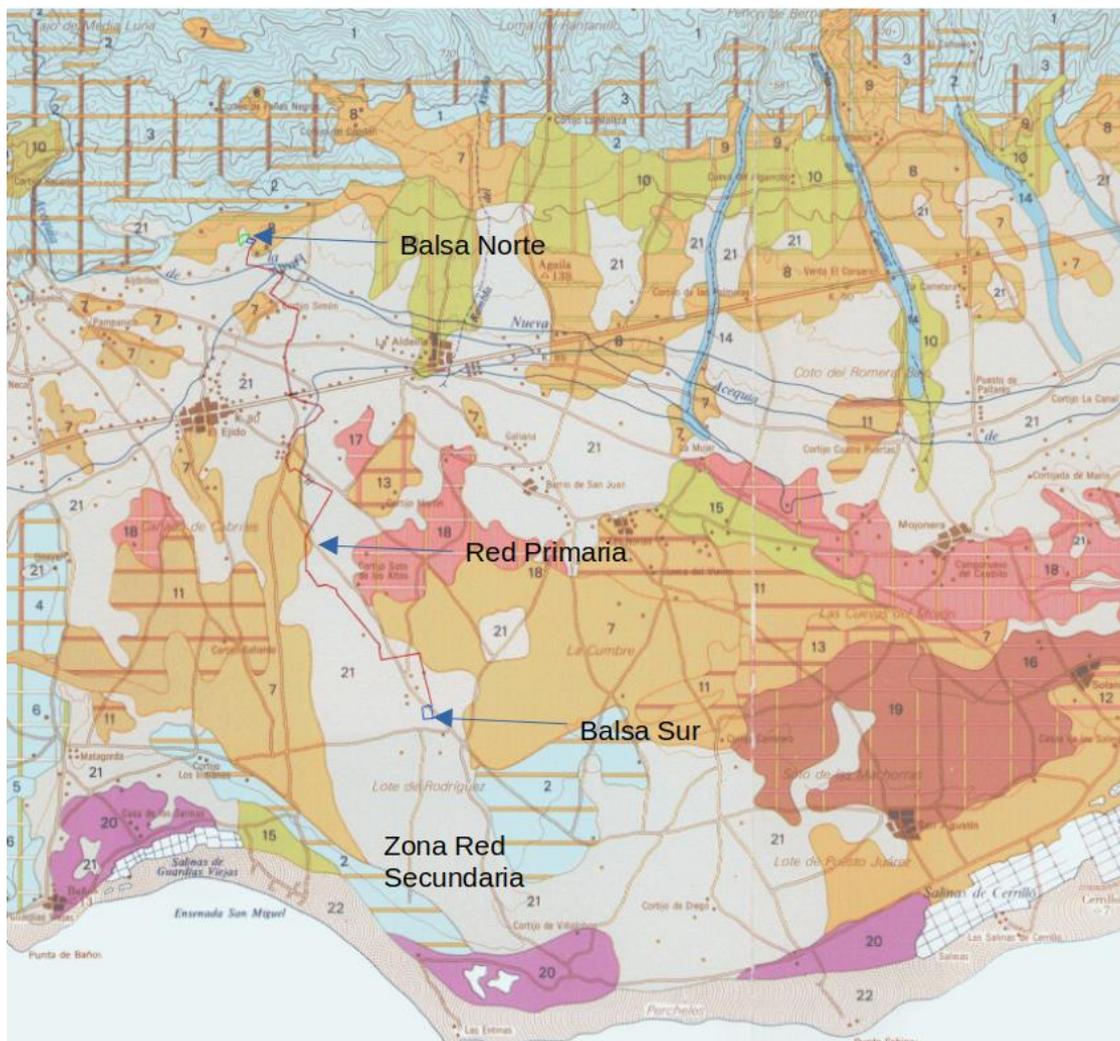
La zona de influencia de las obras se encuadra dentro del dominio bético, y más concretamente dentro de su zona interna. En esta área solo afloran rocas pertenecientes al Alpujarride, distribuidos en dos mantos de corrimiento. Asimismo, afloran materiales terciarios y cuaternarios no afectados por procesos de corrimiento. Como hemos indicado hay puntos en los que afloran rocas volcánicas terciarias.

Desde el punto de vista morfológico está constituida por una gran extensión suavemente ondulada, rodeada al Sur y Este por el mar y limitada al Norte por los escarpes montañosos del borde Sur de la Sierra de Gador.

La zona conforma un valle, con una llanura de base, fruto de la acumulación de detritos de la sierra y la sierra costera. Toda la llanura en la que se insertan las tuberías, tiene como origen una gran plataforma de abrasión marina que ha sufrido sucesivas transgresiones y regresiones durante el Cuaternario y cubiertas en parte por grandes depósitos aluviales procedentes de la Sierra de Gador bajo régimen de lluvias torrenciales.

### 8.3.1. Grupos de unidades litológicas frecuentes en la zona

En el plano de suelos, aparecen recogidos los tipos de suelos, catalogados en el proyecto LUCDEME:



Los suelos que presentan una interacción directa con las obras proyectadas son:



#### Unidad 2 - Litsoles con regosoles calcáreos

Se extienden por unas pequeñas áreas al Norte de la zona y dos pequeñas áreas al Sur.

Básicamente se extiende por la Cuesta de Peñas Negras, borde Este del Cerro de las Moreras, Loma de la Encarada, zona Sur del Cerro de los Lobos, Cerro de las Minas y a lo largo del Barranco de la Palmera, en el extremo oriental de la Hoja. En el Sur se extienden formando una estrecha banda por los Alcores de Guardias Viejas y Entinas, y una zona situada al Sur de Cerro Cruz.

La litología es variada, se presentan desarrollados sobre materiales triásicos, calizos y dolomíticos y terciarios, calcarenitas principalmente. Las pendientes oscilan entre escarpado, sobre los materiales triásicos, calizas y dolomías, a moderadamente escarpado, sobre las calcarenitas.

Sobre los materiales con relieve más acusado, calizas y dolomías, predominan los Litosoles, limitándose el desarrollo de los Regosoles a los rellenos de piedemonte; sin embargo, sobre las calcarenitas el mayor predominio corresponde a los Regosoles calcáreos. Se trata de suelos de una profundidad media de 10 a 15 cm., que no presentan nada más que un horizonte ócrito, muy pedregosos, buen drenaje y con poca capacidad de retención de agua, lo que los hace bastante secos.

#### Unidad 7 - Regosoles calcáreos

Esta Unidad formada por un solo tipo de suelo es la más generalizada en la zona, si bien no son frecuentes a lo largo del trazado de la red; los Regosoles calcáreos, solos o asociados, representan un 50 por 100 del área, si se exceptúa el área cubierta por los invernaderos. Se ha separado esta Unidad atendiendo al carácter casi exclusivo de estos suelos en las áreas separadas. Se trata de suelos poco profundos, 20-25 cm. de espesor que sólo presentan un horizonte ócrito y que se desarrollan sobre diversidad de materiales.

En la zona Norte se desarrollan sobre materiales de piedemonte; se trata de suelos sometidos a fuertes procesos de erosión, pedregosos, con un recubrimiento vegetal del 30-40 por 100. Se extienden por los conos de deyección del Sur de Sierra Gádor e incluso en algunas zonas de barrancos dentro de la misma, sobre estos mismos de piedemonte. Las pendientes oscilan entre un 10-15 por 100.

En el Centro y Sur de la zona hay extensas áreas de Regosoles calcáreos no asociados a ningún otro tipo de suelo. Preferentemente están sobre calcarenitas, rocas con cemento carbonatado correspondientes al Plioceno Medio. También están desarrollados sobre materiales cuaternarios formados por conglomerados con cemento calcáreo y costras calizas. Estos Regosoles presentan un espesor de unos 20-25 cm. con un horizonte A poco orgánico, se trata de un horizonte ócrito. Pedregosos, sobre todo fragmentos de costra y con un recubrimiento vegetal escaso del 20-25 por 100. Las pendientes sobre las que se asientan son de la clase 2, casi llano y en ocasiones entre 0-10 por 100.

El área sobre la que se extiende es, como ya se ha dicho, a pie de monte del borde Sur de Sierra Gádor y en el Centro y Sur de la zona por el área de Cruz, La Cumbre y Soto de Almas. Al Norte y al Este de Guardías Viejas y a lo largo de la carretera a Almerimar. Por último, se extiende una amplia franja al Norte de las Salinas de Cerrillos, en el denominado Lote de Puesto Juárez, hasta las inmediaciones de Las Marinas. En estos suelos la capacidad de retención de agua es pequeña debido a su escaso espesor. El pH es siempre básico.

#### Unidad 21 – Suelos de cultivos enarenados

Se ha separado en esta Unidad de lo que podría considerarse miscelánea. Se trata de suelos antrópicos, su génesis comienza cuando se nivela el terreno, retirando incluso el escaso suelo existente, se procede a roturar los 40-60 cm que hay bajo esta nivelación; se extiende entonces una capa de 30-40 cm. de material impermeable, preferentemente procedente de las zonas de las Norias o de El Solanillo (Cambisoles cálcicos), encima se extiende una capa de horizonte nutritivo (estiércol) y encima una capa protectora de arena de unos 10 cm. Todo el sistema está concebido para el aprovechamiento máximo del agua, evitando pérdidas de la misma.

