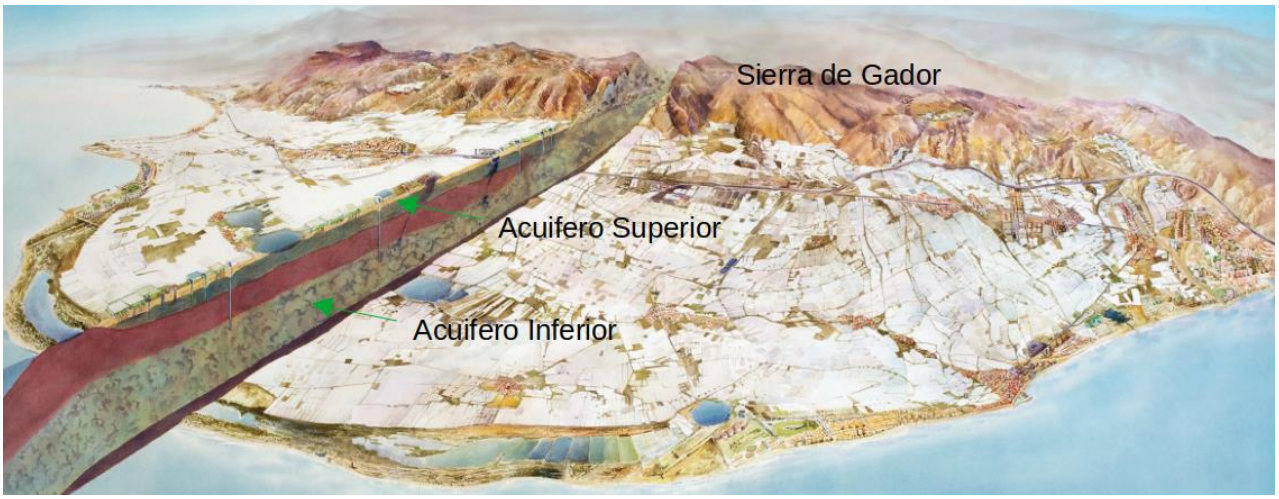
ANEJO Nº22
VIABILIDAD ECONÓMICA



INDICE.

1.- INTRODUCCIÓN 4
1.1. Descripción del Proyecto. 4
1.1.1. Conexión con la tubería de agua desalada. 5
1.1.2. Central hidroeléctrica. 5
1.1.3. Balsa Norte. 5
1.1.4. Red de distribución primaria. 6
1.1.5. Tomas para distintas comunidades. 6
1.1.6. Balsa Sur. 6
1.1.7. Red secundaria, hidrantes. 7
1.1.8. Telecontrol. 7
1.1.9. Centrales fotovoltaicas. 7
1.2. Objeto. 8
1.3. Viabilidad de los Proyectos de Mejora de Regadíos. 8
2.- VIABILIDAD TÉCNICA. 9
2.1. Aumento de la producción agrícola. 9
2.2. Cambio de los cultivos 10
2.3. Mejora de la eficiencia del regadío. 10
2.4. Reducción del consumo de agua. 11
2.5. Modificación del consumo de fertilizantes. 11
2.6. Reducción del consumo de fitosanitarios. 11
2.7. Balance del Carbono. 12
2.8. Reducción de la factura energética. 12
2.9. Superficie Agrícola. 13
2.10. Aumento de la dotación de riego. 13
2.11. Aumento de la Producción Agrícola. 13
2.12. Cambio de cultivos 15
2.13. Mejora de la Eficiencia del Riego. 15
2.14. Reducción del consumo de agua. 16
2.15. Balance del Carbono 20
2.16. Reducción de la Factura Energética. 22
2.17. Resumen viabilidad técnica. 22
3.- VIABILIDAD ECONÓMICA. 23
3.1. Cuantificación de ingresos o gastos 24
3.1.1. Cuantificación de la sostenibilidad del acuífero 24
3.1.2. Cuantificación de la mejora por aumento de la superficie o la dotación de riego. 27
3.1.3. Cuantificación de la mejora en la dotación de riego. 27
3.1.4. Cuantificación de la mejora de la productividad. 27
3.1.5. Cuantificación de la reducción de costes al agricultor. 28