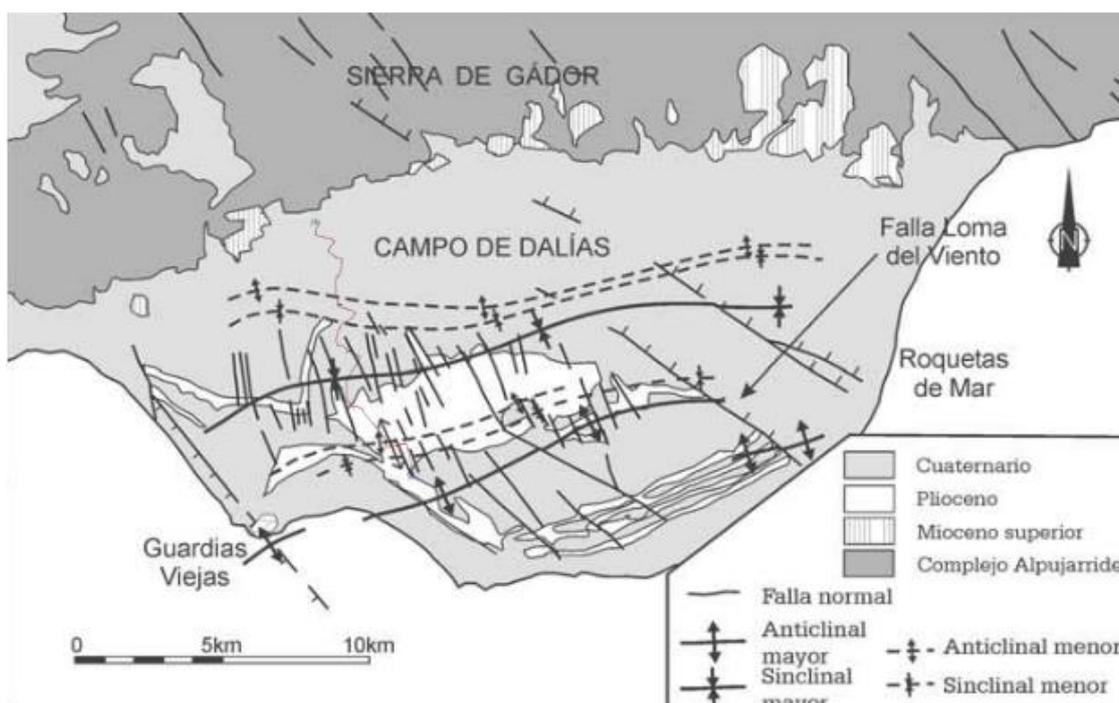
Es por tanto que este grupo está compuesto por montones de rellenos procedentes de explanaciones o por vertidos tanto de inertes como de residuos orgánicos. Se encuentran irregularmente repartidos a lo largo de la conducción o en zonas próximas a la misma. Estos materiales no admiten excavaciones verticales ya que son inestables,

### 8.3.2. Tectónica

En el área de la Sierra de Gádor se pueden reconocer una serie de fases tectónicas que originan diferentes estructuras en los componentes mineralógicos y en la masa rocosa de los mantos, que sólo se pueden observar a una escala pequeña, a nivel de microscopio en unos casos, y a escala real en otros casos cuando se trata de diferenciar estructuras mayores. La evolución tectónica se ha producido en hasta cuatro fases, produciéndose en la cuarta fase (movimiento alpino) varios desplazamientos, el primero de ellos de desplazamiento vertical (hacia arriba); la segunda fase, compresiva en la dirección NNW-SSE, con un desplazamiento de los bloques de techo hacia el Norte; la tercera con deformaciones y facturaciones que dieron lugar a superposición de unidades y transporte de estas hacia el norte y noroeste, con pliegues divergentes. Todo lo cual ha dado lugar a diferentes fracturas o fallas desarrolladas en esta etapa corresponden a las direcciones siguientes:

- Fallas de dirección N-80-90º E son fallas antiguas que generan inflexiones en el terreno y que muestran normalmente desplazamientos levógiros.
- Fallas de dirección N-140 a 160º E. Corresponden a fallas que muestran la misma dirección que algunas de las fallas de la Sierra de Gádor, aunque los saltos son menores en la zona del Campo de Dalías. Estas estructuras provocan en ocasiones la disposición y el trazado de algunos cursos de ramblas. El caso de la rambla de Los Aljibillos en dirección anómala y paralela al contacto de los materiales de los abanicos aluviales con los depósitos de la Sierra, parece indicar la existencia de una falla en esta misma dirección.
- Fallas de dirección N 120º E y N 20 E, son fallas conjugadas con las direcciones principales con saltos de hasta 30 m, entre las que caben destacar la falla principal del Campo de Dalías que discurre desde el sur de Roquetas de Mar hasta el ápice del abanico de la rambla de Barranco Ancho.

Tal y como aparecen representadas en la figura abajo y en la que a continuación se inserta, que describe los pliegues existentes en la actualidad.



### 8.3.3. Geomorfología

Desde un punto de vista geomorfológico destaca en primer lugar el abrupto límite sur de la Sierra de Gádor, controlado por falla, y que aparece cubierta por varias generaciones de abanicos aluviales cuaternarios. Así mismo destaca el límite neto de la terminación occidental de la Sierra de Gádor controlado por la falla que separa dicha Sierra de la Cuenca de Berja.

Al pie de la Sierra se extienden amplios abanicos aluviales que aumentan de extensión y espesor hacia el Este del Campo de Dalías, lo que parece indicar un basculamiento y emersión de la zona oeste de la Comarca, en la parte de Balerma y Balanegra y un hundimiento de la zona este, en Roquetas de Mar, Las Hortichuelas, etc., lo que favoreció la acumulación de los sedimentos en la mitad Este de esta zona.

Los abanicos aluviales muestran unos perfiles transversales en forma convexa que se van anastomosando lateralmente unos con otros. Dichos abanicos están atravesados por algunos distributarios principales y otros menores, en ocasiones encajados pocos metros en los propios depósitos respecto de la superficie de los abanicos, que en avenidas pueden llegar a desbordarse e inundar toda la superficie del abanico. Dichas avenidas, en ocasiones catastróficas, dan lugar a importantes socavaciones y removilizaciones de sedimentos en el fondo de las ramblas, que deberán tomarse en consideración a la hora de disponer la conducción enterrada en las mismas.

Longitudinalmente los perfiles muestran unas pendientes más o menos uniformes entre el 0,7% en las zonas más distales de los depósitos, hasta el 2% o 3% en las zonas apicales de los abanicos. En las zonas más alejadas se reconocen depósitos de terrazas marinas del Pleistoceno más o menos recientes y otros terciarios del Mioceno en disposición subhorizontal, que al parecer correspondía a una antigua superficie de abrasión marina horizontal posteriormente rellenada por dichos depósitos.

Los depósitos aparecen fracturados y fallados por efecto de la neotectónica que dan lugar a estructuras con saltos de algunos metros y que afectan tanto a los depósitos terciarios del Mioceno, como a sedimentos del cuaternario antiguo algo recementados por carbonatos, correspondientes a las terrazas marinas.

## 9.- CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

Como se ha comentado anteriormente en epígrafes anteriores, el objeto del proyecto es el ahorro de agua procedente de los pozos con alta salinidad e introducir en la red de riego agua desalada procedente de la desaladora de Balerma.

Las comunidades de regantes adscritas al proyecto, suponen una superficie de 2.800,07 ha, que cuentan para ser abastecidos de más de 25 sondeos de los cuales en activo (por distintas causas) solo hay 14, repartiéndose las extracciones entre en acuífero superior e inferior en función de la situación geográfica (norte o sur) del sondeo.

En el proyecto de modernización se distingue distintos niveles en la red de riego.

- Entrada Balsa Norte:

Las condiciones de funcionamiento en la derivación procedente de la desaladora son:

- ✓ Caudal máximo derivado de 210 l/s.
- ✓ Presión máxima de 156 m.
- ✓ Presión mínima de 110 m.
- ✓ Presión habitual de 145 m.

Las condiciones de funcionamiento en la derivación procedente de los pozos norte son:

- ✓ Caudal máximo derivado de 620 l/s.

De la balsa norte parte la red de alta con un caudal de diseño de 740 l/s.

La mezcla de agua procedente de los pozos sur con la red de alta se produce en una arqueta de rotura, de volumen 2.000 m<sup>3</sup>. De esta arqueta de rotura parte la mayoría de la red de distribución.

Toda la superficie regable del proyecto se encuentra en cultivo y con sistemas de riego localizado.

La Red de distribución actual, y por tanto la proyectada discurren por una zona con escasa diferencia de cotas, implica trabajar con presiones bajas; dando lugar a un reparto de caudales con dos modalidades:

- ✓ Distribución individual, sectores de riego sin aporte de energía externo, el reparto desde la red de distribución hasta punto de entrega al comunero o hidrante, con vertido a balsa del agricultor, no es riego directo a la demanda. La Comunidad tiene la obligación de reponer la demanda diaria máxima, pero cuenta con 24 horas para hacerlo, ya que el comunero cuenta con una reserva de agua variable en función del volumen de su reservorio. En esta modalidad el agricultor tiene completa libertad para el riego de la finca. Suponen el 57% del total de la superficie regable, 1.368,13 ha.
- ✓ Distribución colectiva, sectores de riego que cuentan con una balsa de letra como origen de presiones para su posterior reparto dentro del sector. La Comunidad tiene la obligación de reponer la demanda máxima diaria a lo largo del día en la balsa comunal, el reparto hasta los comuneros que cuentan con hidrantes se realiza con redes de distribución internas de los sectores y además suelen contar con estaciones de bombeo para presurizar dicha red. En esta modalidad el agricultor debe ceñirse a la ventana horaria de funcionamiento del bombeo. Representan el 43% del total de la superficie regable, 1.040,08 ha.

## 10.- INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 10.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Se han realizado 3 estudios geotécnicos para definir con la mayor exactitud posible, las diferentes unidades geológicas afectadas junto con las condiciones geotécnicas del trazado de la red estudiada, para, a partir de ellas, determinar y ejecutar la prospección necesaria para la definición geotécnica de las obras proyectadas.

- Estudio geotécnico de Conducciones
- Estudio geotécnico Balsa Norte
- Estudio geotécnico Balsa Sur

Para realizar la caracterización de los diferentes materiales que pueden afectar a la conducción, se ha diseñado en primer lugar una campaña de campo consistente en la apertura de 20 calicatas mecánicas. Así mismo se han tenido en cuenta los datos de calicatas del LUCDEME, sobre puntos analizados en la hoja 1058 de la citada colección.

En cada prospección se ha identificado los diferentes horizontes litológicos, así como las características de los depósitos encontrados; se ha definido la estabilidad de las paredes, se han tomado muestras de cada una de las litologías las excavaciones, se anotó si existía un nivel freático y se profundizó lo máximo posible en cada una de las calicatas realizadas hasta alcanzar el límite de la maquinaria o hasta llegar a un nivel no ripable.

Al objeto de caracterizar la estructura de suelo y los materiales que conforman la zona de las balsas, se han realizado dos sondeos de rotación y un corte geológico tanto en la zona Norte como en la zona Sur.

Los sondeos de rotación, en la Balsa Norte, se han realizado hasta 10 m y 10,40 m de profundidad con recuperación continua de testigos y realización de 10 ensayos in situ y dos muestras alteradas.

Los sondeos de rotación, en la Balsa Sur, se han realizado hasta 9 m de profundidad con recuperación continua de testigos y realización de 10 ensayos in situ tipo SPT/ Puntaza Ciega.

A partir de los materiales extraídos de las calicatas y perforaciones en los estudios geotécnicos realizados, y los ensayos y prospecciones realizados in situ se propone los siguientes modelos geotécnicos donde se puede definir las siguientes unidades:

- Unidad 1. Cobertura superficial – Relleno antrópico: se encuentra presente tanto en la zona de la Balsa Sur, como a lo largo de la conducción principal y secundaria.
- Unidad 1. Depósito aluvial cuaternario: en Balsa Norte
- Unidad 2. Sustrato rocoso carbonatado
- Unidad 3. Nivel arcilloso
- Unidad 4 Sustrato rocoso

Se recogen en el Anejo 07 Estudio Geológico y Geotécnico la caracterización de estas unidades del terreno, y las recomendaciones a tener en cuenta durante la ejecución de la obra.

## 10.2. ESTUDIO ARQUEOLÓGICO

Se inicia la tramitación el 12/07/2023 sobre la afección patrimonial y arqueológica con la Consejería Turismo, Cultura y Deporte Delegación Territorial de Almería de la Junta de Andalucía, para liberalizar las parcelas afectadas en el proyecto. Se envía el proyecto de ejecución solicitando la “necesidad de realizar alguna actividad arqueológica y, en su caso, medidas preventivas y/correctoras a implementar durante la ejecución”.

La Consejería Turismo, Cultura y Deporte Delegación Territorial de Almería de la Junta de Andalucía emite un informe respondiendo a la solicitud, el 27/10/2023, en donde establece:

- Prospección arqueológica Superficial
- Sondeos (al menos 15 sondeo de 3 x 2 m) en la zona del yacimiento arqueológico “Socavón de Mercoalmería”.
- A priori y sin perjuicio de las determinaciones que se establezcan en la Resolución sobre la actividad arqueológica anteriormente indicada que deberán ser contempladas en el estudio o documentación de análisis ambiental, durante la ejecución del proyecto de obra, se realizará como mínimo una actividad arqueológica de control arqueológico de los movimientos de tierra en toda el área de afección del proyecto de obra.

Toda esta información se encuentra desarrollada en el Anejo nº 05 Estudio arqueológico, teniendo que ser actualizado cuando se registre la Prospección arqueológica solicitada y la resolución de la misma.

### 10.3. INGENIERÍA DEL DISEÑO

Como ya hemos comentado fijamos la dotación por tipo de hidrante y asignamos diámetro en función de la superficie servida. El tipo de hidrante que la Comunidad lleva utilizando 8 años es del tipo compacto, combina en una única pieza las funciones de contador y válvula hidráulica para las zonas con presión superior a 15 mca; y del tipo contador woltman más boya directa para zonas con presiones inferiores. Ambos descargan a balsa de comunero, no son para regar directamente.

Los caudales asignados por diámetro según tablas de fabricantes son:

HIDRANTE COMPACTO							
	Q1	Q2	Qn	Q3	Q4	Q diseño	
DN (mm)	m <sup>3</sup> /h	l/s					
50	0,8	1,3	15	40	50	15	4,2
80	1,2	3	40	100	125	30	8,3
100	1,8	4,5	60	160	200	60	16,7
	Mínimo	Transición	Nominal	Permanente	Máximo		

### 10.4. SUPERFICIE OBJETO DEL PROYECTO

La superficie objeto del proyecto es la siguiente:

SUPERFICIE DEL PROYECTO	SUP. BRUTA (ha)	SUP. NETA (ha)
CCRR TIERRAS DE ALMERÍA	2.408,21	2.046,98
CCRR MONTOYA-MARTIRIO	271,95	231,16
CCRR TERA	52,18	44,35
CCRR CASAS	15,91	13,52
CCRRR CAÑADA DE CORTES	15,65	13,30
CCRR H. GOMEZ	13,18	11,20
CCRR RINCONCILLO	9,31	7,91
CCRRR S. TELMO - RAMON G.	13,68	11,63
<b>TOTAL</b>	<b>2.800,07</b>	<b>2.380,05</b>

### 10.5. CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA

El método topográfico utilizado, ha sido el de medición con G.P.S., marca Topcon Hiper Pro del que adjuntamos especificaciones técnicas. Toma de datos en tiempo real (R.T.K.), conectado a la Red Andaluza de Posicionamiento (R.A.P.) mediante tecnología G.P.R.S. Se obtuvieron así coordenadas rectangulares en proyección U.T.M., huso 30 y referidas al sistema de referencia ETRS89, de todos los puntos medidos.

Para la obtención de los datos cartográficos y topográficos del presente proyecto, se han descargado y utilizado los ficheros

- LIDAR 2ª Cobertura (2015-2021) y sistema de coordenadas en U.T.M. ETRS 89 HUSO 30, obtenidos del Centro Nacional de Información Geográfica (CING), dependiente del Instituto Geográfico Nacional para posteriormente tratarlos a través del Software de Topografía (TCP MDT) y diseño Cad. Los curvados, se han obtenido mediante el Software anteriormente descrito.
- Modelo Digital del Terreno - MDT02. Descripción: modelo digital del terreno 2ª Cobertura (2015-Actualidad) con paso de malla de 2 m. Hoja 0891-3. Hojas de MTN25 en formato ASCII matriz ESRI (.asc).

En el Anejo 04 Levantamiento topográfico, se describe la cartografía empleado y se recogen los puntos de replanteo de las siguientes actuaciones:

- Balsa Norte
- Balsa Sur
- Red de conducciones hidráulicas
- Hidrantes
- Puntos de entrega
- Pozos

## **10.6. SISTEMA DE RIEGO. PARÁMETROS DEFINITORIOS**

### **10.6.1. Elección sistema de riego.**

Toda la superficie regable del proyecto se encuentra en cultivo y con sistemas de riego localizado. Es más, la Comunidad Tierras de Almería inicio hace varios años la modernización, optando por sustituir el sistema de reparto manual clásico mediante “relojeros”, por otro mediante hidrantes compactos automatizados con control de nivel y de boya directa donde la presión es baja. Los cálculos de la red de distribución se refieren únicamente a la zona regable de Tierras de Almería (2.408,21 ha), no distribuye caudales a los 9 pozos restantes (391,86 ha) incluidos en el proyecto que reciben los caudales de apoyo desde la red de alta.

Las redes actuales superan los 40 años de antigüedad y la recurrencia de las averías es alta, afectando a un recurso escaso como el agua y generando faltas de servicio con repercusiones graves en los cultivos y por tanto con afecciones económicas considerables.

La Red de distribución actual, y por tanto la proyectada discurren por una zona con escasa diferencia de cotas, implica trabajar con presiones bajas; dando lugar a un reparto de caudales con dos modalidades:

Distribución individual, sectores de riego sin aporte de energía externo, el reparto desde la red de distribución hasta punto de entrega al comunero o hidrante, con vertido a balsa del agricultor, no es riego directo a la demanda. La Comunidad tiene la obligación de reponer la demanda diaria máxima, pero cuenta con 24 horas para hacerlo, ya que el comunero cuenta con una reserva de agua variable en función del volumen de su reservorio. En esta modalidad el agricultor tiene completa libertad para el riego de la finca. Suponen el 57% del total de la superficie regable, 1.368,13 ha.

Distribución colectiva, sectores de riego que cuentan con una balsa de letra como origen de presiones para su posterior reparto dentro del sector. La Comunidad tiene la obligación de reponer la demanda máxima diaria a lo largo del día en la balsa comunal, el reparto hasta los comuneros que cuentan con hidrantes se realiza con redes de distribución internas de los sectores y además suelen contar con estaciones de bombeo para presurizar dicha red. En esta modalidad el agricultor debe ceñirse a la ventana horaria de funcionamiento del bombeo. Representan el 43% del total de la superficie regable, 1.040,08 ha.

Se trata de un regadío completamente modernizado en el interior de las explotaciones, el objeto de este proyecto es modernizar la generación y distribución hasta la entrada de la finca.

### 10.6.2. Necesidades de agua

La máxima dotación bruta mensual, a partir de la serie histórica de consumos de la propia Comunidad de Regantes para un periodo analizado de 10 años, se sitúa en **837 m<sup>3</sup>/ha mes**. Aplicado dicho volumen para un mes de 30 días, 24 horas/día, el caudal ficticio continuo resultante es de **0,32 l/s ha**. Este es un dato real de consumos en el mes de máxima demanda para una serie analizada de 10 años a la entrada de las fincas. Adjuntamos cuadro con serie histórica mensual 2.013/2.022 de consumos en metros cúbicos de las 2.408,21 ha de Tierras de Almería:

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total anual
2013	691.854	792.087	775.027	1.040.324	1.067.053	1.137.119	992.847	976.133	1.159.958	1.182.302	868.605	668.013	11.351.322
2014	594.739	773.183	1.028.261	1.082.930	1.193.701	1.039.529	914.982	1.087.506	912.696	1.045.729	912.084	762.084	11.347.424
2015	692.117	659.653	890.358	1.023.162	1.223.062	1.147.599	966.760	1.091.979	1.069.028	998.142	926.064	893.075	11.580.999
2016	744.100	769.277	1.024.071	1.067.821	1.165.968	1.172.524	1.154.994	1.159.548	1.139.982	1.163.810	918.352	591.342	12.071.790
2017	671.362	797.974	954.741	1.396.639	1.163.120	1.112.927	929.132	1.144.568	1.239.974	1.179.973	925.812	721.864	12.238.085
2018	832.396	787.310	824.950	1.213.597	1.250.541	1.100.584	1.053.297	1.046.009	1.219.379	1.306.874	866.592	778.725	12.280.254
2019	844.819	852.729	1.232.765	1.045.268	1.252.658	1.166.469	973.598	1.153.876	1.261.595	1.434.605	883.751	807.588	12.909.722
2020	731.599	822.884	964.133	910.508	1.433.985	1.185.260	1.007.053	1.200.366	1.291.068	1.292.941	1.107.395	863.614	12.810.807
2021	675.964	860.520	1.040.259	1.152.536	1.312.469	1.072.943	973.825	1.038.219	1.246.704	1.583.084	2.016.550	1.112.764	14.085.838
2022	807.344	888.206	898.366	968.790	1.147.911	1.132.168	1.098.474	1.178.058	1.161.313	1.444.588	1.741.577	541.775	13.008.569
Maximo	844.819	888.206	1.232.765	1.396.639	1.433.985	1.185.260	1.154.994	1.200.366	1.291.068	1.583.084	2.016.550	1.112.764	15.340.500
Mínimo	594.739	659.653	775.027	910.508	1.067.053	1.039.529	914.982	976.133	912.696	998.142	866.592	541.775	10.256.828

El rendimiento operativo "r", mide la proporción del tiempo en que efectivamente se rellenan balsas, descontando los periodos de reparación o mantenimiento, los días inhábiles en distribución respecto al tiempo diario total disponible. Es preciso considerar este factor para determinar el tiempo de uso de cada hidrante, ya que, en el cómputo del caudal ficticio continuo qfc, se supone una aportación ininterrumpida de agua a lo largo de las 24 horas del día.

Establecemos una jornada efectiva de riego (en realidad distribución) de 20 horas. Se define el Rendimiento de la red, como el cociente entre la J.E.R. y un día completo ambos expresados en horas, 83% en nuestro caso.

$$r = \frac{J.E.R.}{24} = \frac{20}{24} = 0,833$$

Si corregimos el caudal ficticio continuo mediante el coeficiente de rendimiento de la red obtenemos el Caudal ficticio continuo corregido:

$$q_r = \frac{q}{r} = \frac{0,32}{0,83} = 0,38$$

Por tanto, adoptaremos el valor de **0,38 l/s ha** como caudal ficticio continuo corregido para los cálculos hidráulicos.