3.1.6. Cuantificación económica del agua no consumida. 32
3.1.7. Cuantificación económica de la energía de autoconsumo. 34
3.1.8. Resumen de los ingresos o gastos generados por la modernización. 35
1.1. Incremento de los costes. 35
3.2. Inversión. 36
3.3. Forma de pago de la inversión. 36
3.4. VIABILIDAD ECONÓMICA. 36
3.4.1. Estudio financiación 100 % privada 37
3.4.1.1. FLUJO DE CAJA 37
3.4.1.2. Valor Actualizado Neto (VAN) RETORNO DE LA INVERSIÓN (pay back) 37
3.4.1.3. Tasa Interna de Retorno (TIR) 38
3.4.2. Estudio financiación PRTR 40
3.4.2.1. FLUJO DE CAJA 40
3.4.2.2. Valor Actualizado Neto (VAN) RETORNO DE LA INVERSIÓN (pay back) 40
3.4.2.3. Tasa Interna de Retorno (TIR) 41
4.- VIABILIDAD LEGISLATIVA O JURÍDICA 42
4.1. Agenda 2030. 42
4.2. Planes de desarrollo sostenible UE 2030. 43
4.3. Objetivos UE 2030 43
4.4. Objetivo 55 UE. 43
4.5. El pacto Verde. 43
5.- VIABILIDAD AMBIENTAL 44
6.- VIABILIDAD SOCIAL, CULTURAL 44

1.- INTRODUCCIÓN

En este anejo se tratará de dar cumplida respuesta a las condiciones económicas de la inversión en relación con los beneficios económicos derivados de ella. En cualquier caso, no se puede obviar que tal y como se ha analizado en el anejo agronómico y en el de evaluación de alternativas, esta es una obra que se establece para dar "sostenibilidad" al acuífero del "Campo de Dalias", masa de aguas 060.013 del PH-CMA.

Las obras de utilización de agua desalada para reducir las extracciones del acuífero, están definidas en el Ph-CMA plan 2022-2027. En este periodo, la administración quiere que se reduzcan las extracciones del acuífero inferior (hoy el más afectado por la caída piezométrica y la intrusión marina) un total de 60,05 hm³ para el total del poniente almeriense, 50,24 hm³ entre aguas regeneradas y aguas desaladas para uso en regadíos; correspondiendo a esta última partida un total de 39,74 hm³ para uso de regadíos.

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

Procedencia del agua, según el Ph-CMA para los riegos del poniente de Almería, escenario 2022-2027, con identificación de la parte que va a invernadero en base a los datos de la JCUAPA

Para poder dar cumplida finalidad a este objetivo, la administración ha puesto en marcha distintos planes, entre el que destaca la construcción de una desaladora con capacidad de producción de 30 hm3/año, ampliable a 40 hm3/año en el futuro (ya aprobado). Se compone actualmente de 6 bastidores con capacidad de 675 m3/h (siendo su capacidad diaria de 97.200 m3/día), ampliable a 8 bastidores con capacidad diaria de 129.600 m3/día.

Esta inversión de la administración pública, obedece al mandato para conseguir la sostenibilidad del acuífero, hoy mediante la Resolución 2975/1996 (Confederación Hidrográfica del Sur, 1996) declarado definitivamente sobre explotado (acuífero del Campo de Dalías, masa de agua 060,013). Además, el objetivo de esta resolución era elaborar el Plan de Ordenación del Campo de Dalías para corregir la situación de sobreexplotación. Dentro de este plan se contempla la reducción de las extracciones en 50 hm3, con el objeto de volver a la situación existente en el año 1984. Las medidas contempladas en dicho Plan eran la asignación de recursos regulados en el embalse de Benínar o de las Fuentes de Marbella (20 hm3), reutilización de aguas residuales (5 hm3), desolación de agua de mar (20 hm3) y un ahorro de agua de riego (5 hm³) en prácticas de regadíos, (CHS, 2001).