	AREA	DEMANDA	QFCC	Q 9h	Q 9h	DESCARGA	P. IN	DN
<b>BALSA</b>	ha	m <sup>3</sup> /día	l/s ha	m <sup>3</sup> /h	l/s	l/s	bar	mm
<b>B1</b>	22,23	620,44	8,45	68,94	19,15	<b>20,00</b>	0,5	100
<b>C</b>	65,91	1.839,55	25,05	204,39	56,78	<b>60,00</b>	1,5	150
<b>D1</b>	80,09	2.235,31	30,43	248,37	68,99	<b>80,00</b>	1,5	200
<b>DS</b>	93,09	2.598,14	35,37	288,68	80,19	<b>60,00</b>	1,5	150
<b>E</b>	38,40	1.071,74	14,59	119,08	33,08	<b>30,00</b>	3,0	100
<b>F1</b>	31,63	882,79	12,02	98,09	27,25	<b>30,00</b>	2,0	100
<b>H2</b>	33,14	924,94	12,59	102,77	28,55	<b>30,00</b>	4,0	100
<b>I</b>	156,57	4.369,87	59,50	485,54	134,87	<b>140,00</b>	3,5	250
<b>L</b>	108,00	3.014,28	41,04	334,92	93,03	<b>90,00</b>	2,4	200
<b>M2</b>	76,59	2.137,63	29,10	237,51	65,98	<b>60,00</b>	1,6	150
<b>K1</b>	83,00	2.316,53	31,54	257,39	71,50	<b>80,00</b>	2,5	200
<b>K2</b>	83,00	2.316,53	31,54	257,39	71,50	<b>80,00</b>	1,6	200
<b>K3</b>	84,83	2.367,61	32,24	263,07	73,07	<b>80,00</b>	2,5	200
						<b>840,00</b>		

### 10.6.3. Organización de los riegos

Este parámetro viene a ser el coeficiente de seguridad del caudal concedido al agricultor para que pueda regar su parcela; se puede definir como el cociente entre el número de horas diarias (t) disponibles para el riego y el número de horas (t') que el agricultor tendría abierta su toma diariamente durante el período de máximos consumos de las plantas para poder dar la dotación diaria precisa.

Representa la relación entre el caudal real derivado a la parcela y el que debería derivarse de forma permanente y continua durante la JER; indica el exceso de caudal aportado para reducir el tiempo de riego. Es preciso, por tanto, dar un mayor GL cuanto menor es el tamaño de la parcela.

$$GL = \frac{t}{t'} = \frac{JER}{t'}$$

Como ya hemos comentado fijamos la dotación por tipo de hidrante y asignamos diámetro en función de la superficie servida. El tipo de hidrante que la Comunidad lleva utilizando 8 años es del tipo compacto, combina en una única pieza las funciones de contador y válvula hidráulica para las zonas con presión superior a 15 mca; y del tipo contador woltman más boya directa para zonas con presiones inferiores. Ambos descargan a balsa de comunero, no son para regar directamente.

El despiece para el hidrante compacto para cualquiera de los tres diámetros implicados (50 / 80 / 100), presiones de entrada >15 mca.

## 11.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS E INSTALACIONES PROYECTADAS

Las obras incluyen, de norte a sur los siguientes elementos.

### 11.1. CONEXIÓN CON LA TUBERÍA DE AGUA DESALADA

Al objeto de poder disponer del agua desalada, las comunidades adscritas al proyecto realizan la conexión con esta tubería. Las características de la misma, vienen recogidas por convenio firmado entre la JCIAPA y Acuamed, y básicamente establecen una dotación de 210 litros/s de caudal máximo.

Esta dotación se realiza en continuo, y con una presión de 14,14,50 bares.

La presión de la tubería viene de la conformación de la red, en tanto dispone de varias balsas de regulación y presión para regular el suministro.

### 11.2. Balsa de Regulación Norte

Se construirá sobre las parcelas catastrales:

Parcela 130 pol. 7	16.450
Parcela 300 pol. 7	1.914 m <sup>2</sup>
Parcela 147 pol. 7	12.832
<b>Total</b>	<b>31.196</b>

*Catastral y Superficies de la unidad de actuación Balsa Norte*

#### 11.2.1. Descripción general

Se construirá semienterrada en el terreno, siendo los diques de la balsa tendrán forma trapezoidal, con unos taludes interiores del vaso de 2 en horizontal por 1 en vertical (2H/1V). En el terraplén exterior del dique, taludes de 1,5 en horizontal por 1 en vertical (3H/2V) y de 1 en horizontal por 4 en vertical para la zona de desmonte exterior y escolleras de piedra colocada (1H/4V) en las explanadas.

La cota de coronación de la balsa es de 160 msnm; la cota del fondo del vaso es de 148 msnm, por tanto, la altura máxima del dique respecto al fondo de la balsa será de 12 m. El máximo nivel de llenado se sitúa a cota 159,40 msnm, que significa una altura de lámina de agua de 11,40 m. La cota mínima de apoyo en el dique exterior es de 150,31 msnm, resultando una máxima altura de terraplén en el talud exterior de 9,69 m.

La capacidad de la balsa permite en función del mes de mayor consumo de la comunidad.

Se obtiene un volumen de embalse a cota de N.M.N. de 51.686 m<sup>3</sup>.

En coronación, se proyecta la construcción de un camino perimetral de 333 m de longitud en su arista interior y ancho de 5,00 m, con bombeo para evacuación de aguas hacia los taludes exteriores de la balsa del 2%. Este camino estará constituido por una base de material granular seleccionado tipo zahorra artificial.

El sistema de impermeabilización de la balsa (fondo y taludes), constará de una geo membrana de polietileno de alta densidad de 2 mm y un geotextil de 500 gr/m<sup>2</sup>, cuya función es separar, drenar,

filtrar y proteger a la geo membrana de una posible perforación, debido a la presencia de cantos en el terreno del vaso de la balsa.

También se proyecta la construcción de un anclaje de coronación de la lámina a lo largo del perímetro de la balsa, mediante la excavación de una zanja de 0,5x0,4 m. En la zanja se anclan tanto la geo membrana de PEAD de 2 mm como el geotextil de 500 gr/m<sup>2</sup>. El tapado de la zanja de anclaje se realiza con tierra procedente de la propia excavación. Sobre la zanja anterior se proyecta bateolas prefabricado de hormigón con sección de pirámide truncada con dimensiones 3.000x400x400 mm.

Se proyecta una red de drenaje, mediante tubos de PVC perforados de 160 mm de diámetro en un circuito instalado en el encuentro entre taludes y fondo. Los caudales procedentes de cada sector, se recogen al final en dos tubos, de PEAD de 160 mm de diámetro, alojadas en la hincas de tubos de hormigón armado, junto con la tubería de toma de fondo.

### 11.2.2. Entrada a la balsa y órganos de desagüe

#### Entrada a la balsa

La balsa se alimentará del caudal procedente de la red de los pozos de Tierras de Almería, mediante una conducción de polietileno de alta densidad diámetro 710 mm y un caudal de 600 l/s. Está previsto que en el futuro también pueda recibir caudales desde la conducción de la desaladora, por lo que también se proyecta una conducción de entrada para tal fin.

Antes del dique, se proyectan arquetas de entrada en ambas conducciones, protegidas mediante caseta de módulos prefabricados de hormigón. Una vez las conducciones atraviesan el dique de la balsa, el caudal vierte a una arqueta de hormigón, para laminar antes de verter al vaso.

#### Toma de fondo

La obra de toma de fondo de la balsa, se realiza mediante tubería de polietileno de alta densidad diámetro 800 mm presión PN10 encamisada con tubería de hormigón diámetro interior 1.200 mm. Dicha camisa se une en continuidad al prisma de hormigón que rodea y protege la toma de fondo.

Una vez fuera del dique, se proyecta una arqueta de salida, que alberga los elementos de regulación. Esta caseta se protege mediante caseta con módulo prefabricado de hormigón. Tras esta caseta se lleva a cabo la conexión con la red de riego en PVC-O 800 mm.

#### Aliviadero

Se proyecta una arqueta de vertido de hormigón y longitud 2,00 m. Esta arqueta se construye embutida en el talud este de la balsa y empotrada en el terreno natural. El caudal posteriormente se entuba en una conducción PEAD de diámetro 500 mm

Se proyecta un aliviadero entubado en una conducción PEAD de diámetro 500 mm. En la embocadura

### 11.2.3. Auscultación

Para el seguimiento de los movimientos absolutos de la balsa, se establecen 5 puntos específicos de observación mediante clavos de colimación, repartidos en su coronación, los cuales podrán visarse desde la totalidad de las estaciones topográficas establecidas durante la ejecución de la obra y que servirán de bases de replanteo.

#### 11.2.4. Propuesta de clasificación

La clasificación de la balsa en función de sus dimensiones resulta de balsa pequeña (en la ley presa). La clasificación en función del riesgo potencial es de Categoría "A".

#### 11.2.5. Medidas ambientales

Al objeto de evitar daños a la fauna salvaje, la balsa dispondrá de:

- Mallas de escape., se dispondrán dos equidistantes (los animales que caen, nadan hacia los bordes y desde estos en forma perimetral, por lo que encontrarán la malla y podrán salir.
- No se disponen elementos flotantes, en tanto en la balsa habrá fotovoltaicas y los sistemas de flotación, pueden ser utilizados por los animales para salir del agua.
- Las balsas estarán valladas mediante malla metálica soportada sobre postes.

Como medida ambiental, los taludes irán vegetados con fauna autóctona, en particular con artos (pendientes de conseguir autorización para trasplantar o sembrar) y azufaifo; también otras plantas xerofitas; y se dispondrán en la zona de los pozos, bebederos para fauna autóctona, diferenciando fauna menor y fauna mayor.

El objetivo de la balsa es:

- Recibir y almacenar el agua de conductividad baja, independizando la generación de la misma de la demanda de riego.
- Garantizar estabilidad en la conductividad del agua servida a los usuarios.
- Permitir el riego frente a la desconexión de las fuentes de suministro por razones de avería o mantenimiento.
- Posibilitar una eficaz gestión energética de la comunidad de regantes; siempre que se descarguen caudales desde la desaladora se puede cubrir parcialmente mediante generación hidráulica la demanda de energía de los pozos norte. Dicho consumo energético puede complementarse mediante generación fotovoltaica durante el día.

### 11.3. RED DE DISTRIBUCIÓN PRIMARIA

Llevará el agua desde la balsa Norte, hasta las distintas comunidades, y por ella discurrirá el volumen de agua desalada + agua del acuífero inferior (pozos zona norte).

Está ejecutada en PVC-o de 800 mm de diámetro, enterrada. Este material será sustituido por tubería de fundición dúctil como medida ambiental (zonas en las que no se pueda una excavación y la salvaguarda de plantas protegidas, y en los casos de paso de la nacional 340 y de la autovía).

La conducción parte de cota 148 (cota base de balsa) y llega a final de red primaria a cota 76 (cota base de balsa), con una cota mínima de 48 en el punto.

La profundidad de excavación dependerá de las características del terreno y de las condiciones de la obra; en este sentido se realiza una excavación somera en la zona próxima a la calificación ambiental, ejecutando una losa de hormigón armado para evitar daños a la tubería por los vehículos a su paso por esta zona.

#### 11.4. TOMAS PARA DISTINTAS COMUNIDADES

En el tramo final de la conducción se sitúan todas las comunidades a las que se surte de agua mezcla de desalada y acuífero.

La entrega a estas, no se ha incluido en el proyecto, salvo la entrega a la comunidad de Tierras de Almería, a la que llegará a balsa.

No obstante, las distintas comunidades, están estudiando la posibilidad de mezclar el agua en cabecera y poder así utilizar la presión hidrostática para poder regar, o en su defecto colocar una central hidroeléctrica y aprovechar la energía del agua para utilizarla en la extracción de sus pozos.

Tierras de Almería, al tener sus fincas a mayor cota, ha optado por instalar una balsa de regulación y obtener la energía piezométrica mediante una central hidroeléctrica; no incluida en este proyecto por que la legislación española no permite llevar esta energía por la red ya existente en media tensión, por lo que ha planteado un cambio de ubicación de su pozo para instalarlo en la parcela de la balsa y poder así aprovechar la energía de la tubería. No obstante, esta realización no se incluye en este proyecto por ser una tramitación administrativa de irregular tiempo de tramitación.

#### 11.5. BALSA SUR

Se construirá sobre las parcelas catastrales:

Parcela 23 pol. 24	17.301
Parcela 266 pol. 24	15.000 m <sup>2</sup>
<b>Total</b>	<b>32.301</b>

*Catastral y Superficies de la unidad de actuación Balsa Sur.*

Básicamente, la balsa se dispondrá sobre la parcela 23.

##### 11.5.1. Descripción general

Se construirá semienterrada, siendo los diques de la balsa tendrán forma trapezoidal, con unos taludes interiores del vaso de 2 en horizontal por 1 en vertical (2H/1V). En el terraplén exterior del dique, taludes de 1,5 en horizontal por 1 en vertical (3H/2V) y de 1 en horizontal por 4 en vertical para la zona de desmote exterior y escolleras de piedra colocada (1H/4V) en las explanadas.

La cota de coronación de la balsa es de 84,5 msnm; la cota del fondo del vaso es de 76 msnm, por tanto, la altura máxima del dique respecto al fondo de la balsa será de 8,5 m. El máximo nivel de llenado se sitúa a cota 83,5 msnm, que significa una altura de lámina de agua de 7,5 m. La cota mínima de apoyo en el dique exterior es de 79,6 msnm, resultando una máxima altura de terraplén en el talud exterior de 4,9 m.

Se obtiene un volumen de embalse a cota de N.M.N. de 97.361 m<sup>3</sup>.

En coronación, se proyecta la construcción de un camino perimetral de 591 m de longitud en su arista interior y ancho de 5,00 m, con bombeo para evacuación de aguas hacia los taludes exteriores de la balsa del 2%. Este camino estará constituido por una base de material granular seleccionado tipo zahorra artificial.

El sistema de impermeabilización de la balsa (fondo y taludes), constará de una geomembrana de polietileno de alta densidad de 2 mm y un geotextil de 500 gr/m<sup>2</sup>, cuya función es separar, drenar, filtrar

y proteger a la geomembrana de una posible perforación, debido a la presencia de cantos en el terreno del vaso de la balsa.

También se proyecta la construcción de un anclaje de coronación de la lámina a lo largo del perímetro de la balsa, con una longitud de 591 m, mediante la excavación de una zanja de 0,5x0,4 m. En la zanja se anclan tanto la geomembrana de PEAD de 2 mm como el geotextil de 500 gr/m<sup>2</sup>. El tapado de la zanja de anclaje se realiza con tierra procedente de la propia excavación. Sobre la zanja anterior se proyecta bateolas prefabricado de hormigón con sección de pirámide truncada con dimensiones 3.000x400x400 mm.

Se proyecta una red de drenaje, mediante tubos de PVC perforados de 160 mm de diámetro en un circuito instalado en el encuentro entre taludes y fondo. Los caudales procedentes de cada sector, se recogen al final en dos tubos, de PEAD de 160 mm de diámetro, alojadas en la hinca de tubos de hormigón armado, junto con la tubería de toma de fondo.

### 11.5.1. Entrada a la balsa y órganos de desagüe

#### Entrada a la balsa

La entrada se diseña por el talud norte de la balsa y el vertido al vaso mediante arqueta de hormigón para laminar el empuje del agua.

Se proyecta en tubería de polietileno de alta densidad diámetro 710 mm presión PN6. En la arqueta de rotura existente, vierten y se mezclan tanto la red de alta proyectada, como las conducciones existentes de los pozos de Ejido sur. Desde ella parten las conducciones para las zonas C, B, D2, M1 y P y los caudales excedentes se evacuan y acumulan en la balsa sur, desde la que parte la red de distribución. Caudal máximo de 877 l/s.

#### Toma de fondo

La obra de toma de fondo de la balsa, se realiza mediante tubería de polietileno de alta densidad diámetro 710 mm presión PN6.

Una vez fuera del dique, proyectamos en el interior de la arqueta de salida, la válvula de mariposa y una ventosa aguas abajo de la anterior. Se protege mediante arqueta con marcos prefabricados de hormigón. Tras esta arqueta se lleva a cabo la conexión con la red de distribución. En su interior se alojan también las dos salidas de circuitos de drenaje en polietileno 160 mm.

#### Aliviadero

Se proyecta aliviadero mediante marco prefabricado biapoyado de hormigón con dimensiones 2x1x2 m, embutido en el talud este de la balsa y empotrado en el terreno natural. El caudal posteriormente se entuba en una conducción PEAD de diámetro 500 mm.

### 11.5.2. Auscultación

Para el seguimiento de los movimientos absolutos de la balsa, se establecen 5 puntos específicos de observación mediante clavos de colimación, repartidos en su coronación, los cuales podrán visarse desde la totalidad de las estaciones topográficas establecidas durante la ejecución de la obra y que servirán de bases de replanteo.

### 11.5.3. Propuesta de clasificación

Según el 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 que regulan la clasificación y

registro de presas y embalses, el titular de la balsa no está obligado, al término de las obras, a solicitar su clasificación y registro por no superar los límites de altura y capacidad.

#### 11.5.4. Medidas ambientales

Al objeto de evitar daños a la fauna salvaje, la balsa dispondrá de:

- Mallas de escape., se dispondrán dos equidistantes (los animales que caen, nadan hacia los bordes y desde estos en forma perimetral, por lo que encontrarán la malla y podrán salir.
- No se disponen elementos flotantes, en tanto en la balsa habrá fotovoltaicas y los sistemas de flotación, pueden ser utilizados por los animales para salir del agua.
- Las balsas estarán valladas mediante malla metálica soportada sobre postes.

Como medida ambiental, los taludes irán vegetados con fauna autóctona, en particular con artos (pendientes de conseguir autorización para trasplantar o sembrar) y azufaifo; también otras plantas xerofitas; y se dispondrán en la zona de los pozos, bebederos para fauna autóctona, diferenciando fauna menor y fauna mayor.

El objetivo de la balsa es:

- Recibir y almacenar el agua de conductividad baja, independizando la generación de la misma de la demanda de riego.
- Garantizar estabilidad en la conductividad del agua servida a los usuarios, mediante la mezclar con aguas de peor calidad.
- Permitir el riego frente a la desconexión de las fuentes de suministro por razones de avería o mantenimiento.

#### 11.6. RED SECUNDARIA, HIDRANTES

Desde la balsa se servirá por gravedad el agua mezcla, a toda la comunidad de tierras de Almería.

La red existente, se completa con la diseñada, realizada en polietileno de alta densidad, de secciones variables, según estudio hidráulico.

La red secundaria terminará en un hidrante que dará servicio a un regante o una comunidad de regantes, este dispondrá además de los sistemas de control, sistemas de medida y telecontrol para permitir la facturación por consumos.

#### 11.7. ESTRUCTURAS

En el presente proyecto no se recoge la construcción de estructuras y edificaciones que revistan complejidad.

Se usa el Código Técnico como Normativa de aplicación.

La mayor parte de las arquetas de alojamiento para las válvulas a implementar en la instalación se ejecutarán en base a elementos prefabricados.

Alguna se ejecutará "in situ", en cualquier caso, de muy escasa entidad, por lo que se realizará el cálculo estructural para tres arquetas tipo, entre cuyas características se encuentran todas las que se ha previsto ejecutar en este proyecto.

Por tanto, en el presente Proyecto se calcularán:

La losa de hormigón a ejecutar en aquellos tramos en los que, por el motivo que fuese, se realice un enterramiento somero de la tubería.

*La arqueta sobre la que se instale la turbina de generación eléctrica en la zona de la balsa norte*

*Una arqueta de 1,5 x 1,5 metros de dimensiones interiores*

*Una arqueta de 2,6 x 3,0 metros de dimensiones interiores*

*Una arqueta de 3,2 x 4,0 metros de dimensiones interiores*

*Losa en la instalación de la tubería.*

*La turbina en la Zona Sur se situará sobre la arqueta de rotura que se va a reutilizar como arqueta de distribución y no necesita de cálculo estructural específico.*

*Esta arqueta está cubierta en su totalidad por placa prefabricada de 24 cm de espesor. Con respecto a esta estructura:*

*Se ejecutará una capa de compresión*

*Se practicarán los huecos para:*

*Acceso de hombre a la arqueta, de 1,0 x 1,0 m (mantenimiento, reparación, etc.)*

*Vertidos a la arqueta, de 0,82 x 1,20 metros, y de 0,80 x 1,00 metros (a través de la turbina y previsión de accesos libres, respectivamente)*

*Acceso para la introducción de elementos de medianas dimensiones, de 1,0 x 1,5 metros*

*Otras estructuras, como el caso de las auxiliares en las instalaciones fotovoltaicas, se incluirán en los respectivos anejos.*

## 11.8. AUTOMATISMO Y CONTROL

Se describe el sistema de Instrumentación y Telecontrol propuesto para cubrir las necesidades de información y gestión de la red de alta, bombes-pozos, balsas, embalses, puntos de entrega, red de hidrantes, central hidroeléctrica y planta fotovoltaica, así como los equipos y sondas de humedad de suelo, y centro de control de calidad del agua en pozos. El sistema de control previsto se basa en una red propia de telecomunicaciones que transmite toda la información al Centro de Control de la empresa que gestiona el servicio. La información consiste básicamente en el control de los niveles (balsas y embalse), presión de los bombes y en la red de hidrantes, control del volumen y caudal tanto en bombes como en la propia red de hidrantes, apertura y cierre de válvulas motorizadas en la red de alta y balsas, así como apertura y cierre de solenoide de control de la válvula de la red de hidrantes. También se controlarán los datos procedentes tanto de la estación hidroeléctrica, como de la planta fotovoltaica. Por último, se instalará los equipos de control y sondas de humedad necesarios, según la aplicación de la directriz 1, para el control de volumen de agua en el suelo, y los equipos y sensores necesarios (ión selectivo nitratos, presión, conductividad y temperatura, nivel, volumen y caudal, PH) para el control de la calidad de aguas en los pozos.