Obviamente, desde 1984 se han sucedido las actuaciones y las modificaciones de aquel plan, hasta concretarse en los PH-CMA la situación del citado acuífero, y las medidas para contener su sobre explotación y hacerlo sostenible.

Dentro de estas medidas está la comentada de la construcción de la desaladora de Balerma, su ampliación, así como las distintas actuaciones para poder utilizar aguas regeneradas de las EDAR municipales.

Es por tanto que las obras, no persiguen un fin económico directo, sino el mantenimiento de la actividad agrícola de la comarca en condiciones sostenibles.

1.1. Descripción del Proyecto.

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

1.1.1. 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 14,50 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.

1.1.2. Central hidroeléctrica.

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- demandas, las comunidades establecen la instalación de una central hidroeléctrica que extraiga la energía piezométrica 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 kW/año**

1.1.3. Balsa Norte.

Se construirá sobre las parcelas catastrales:

Parcela 130 pol. 7	16.450
Parcela 300 pol. 7	1.914 m²
Parcela 147 pol. 7	12.832
Total	31.196

Catastral y Superficies de la unidad de actuación Balsa Norte.

Básicamente, la balsa se dispondrá sobre la parcela 130 y 300. Se construirá semienterrada, siendo los diques de la balsa tendrán forma trapecial, 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).

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/m2, 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.

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

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.

1.1.4. 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 m.

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.

1.1.5. Tomas para distintas comunidades.

En el tramo final de la conducción se sitúan todas las comunidades a las que se surte de agua mezcla desalada y de 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 ejecución, no se incluye en este proyecto por ser una tramitación administrativa de incierto tiempo de tramitación.

1.1.6. Balsa Sur.

Se construirá sobre las parcelas catastrales:

Parcela 23 pol. 24	17.301
Parcela 266 pol. 24	15.000 m²
Total	32.301

Catastral y Superficies de la unidad de actuación Balsa Sur.

Básicamente, la balsa se dispondrá sobre la parcela 23. Se construirá semienterrada, siendo los diques de la balsa tendrán forma trapecial, 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).

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/m2, 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.

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 mezcla con aguas de peor calidad.

Permitir el riego frente a la desconexión de las fuentes de suministro por razones de avería o mantenimiento.

1.1.7. 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.

1.1.8. Telecontrol.

Junto con los sistemas de medida, regulación y control de los hidrantes, la comunidad implementará un sistema de telecontrol de forma que se conozca en tiempo real los siguientes parámetros.

Medidas del nivel de las balsas
Válvulas de apertura y cierre
Mediciones del caudal instantáneo
Mediciones del volumen total
Medición de la presión de la red
Medición de la CE del agua en distintos puntos
Control Válvulas reductoras de presión
Control Válvulas de caudal variable
Control Válvulas limitadoras de caudal
Control Válvulas reductoras de presión
Control de las necesidades de bombeo
Medición de parámetros eléctricos
Medición del caudal en cada hidrante
Medición del caudal de suministro a cada comunero

Sistemas controlados telemáticamente.

Todos los ramales de la comunidad dispondrán de telecontrol, estén ya construidos, se hayan modificado su situación por necesidades del proyecto, o se instalen nuevos por primera vez.

1.1.9. Centrales fotovoltaicas.

El proyecto se basa en la instalación de dos centrales fotovoltaicas en la balsa norte, una sobre la lámina de agua, y otra sobre los descuadres de la parcela.

La instalación en tierra estará formada por 1223 módulos FV monocristalinos con una potencia de 550Wp cada uno, y una potencia total de 672.650Wp, la instalación flotante estará formada por 208 módulos FV de 550 Wp cada uno con una potencia total de 114.400Wp

1.2. Objeto.

El objetivo de este anejo es estudiar las distintas variables que intervienen en la mejora de los regadíos establecidos en el proyecto "PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA)". Al objeto de determinar la viabilidad del proyecto.