Con la información recibida, el ordenador central suministrará las instrucciones de paro o puesta en funcionamiento de las bombas de los pozos, programará riegos en la red de hidrantes, etc., de acuerdo con el programa establecido, que se transmitirán por la misma red de comunicaciones.

El objeto concreto de este proyecto es el de definir el diseño, implementación y uso de las herramientas necesarias para digitalizar el uso de agua y energía por parte de la Comunidad de Regantes Tierra de Almería.

Dicha comunidad de regantes afronta en este momento el desarrollo, mejora y optimización de sus infraestructuras y para este reto es imprescindible implementar las TIC como herramientas de uso común para alcanzar los objetivos deseados; un mejor uso del agua y la energía que garantice un agua de calidad, y a un precio que permita que la actividad no cese, sin exceder la dotación correspondiente a día de hoy, pero sobre todo tener la capacidad de reducir al máximo la incertidumbre de poder contar o

no con agua en el futuro para que sus comuneros puedan seguir desarrollando la importantísima actividad agrícola a la que se dedican.

Ante esto la Comunidad de Regantes Tierra de Almería digitalizará sus infraestructuras teniendo en cuenta las propias necesidades de estas.

Es de vital importancia, para un aprovechamiento eficiente y sostenible tanto de estas infraestructuras como del agua y energía que en ellas se gestionan, llevar a cabo un plan de digitalización que se materialice en un sistema de digitalización de infraestructuras hidráulicas accesible, dinámico, operativo, escalable y que perdure en el tiempo.

Para ello hemos de basarnos en estándares y protocolos abiertos y lo más universales posible, esto sin duda facilitara la integración, interoperabilidad y la escalabilidad dando pie a procesos más ágiles y precisos.

Si bien no debe de perderse de vista nunca al usuario final que debe ser capaz de usar estas soluciones y herramientas de manera fácil, intuitiva y con una curva de aprendizaje suave y progresiva. De esto dependerá, en buena parte, la rápida implementación de este sistema, la capacidad de alcanzar un alto ROI y lograr los objetivos para el que está diseñado.

Teniendo en cuenta las necesidades expuestas por la comunidad de regantes, los aspectos señalados con anterioridad en este texto y las acciones pendientes, este proyecto de digitalización se basa, a grandes rasgos, en:

- Obtención de datos de cantidad y calidad de agua disponible (caudales y cualidades del agua de los pozos y las balsas y embalse).
- Obtención de datos de la infraestructura en la que se distribuye el agua (pozos, balsas, hidroeléctricas, red de alta, red de distribución, estaciones de recuperación de energía e instalaciones generadoras de energía).
- Obtención de datos de consumos y uso de agua de los usuarios finales (digitalización de consumos en hidrantes y de estrés hídrico en fincas representativas).

El Anejo nº 14 Sistemas de Telecontrol describe la instalación de digitalización.

### **11.9. CENTRALES FOTOVOLTAICAS Y TURBINA HIDROELÉCTRICA**

El proyecto contempla la instalación de una planta fotovoltaica en la balsa norte, separada en dos partes: una parte sobre la lámina de agua, y otra hincada junto a la balsa.

FV flotante, compuesta por 8 strings de 26 módulos que alimentan 1 inversor de 105 kW. En total 208 módulos que suman una potencia instalada 114,4 kWp.

Se instalarán módulos monocristalinos, fijos en posición horizontal sobre estructura flotante, con inclinación 5º y azimut 15º Oeste.

FV terrestre, compuesta por 39 strings de 26 módulos que alimentan 3 inversores de 185 kW y 11 strings de 19 módulos que alimentan 1 inversor de 105 kW. En total 1223 módulos que suman una potencia instalada 672,65 kWp.

Se instalarán módulos monocristalinos, fijos en posición vertical con inclinación 33º y acimut 12,44º Oeste, siguiendo la orientación de la parcela.

La producción de esta planta fotovoltaica se transforma en alterna a 800 V mediante los 5 inversores mencionados. Posteriormente se eleva hasta 20 kV en un centro de transformación situado en la misma parcela. Desde este centro de transformación se proyecta una red de media tensión que se dirige al centro de seccionamiento situado en las inmediaciones de los CUPs CT2,4 y 5 para alimentar los grupos de bombeo allí existentes.

Para aprovechar la altura de la conducción de agua procedente de la desaladora, se instala a la entrada de la balsa norte una turbina hidroeléctrica de 77 kW. La turbina dispone de un cuadro de control y automatización que proporciona 400 V de tensión. Esta energía se transporta mediante una red de baja tensión aérea hasta el CUP CT3, donde alimenta el grupo de bombeo de ese pozo.

Dado que el agua extraída de la tubería de agua desalada, ha de pasar por una balsa de laminación del suministro/servicio (la desaladora establece un suministro continuo, pero los agricultores tienen un consumo discontinuo), mezcla con el agua extraída y acumulación para periodos de avería o demandas, las comunidades establecen la instalación de una central hidroeléctrica que extraiga la energía piezoeléctrica de la conducción, antes de ser vertida a la balsa (balsa Norte).

Esta central hidroeléctrica tendrá una potencia de 77 kw, y será capaz de producir un máximo de 619.000 kwh/año.

Ambas instalaciones eléctricas, tanto la FV como la turbina hidroeléctrica, cuentan con sistema antivertido para cumplir con el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

La instalación de ambas fuentes de energía renovable, junto al aporte de agua desalada (ahorro en el bombeo), supone un ahorro energético significativo para la comunidad de regantes, reduciendo su dependencia de los combustibles fósiles y reduciendo el impacto de su actividad:

<b>AHORRO ENERGÉTICO ANUAL (kWh)</b>	
<b>Fotovoltaica</b>	1.401.951,8
<b>Minihidráulica</b>	619.000,0
<b>Desaladora</b>	777.002,0
<b>Ahorro total</b>	2.797.958,2

## 11.10. LÍNEAS ELÉCTRICAS

### 11.10.1. Línea de Media tensión (20kV)

Para conectar la generación fotovoltaica con los grupos de bombeo de los CUPS CT2, 4 y 5. El PGOU de El Ejido no permite la canalización de red eléctrica subterránea por caminos públicos, por ello, se diseña la línea de media tensión en dos tramos:

- Subterránea: Desde el centro de transformación hasta el primer apoyo, situado antes de cruzar la balsa. Este tramo es de 70 m, con conductor apantallado de Aluminio de 150 mm<sup>2</sup> de sección, tipo AL HEPRZ1 H16.

- Aérea: Desde primer apoyo hasta el centro de seccionamiento. Este tramo tiene una longitud de 297 m, cuenta con 4 apoyos metálicos de celosía y conductor tipo LA-56. El tramo aéreo debe incluir protecciones avifauna.

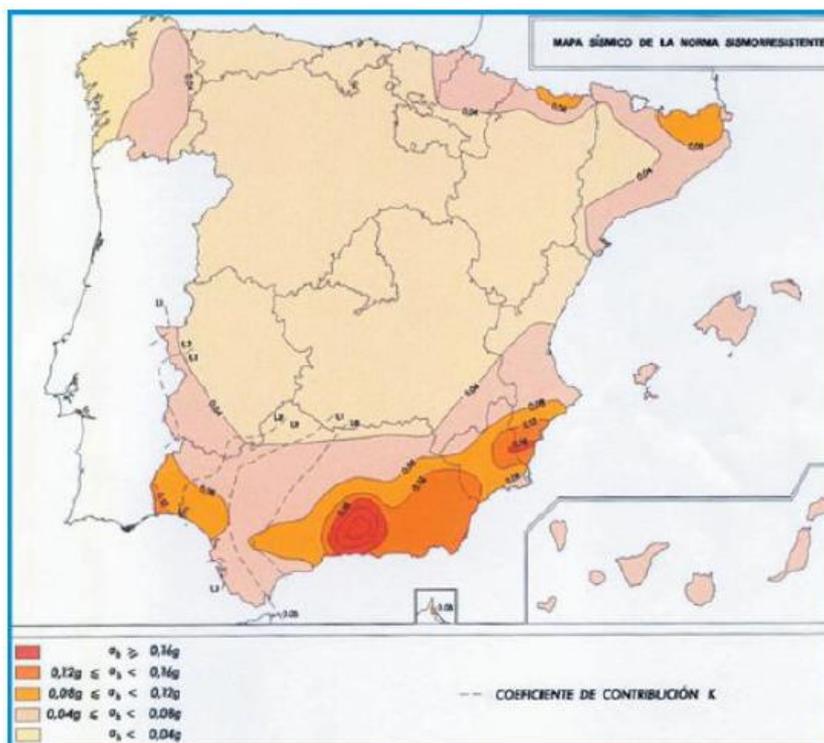
La línea en total cuenta con 367 m sumando los dos tramos.

### 11.10.2. Línea de Baja tensión (400 V)

Para conectar la generación hidroeléctrica con el grupo de bombeo del CUP CT3. Debido a la ordenación urbana de El Ejido, la línea debe ser aérea. Se diseña una red aérea de 309,2 m, con 8 apoyos de hormigón y conductor 3x150/80mm<sup>2</sup> con aislamiento tipo RZ 06/1KV.

### 11.11. ESTUDIO ESPECÍFICO DE ACCIONES SÍSMICAS

Según la normativa sísmica española y el mapa de peligrosidad sísmica, el área de estudio queda englobada dentro de la zona de intensidad media-alta, con aceleración sísmica básica “Ab” igual o superior a 0,14 g siendo por tanto necesaria la aplicación de la Norma Sismorresistente (NCSE-02). El coeficiente ponderado de suelo a aplicar será C = 1.25.



## 12.- REQUISITOS ADMINISTRATIVOS

### 12.1. MARCO NORMATIVO

- Normas Técnicas de Seguridad para Presas y sus Embalses (RD 264/2021. BOE 14-04-2021).
- Guía Técnica para la clasificación de presas (noviembre -2021).