1.3. Viabilidad de los Proyectos de Mejora de Regadíos.

La viabilidad de un proyecto es su capacidad para finalizar satisfactoriamente, entregando los resultados esperados con la iniciativa.

Obviamente, los resultados de un proyecto son muy variables y entre ellos podemos encontrar los económicos, los sociales, los ambientales, la legal, etc. Analizar la cualidad o cualidades que queremos analizar (que nos interesa cuantificar) antes de la etapa de planificación sirve como guía para impulsar la toma de decisiones desde la comprensión integral de los parámetros del proyecto, los objetivos a alcanzar, algo que minimizará los factores de riesgo intrínsecos al proyecto.

Aunque cada proyecto difiere en sus objetivos, necesidades y alcance, existen aspectos comunes a todos, en lo relativo a factores internos y externos que resultan determinantes para su éxito. Algunos de ellos son el liderazgo del proyecto, la disponibilidad de recursos, la infraestructura existente, la demanda pública y las regulaciones, que afectarán la salud del proyecto y a largo plazo y, por tanto, a su viabilidad.

En cualquier caso, el estudio de viabilidad de un proyecto debería aportar, al menos, visibilidad en el plano técnico, para responder a preguntas sobre los recursos o la disponibilidad; y también ha de resolver dudas económicas, aclarando el potencial de generación de ingresos a largo plazo del proyecto; y de forma complementaria, se debe implementar análisis adicionales que tengan en cuenta cuestiones ambientales, de cumplimiento legislativo, políticas o culturales, entre otras.

Es por tanto que básicamente hay cuatro análisis para implementar la viabilidad de los proyectos.

Viabilidad técnica

Viabilidad económica.

Viabilidad legislativa o jurídica.

Viabilidad ambiental, social, cultural, etc.

Viabilidad Técnica.

Consiste en determinar si la actividad cuenta con los recursos técnicos y la experiencia necesaria para cumplir con los requisitos del proyecto.

Viabilidad Económica.

Un estudio de viabilidad económica se centrará en evaluar los factores económicos del proyecto para determinar su rentabilidad financiera. Por ejemplo, se puede utilizar un análisis coste-beneficio para comparar los costes con los beneficios previstos.

Viabilidad legislativa o jurídica.

Obviamente, cualquier proyecto debe asegurar el cumplimiento de todos los requisitos legales. Lo que incluye investigar si se aplica la normativa en materia legal tanto en las actividades para llevarlo a cabo como en los resultados del proyecto.

Pero en los proyectos a largo plazo, también es inherente que estos contribuyan o por lo menos no vayan en contra de las políticas marcadas a largo plazo; nos referimos a los planes que establecen las Naciones Unidas (agenda 2030) o la Unión Europea y sus planes de desarrollo sostenible, teles como el Objetivo 2030.

Viabilidad ambiental.

Se ha de establecer, si el proyecto converge en relación con los planes ambientales establecidos a nivel legislativo general. Una vez cumplidos los objetivos del 20-20-20 (reducir un 20% el consumo de energías primarias y emisiones de gases efecto invernadero y aumentar un 20% las energías renovables, además de mejorar la eficiencia energética en las edificaciones), actualmente, la UE está inmersa en el "Objetivo 2030"

Dicho objetivo establece:

Un objetivo vinculante para la UE en 2030 de, al menos, un 55% menos de emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con 1990.

Un objetivo vinculante para la UE en 2030 de, al menos, un 32% de energías renovables en el consumo de energía.

Un objetivo indicativo para la UE en 2030 de, al menos, un 32,5% de mejora de la eficiencia energética.

La consecución del objetivo de interconexiones de electricidad del 15% en 2030.

Pero, además, tiene que ver con diversidad de las especies y de los ecosistemas; estableciendo entre sus objetivos la protección jurídica al 30 % de la superficie terrestre y al 30 % de la marina de la UE, como mínimo, e incorporar corredores ecológicos, dentro de una auténtica Red Transeuropea de Espacios Naturales.

Asimismo, el proyecto justificará que no cae en los errores o inexactitudes, denunciadas por las asociaciones ecologistas en relación con la mejora de regadíos.

Viabilidad Social y/o cultural.

Los proyectos no han de contribuir a la alarma social, ni ser un punto de partida para los movimientos sociales. Es obvio que cualquier actividad humana puede encontrar en determinados grupos o colectivos, razones para no ser implementada, pero esto ha de ser subsanado mediante el conocimiento de las necesidades y la implementación de medidas correctoras que impida o minimicen la oposición social a los proyectos.

2.- VIABILIDAD TÉCNICA.

La viabilidad económica de un proyecto de mejora de regadíos, puede venir derivada de:

2.1. Aumento de la producción agrícola.

Como ya hemos analizado en el anejo agronómico, el uso de aguas de mejor calidad, aumentan la productividad; este incremento depende de la modificación de la calidad del agua, y en este caso, hay fincas que no van a mejorar sensiblemente la calidad y otras que, si lo van a hacer, al utilizar mezclas con el agua desalada, es por tanto que solo estás son susceptibles de aumentos dela producción agrícola.

No obstante, la cantidad de cosecha obtenida, no es lo determinante para la productividad expresada en €/m²; dado que la mejora del agua de riego también permite cambiar los cultivos (por cultivos más sensibles a la salinidad) y esto modifica las pretensiones económicas de los agricultores, diversificando su oferta, reduciendo el riesgo por monocultivo, o mejorando la calidad de los productos obtenidos.

No obstante es difícilmente cuantificable la modificación económica, entendiendo que a grandes rasgos es positiva y por ello, los agricultores con mejor dotación de aguas (agua de mejor calidad) invierte más en tecnificación de sus cultivos, y consiguen mayores rentabilidades netas (esta evolución se aprecia claramente en los análisis de mejora de estructuras realizados por Cajamar1

Uno de los estudios más completos es el realizado por el Grupo de Estudios Económicos del Ministerio de Medio Ambiente (MIMAM, 2007), en el que se calcula, a partir de estadísticas oficiales para el período 1997-2002, el valor añadido bruto y el margen neto de explotación por hectárea y por m3 de agua de riego a escala comarcal, diferenciando también según las principales orientaciones productivas.

Según este estudio, los mayores niveles de rentabilidad de la tierra de regadío, medida en euros de margen neto de explotación por hectárea, se concentran a lo largo de la costa de Andalucía, Región de Murcia y Comunidad Valenciana, así como en diferentes zonas de los Valles del Ebro, Tajo y Guadiana. En cuanto a la rentabilidad media del agua de riego calculada para el período 1997-2002, medida en términos de margen neto por m3 (euros/m3), esta oscila entre los 0,11 euros/m3 de la cuenca del Duero y los 1,32 euros/m3 de las cuencas mediterráneas andaluzas, con una media nacional de 0,29 euros/m3.

2.2. Cambio de los cultivos

La mejora suele llevar consigo un cambio de cultivos, no obstante, este cambio puede no llevar aparejado un aumento de la dotación de regadío; los nuevos cultivos por ciclo productivo o por estrategia de cultivo, no consumen mayor dotación de agua que la asignada.

La mayor productividad del regadío, suele venir por el cambio de cultivos, así como por la reducción de la incertidumbre de la producción, al no depender esta de las condiciones climatológicas (precipitación, fundamentalmente).

2.3. Mejora de la eficiencia del regadío.

La eficiencia de un sistema de riego es la relación entre la cantidad de agua utilizada por las plantas y la cantidad de agua suministrada desde la bocatoma (pozo o conducción general).