- Directriz Básica de Planificación y protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones (BOE 14-02-1995).
- Manual para el Diseño, Construcción, Explotación y Mantenimiento de Balsas. (Servicio de publicaciones CEDEX-2010).
- Norma UNE-EN 17176:2019 “Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua, riego, saneamiento y alcantarillado, enterrado o aéreo, con presión. Poli (cloruro de vinilo) no plastificado orientado (PVC-O).
- Código Estructural, aprobada por Real Decreto 470/2021, de 29 de Junio.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.
- IDAE. Pliego de condiciones técnicas de instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
- Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales (Real Decreto 39/1976 de 17 de Enero).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 7/2022 de 8 de abril de Residuos y Suelos contaminados para una economía circular.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Ley 7/2007, de 9 de Julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental de la Junta de Andalucía.
- Ley 09/2017, de 08 de noviembre, de Contratos del Sector Público.

## 12.2. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS

Durante la redacción del presente Proyecto de Construcción, se han establecido contactos con diferentes organismos, entidades y empresas concesionarias de servicios, bien por resultar directamente afectados por la ejecución de las obras, o bien por disponer de información de utilidad referente a la zona objeto de estudio, siendo estas consultas las siguientes:

- Ayuntamiento de El Ejido
- Consejería de Fomento Articulación del Territorio y Vivienda de La Junta de Andalucía.
- Consejería De Agricultura, Pesca, Agua Y Desarrollo Rural
- Consejería De Sostenibilidad, Medio Ambiente Y Economía Azul
- Delegación Territorial de Cultura, Patrimonio Histórico de Almería
- Consejería De Turismo, Cultura y Deporte
- Junta Central de Usuarios del Acuífero del Poniente Almeriense
- Endesa Distribución Redes Digitales S.L.

### 12.3. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Se justifica la redacción del estudio de seguridad y salud de acuerdo al artículo 4.1 del RD 1627/97 al superar el proyecto de obras el presupuesto de ejecución por contrata la cantidad de 450.759,07 € IVA incluido.

El estudio de seguridad y salud se incluye como documento nº 5 al presente proyecto y se estructura en memoria, planos, pliego y presupuesto siendo un documento con identidad propia.

### 12.4. TRAMITACIÓN AMBIENTAL

El artículo 8.3 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, dispone que el Consejo de Ministros, a propuesta del órgano sustantivo, en supuestos excepcionales y mediante acuerdo motivado, puede excluir un proyecto determinado de la evaluación de impacto ambiental, cuando su aplicación pueda tener efectos perjudiciales para la finalidad del proyecto. Además, el artículo 8.4 establece que el acuerdo del Consejo de Ministros podrá determinar «someter el proyecto a otra forma alternativa de evaluación que cumpla los principios y objetivos de esta ley, que realizará el órgano sustantivo».

El artículo 66 del Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre, por el que se aprueban medidas urgentes para la modernización de la Administración pública y para la ejecución del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, establece que «a los efectos de lo previsto en el artículo 8.3 de la Ley 21/2013, de 21 de diciembre, se entenderá que concurren circunstancias excepcionales en el caso de los proyectos financiados total o parcialmente mediante el Instrumento Europeo de Recuperación, cuando se trate de meras modernizaciones o mejoras de instalaciones ya existentes, que no supongan construcción de nueva planta, aumento de la superficie afectada o adición de nuevas construcciones ni afección sobre recursos hídricos y entre cuyos requisitos se incorporen para su financiación y aprobación la mejora de las condiciones ambientales, tales como la eficiencia energética o del empleo de recursos naturales, la reducción de su impacto ambiental o la mejora de la sostenibilidad de la instalación ya existente».

Con el fin de asegurar el más elevado nivel de protección ambiental en la ejecución de los proyectos acogidos al artículo 8.3, el Consejo de Ministros celebrado el 11 de julio de 2023 aprobó el Acuerdo por el que se establece un protocolo de actuación, para su aplicación a los proyectos incluidos en el Plan para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad en regadíos, que queden comprendidos en el artículo 66 del Real Decreto-ley 36/2020, de 30 de diciembre. En este protocolo se establecen un conjunto articulado de documentos, que garantizan la plena sujeción a los principios de precaución y acción cautelar, desarrollo sostenible e integración de los aspectos ambientales en la toma de decisiones. El cumplimiento del mismo, por tanto, constituye una forma alternativa de evaluación tal y como establece el artículo 8.4 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre.

Por lo expuesto, de conformidad con el artículo 8.3 de la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, a propuesta del Ministro de Agricultura, Pesca y Alimentación, se solicitó la exclusión del procedimiento de evaluación de impacto ambiental del presente proyecto, que deberá ser aprobada por Acuerdo del Consejo de Ministros.

### 12.5. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

En el Documento nº 3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del presente proyecto se recogen todas las condiciones de tipo técnico relacionadas con la maquinaria, medios auxiliares, equipos,

medios humanos e instalaciones accesorias y obras complementarias que se estiman necesarias para la correcta ejecución de la obra.

### **12.6. OCUPACIÓN Y DISPONIBILIDAD DE TERRENOS. EXPROPIACIONES**

En el presente Proyecto se producirán algunas afecciones, como son: expropiación permanente, debida a la construcción de infraestructuras; imposición de servidumbres, en función del trazado de las tuberías o líneas eléctricas; y ocupación temporal, necesaria para la correcta ejecución de las obras.

Las anchuras de trabajo establecidas a cada lado del eje de las tuberías o líneas eléctricas, necesarias para permitir la ejecución de las obras, varían en función del diámetro de la tubería o tipo y dimensiones de la línea eléctrica, de la orografía y de la existencia de caminos paralelos al trazado de las mismas.

Todas las parcelas afectadas por la ejecución de este proyecto se recogen en el “Anejo Nº16: Expropiaciones y Servidumbres”.

### **12.7. SERVICIOS AFECTADOS, PERMISOS Y LICENCIAS**

En el Anejo Nº18: Servicios afectados, se recogen todas aquellas afecciones generadas por las obras del proyecto de Modernización de la Junta Central de Usuarios del Acuífero del Poniente Almeriense Sector Tierras de Almería, que se prevén que puedan ejercerse sobre diferentes estructuras presentes en la zona de estudio. Las afecciones a infraestructuras son propiedad de las siguientes entidades mostradas a continuación, a las que asignamos identificación abreviada:

- Acuamed (Ac).
- Dominio Público Hidráulico de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas (Dp).
- Vías Pecuarias (Vp).
- Carreteras estatales (Ca).
- Carreteras provinciales (Ca).
- Red municipal de caminos rurales.
- Líneas eléctricas (Le).
- Líneas de telefonía (Lt).
- Líneas de fibra óptica (Lf).
- Red de distribución gas natural (Gn).
- Redes de distribución de riego de diferentes comunidades (Rg).
- Redes municipales de abastecimiento, saneamiento y pluviales (Mu).

Para detectar las afecciones se ha recabado información cartográfica de las diferentes estructuras afectadas y se han emitido, además, las correspondientes solicitudes del condicionado para llevar a cabo las obras del proyecto que generan dichas afecciones sin que estas infraestructuras puedan ser deterioradas.

### **12.8. GESTIÓN DE RESIDUOS**

El objeto del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de residuos de construcción y demolición, es fomentar, por este orden, su prevención, reutilización,

reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción, teniendo en cuenta además, la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

En el anejo nº 20 se detalla el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición donde se establecen una serie de directrices y una serie de recomendaciones y obligaciones que se deberán tener en cuenta para la aplicación del plan de gestión de residuos y cumplir durante el transcurso de la obra en cuanto al tratamiento de los residuos que se produzcan en la misma propios de las diferentes actuaciones que existan

### 12.9. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA Y FÓRMULA DE REVISIÓN DE PRECIOS

En base a la siguiente legislación:

- Ley 9/20017 de Contratos del Sector Público, publicada en el BOE nº 272 de 09/11/2017.
- Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas aprobado por Real Decreto 1098/2001 de 12 de octubre y publicado en el B.O.E. nº 257 de 26 de octubre de 2001, que modifica las categorías de los grupos y subgrupos para las clasificaciones.
- 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.

Se propone la siguiente clasificación del contratista atendiendo a los principales grupos y subgrupos de obra, y al importe actualizado de dichos subgrupos de obra.

GRUPO	SUBGRUPO	CATEGORÍA
E. HIDRACULICAS	Subgrupo 7. Obras hidráulicas sin cualificación específica	6

### 12.10. PLAZO DE EJECUCIÓN, PLAN DE OBRA Y PERIODO DE GARANTÍA

La duración total de las obras se ha estimado en 20 meses, incluida la puesta en marcha. La programación de las obras se detalla en el Anejo nº 15 “Programa de ejecución de las obras”, siendo el resumen del mismo el cronograma que se presentan en dicho anejo.

Siguiendo el artículo 243 de la Ley 9 / 2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014 / 23 / UE y 2014 / 24 / UE, de 26 de febrero de 2014, el periodo de garantía considerado es de DOS (2) AÑOS a contar a partir del Acta de Recepción de las Obras, con el fin de observar su funcionamiento en cualquier época del año.

### 12.11. CONTROL DE CALIDAD

En el anejo nº. 21 “Plan de control de calidad” se ha realizado el plan de control de calidad de la obra donde se señalan las unidades de objeto de control, el tipo, la frecuencia y la cantidad de ensayos a realizar. Se ha elaborado a partir de las partidas de obra presentes en este proyecto y de sus mediciones.

En el anejo citado se comprueba que el presupuesto del “Control de Producción” es inferior al 1% del PEM del proyecto.

### 13.- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

En cumplimiento con artículo 13 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014 (RCL 2017, 1303), (Art. 99 Objeto del contrato) y R.D. 1098/2001 de 12 octubre (Artículo 125. Proyectos de obras.

En su punto1 y Artículo 127. Contenido de la memoria. Punto 2). se manifiesta que el presente Proyecto define una obra completa, susceptible de ser entregada al uso general o al servicio correspondiente y capaz de cumplir el fin para el que se proyecta, sin perjuicio de las ulteriores ampliaciones de que pueda ser objeto.

### 14.- DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

#### DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

#### MEMORIA

#### ANEJOS A LA MEMORIA

- ANEJO 1: LISTADO DE PARCELAS Y SUPERFICIE AFECTADA
- ANEJO 2: CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA. FICHA TÉCNICA
- ANEJO 3: ESTUDIO AGRONÓMICO
- ANEJO 4: DATOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO. REPLANTEO
- ANEJO 5: ESTUDIO ARQUEOLÓGICO
- ANEJO 6: ESTUDIO DE ALTERNATIVAS. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA
- ANEJO 7: ESTUDIO GEOTÉCNICO
- ANEJO 8: ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA RIEGO
- ANEJO 9: CÁLCULOS HIDRÁULICOS Y MECÁNICOS PARA LA RED DE RIEGO
- ANEJO 10: OBRA DE TOMA
- ANEJO 11: FOTOVOLTAICA Y LÍNEAS ELÉCTRICAS
- ANEJO 12: BALSA NORTE Y SUR
- ANEJO 13: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS
- ANEJO 14: SISTEMA DE TELECONTROL
- ANEJO 15: PROGRAMA DE EJECUCIÓN DE OBRAS
- ANEJO 16: EXPROPIACIONES Y SERVIDUMBRES
- ANEJO 17: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

- ANEJO 18: SERVICIOS AFECTADOS, RESPOSICIONES, PERMISOS Y LICENCIAS
- ANEJO 19: ACCESO A TAJOS, ZONAS DE ACOPIO Y DESVÍOS DE TRÁFICO
- ANEJO 20: GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN. VALORADO
- ANEJO 21: CONTROL DE CALIDAD
- ANEJO 22: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA
- ANEJO 23: PUESTA EN MARCHA DE LAS INSTALACIONES
- ANEJO 24: DOCUMENTACIÓN AMBIENTAL
- ANEJO 25: INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN RELACIONADA CON EL PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA
- ANEJO 26: TURBINA HIDROELÉCTRICA

## DOCUMENTO Nº2: PLANOS

Nº	NOMBRE DEL PLANO
<b>1</b>	<b>UBICACIÓN</b>
1	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
<b>2</b>	<b>SUPERFICIE TOTAL</b>
2.1	SUPERFICIES REGABLE
2.2	ESQUEMA HIDRÁULICO
<b>3</b>	<b>SECTORES</b>
3.1	DELIMITACIÓN DE ZONAS
3.2	DELIMITACIÓN DE ZONAS (ZONA A Y P)
3.3	DELIMITACIÓN DE ZONAS (ZONA AGRO C)
3.4	DELIMITACIÓN DE ZONAS (ZONA B1, B2, MONTOYA-MARTIRIO Y TERA)
3.5	DELIMITACIÓN DE ZONAS (ZONA CORTES-CASAS, RINCONCILLO-GÓMEZ Y TELMO-GONZÁLEZ)
3.6	DELIMITACIÓN DE ZONAS (ZONA CUMB Y M1)
3.7	DELIMITACIÓN DE ZONAS (ZONA D1 Y DS)
3.8	DELIMITACIÓN DE ZONAS (ZONA D2)
3.9	DELIMITACIÓN DE ZONAS (ZONA E, H1, H2, I Y L)
3.10	DELIMITACIÓN DE ZONAS (ZONA F1, F2, K, M2 Y R)
<b>4</b>	<b>PARCELAS</b>
4.1	PARCELACIÓN (ZONA AGRO)
4.2	PARCELACIÓN (ZONA B2)
4.3	PARCELACIÓN (ZONA CUMB)

- 4.4 PARCELACIÓN (ZONA D1, F2 Y R)
- 4.5 PARCELACIÓN (ZONA D2)
- 4.6 PARCELACIÓN (ZONA K1)
- 4.7 PARCELACIÓN (ZONA H1 Y H2)
- 4.8 PARCELACIÓN (ZONA K Y L)
- 4.9 PARCELACIÓN (ZONA M1)
- 4.10 PARCELACIÓN (ZONA P)
- 5 OBRAS TOMA NORTE**
- 5.1 TOMAS NORTE GENERAL
- 5.2 TOMA DESALADORA
- 5.3 OBRA TOMAS NORTE POZOS
- 5.4 ARQUETA TOMAS NORTE TURBINA
- 5.5 ARQUETA ENTRADA DESDE POZOS
- 6 Balsa Norte**
- 6.1 Balsa Norte General
- 6.2 Balsa Norte Actual
- 6.3 Balsa Norte Movimiento Tierras
- 6.4 Balsa Norte Perfil Longitudinal Balsa
- 6.5 Balsa Norte Perfil Transversal Balsa
- 6.6 Balsa Norte Perfil Transversal Balsa
- 6.7 Balsa Norte Perfil Transversal Balsa
- 6.8 Balsa Norte Perfil Transversal Balsa
- 6.9 Balsa Norte Perfil Transversal Balsa
- 6.10 Balsa Norte Perfil Transversal Balsa
- 6.11 Balsa Norte Perfil Transversal Plataforma
- 6.12 Balsa Norte Definición Geométrica
- 6.13 Balsa Norte Llenado Arqueta Turbina
- 6.16 Balsa Norte Vaciado Toma Fondo Drenaje
- 6.18 Balsa Norte Vaciado Emergencia Interconexión Valvulería
- 6.20 Balsa Norte Vallado
- 7 OBRA TOMA SUR**
- 7.1 OBRA TOMAS SUR GENERAL
- 7.2 OBRAS TOMAS SUR VALVULERIA
- 7.3 OBRAS TOMAS SUR ENTRADA LIBRE

- 7.4 OBRAS TOMAS SUR DEPOSITO CUBIERTA
- 7.5 OBRAS TOMAS SUR SALIDAS ALZADO
- 7.6 OBRAS TOMAS SUR ANCLAJES
- 7.8 OBRA S TOMA SUR SALIDAS ALZADO
- 8 Balsa sur**
- 8.1 Balsa sur general
- 8.2 Balsa sur actual
- 8.3 Balsa sur movimiento tierras
- 8.4 Balsa sur perfil longitudinal
- 8.5 Balsa sur perfiles transversales
- 8.6 Balsa sur perfiles transversales
- 8.7 Balsa sur perfiles transversales
- 8.8 Balsa sur definición geométrica
- 8.9 Balsa sur llenado vaciado valvuleria
- 8.10 Balsa sur llenado vaciado toma fondo drenaje
- 8.11 Balsa sur emergencia valvuleria
- 8.12 Balsa sur emergencia toma fondo drenaje
- 8.13 Balsa sur interconexión valvuleria
- 8.14 Balsa sur aliviadero
- 8.15 Balsa sur vallado
- 9 Parcelación**
- 9.1 Red alta general
- 9.2 Anclajes
- 9.3 Anclaje datos
- 9.6 Red planta agro F2
- 9.7 Red planta B2
- 9.8 Red planta cumbre
- 9.9 Red planta D2
- 9.10 Red planta D2 datos
- 9.11 Red planta E, H1, H2, K, L
- 9.12 Red planta K1,R
- 9.13 Red planta M1
- 9.14 Red planta M1 datos
- 9.15 Red planta P

9.16 RED PLANTA P DATOS

## 10 PERFILES

10.1 RED ALTA

10.2 RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA AGRO Y F2

10.3 RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA B2, P Y PUNTO DE ENTREGA C

10.4 RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA CUMBRE, M2 Y PUNTO DE ENTREGA F1

10.5 RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA D2, K1, R, PUNTOS DE ENTREGA DS Y D1

10.6 RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA E, H1, H2, K3, L, PUNTOS DE ENTREGA I Y K2

10.7 RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA P

10.8 RED DE DISTRIBUCIÓN ZONA M1 Y M2

10.9 RED DE DISTRIBUCIÓN Y PUNTO DE ENTREGA B1

## 11 FOTOVOLTAICA + ENERGÍA

11.1 ENERGÍA Y ELECTRICIDAD GENERAL

11.1.2 ENERGÍA Y ELECTRICIDAD ESQUEMA UNIFILAR DE BAJA TENSIÓN

11.2 ENERGÍA Y ELECTRICIDAD INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN SUELO. DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS

11.3 ENERGÍA Y ELECTRICIDAD. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN EL SUELO. DISTRIBUCIÓN DE CIRCUITOS

11.4 ENERGÍA Y ELECTRICIDAD. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN. OBRA CIVIL

11.5 ENERGÍA Y ELECTRICIDAD. CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA. OBRA CIVIL

11.6 ENERGÍA Y ELECTRICIDAD. LÍNEA ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

11.7 ENERGÍA Y ELECTRICIDAD. LÍNEA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA.

## 12 COLECCIÓN

12.1 DETALLES. VENTOSAS TIPO PARA PVC-0

12.2 DETEALLES VENTOSAS MENOS DE 800

12.3 DETALLES VENTOSAS 800

12.4 DETALLES VENTOSAS MENOS DE 800 TRANSITO

12.5 DETALLES DESAGUE

12.6 DETALLES HIDRANTES COMPACTOS

12.7 DETALLES HIDRANTES DE BOYA

12.8 DETALLES PUNTO DE ENTREGA DOBLE

12.9 DETALLES PUNTO DE ENTREGA SIMPLE

12.10 DETALLES ARQUETA TIPO 1

12.11 DETALLES ARQUETA TIPO 2

- 12.12 DETALLES ARQUETA TIPO 3
- 12.13 DETALLES DEFINICION ARQUETA HIDRANTES
- 12.14 DETALLES ZANJA ARQUEOLOGICA
- 14 RESIDUOS**
- 14.1 PUNTO LIMPIO
- 14.2 PUNTO LIMPIO Balsa NORTE
- 14.3 RESIDUOS UBICACIÓN DEPÓSITO
- 15 SECCIONES**
- 15.1 SECCION TIPO Balsa NORTE
- 15.2 SECCION TIPO Balsa SUR

### DOCUMENTO Nº3.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### DOCUMENTO Nº4.- PRESUPUESTO

- 4.1.- MEDICIONES
- 4.2.- CUADRO PRECIOS Nº 1
- 4.3.- CUADRO PRECIOS Nº 2
- 4.4.- PRESUPUESTO
- 4.5.- RESUMEN DE PRESUPUESTO.

### DOCUMENTO Nº5.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## 15.- PRESUPUESTO

### RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	IMPORTE
C01	OBRA DE TOMA NORTE .....	205.699,25
C02	BALSA NORTE .....	1.045.527,70
C03	RED DE ALTA .....	5.861.617,65
C04	OBRA DE TOMA SUR .....	562.063,65
C05	BALSA SUR-ARQUETA ROTURA .....	1.296.909,61
C06	RED DE DISTRIBUCIÓN .....	8.744.603,00
C07	HIDRANTES .....	697.628,09
C08	TELECONTROL .....	799.781,58
C09	FOTOVOLTAICA E HIDRÁULICA .....	1.044.769,04
C10	GESTIÓN DE RESIDUOS .....	1.323.639,04
C11	SEÑALIZACIÓN PRTR .....	1.651,19
C12	MEDIDAS AMBIENTALES .....	289.898,83
C13	SEGURIDAD Y SALUD .....	282.880,74
C14	CONTROL DE CALIDAD .....	221.566,69
	<b>Costes Directos Totales</b>	<b>22.378.236,06</b>
	7,50 % Costes Indirectos s/22.378.236,06 .....	1.678.367,70
	6,00 % Gastos Generales s/24.056.603,76 .....	1.443.396,23
	<b>Total Presupuesto de Ejecución Material</b>	<b>25.499.999,99</b>
	I.V.A.21,00% s/ 25.499.999,99 .....	5.355.000,00
	<b>Total Presupuesto de Ejecución por Administración</b>	<b>30.854.999,99</b>

Asciende el presupuesto de Ejecución por Administración a la expresada cantidad de TREINTA MILLONES OCHOCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

El Ejido, noviembre de 2023

Autor del Proyecto

Fdo.: Jorge Matías Moreno Pérez

Ingeniero de Montes