En términos generales, el agua que es captada de alguna fuente natural de un sistema de riego esta conducida a través de un canal principal y luego derivada el agua por un canal de distribución y finalmente se deriva el agua a nivel parcela para algún cultivo del productor agrario. Que finalmente se evaluara del caudal captado en la boca-toma cuánta agua de esta es utilizada para el riego del cultivo y para ello es importante determinar la eficiencia de riego a fin de determinar la demanda de agua que se requiere en un proyecto de riego siendo esta un factor importante en el cálculo de la demanda hídrica de todo proyecto de riego.

La eficiencia de riego está compuesta por la eficiencia de conducción en el canal principal, eficiencia de distribución en los canales laterales y la eficiencia de aplicación a nivel de parcela, el producto de estas tres eficiencias nos determina la eficiencia de riego de un sistema.

1Tecnología de los invernaderos mediterráneos: evolución de la tecnología en los invernaderos de bajo consumo energético de Almería (Pérez-Parra, J. Y Céspedes, A. Estación Experimental de la Fundación Cajamar

$$Ef_r = Ef_c \times Ef_d \times Ef_a$$

Donde:

Eficiencias conducción (Efc)

Eficiencia de distribución (Efd)

Eficiencia de aplicación (Efa)

Fórmula para el cálculo de la eficiencia del regadío.

Estos parámetros, nos son reconocibles, porque para determinar la relación entre dotación neta y bruta, los planes hidrológicos la emplean,

2.4. Reducción del consumo de agua.

En los cultivos al aire libre, no ocurre esto, porque el lavado de sales se produce mediante la precipitación natural (agua de lluvia), pero en los cultivos protegidos por plástico, la precipitación no llega al terreno, lo que hace que sea necesario emplear una fracción del agua en el lavado de sales.

El empleo de aguas de mejor calidad, reducen la fracción de agua empleada en el lavado de sales. No obstante, es este un concepto variable y condicionado por las técnicas de cultivo, el suelo y las técnicas culturales, no existiendo dos fincas iguales y por tanto no existen dos agricultores que hagan lo mismo en tanto sus condiciones de cultivo (suelo, estructura, técnicas culturales, abonados) sean similares.

2.5. Modificación del consumo de fertilizantes.

El consumo de fertilizantes, no suele venir de la mano de la mejora de los Regadios; utilizar mejor agua, suele suponer un mayor empleo de fertilizantes, que obviamente se corresponde con una mayor cosecha.

No obstante, al modificar la calidad se modifican los aportes de nutrientes que tiene el agua original, por lo que se modifica el empleo de fertilizantes, subiendo el consumo de unos y bajando el consumo de otros en base a este aporte antes mencionado.

De otro lado, existe la necesidad de hacer más eficientes estos, mediante el sistema de hacer que los fertilizantes se encuentren a ph “fisiológico”; se trata en general de que la disolución nutritiva (mezcla de los distintos abonos solubles en el agua de riego) se encuentre a ph 5.5- 6; para ello se han de neutralizar los carbonatos y bicarbonatos, dejando 0,5 mili moles de estos.

La neutralización es un proceso químico por el cual 1 mol de un ácido (ácido nítrico, sulfúrico, clorhídrico, fosfórico…) neutraliza (convierte en agua) un mol de una base (en nuestro caso carbonatos y bicarbonatos). Es este un proceso progresivo en el que el ph, va cayendo lentamente desde la posición inicial (agua fertilizada) hasta que quedan 0,5 mili moles de bicarbonato, encontrándose a un ph de 5.5-6,5. Si neutralizamos ese último mili mol que queda, el ph cae bruscamente a ph 3.5-4; algo que no es deseable pues el ph “fisiológico” está en torno a los 5,5 – 6,5.

Si el agua presenta menos bicarbonatos, se emplea menos ácido para neutralizar y por tanto existe un ahorro en fertilizantes, que contribuye a mejorar la cuenta de explotación.

2.6. Reducción del consumo de fitosanitarios.

El empleo de aguas de mejor calidad, supone una reducción del estrés hídrico en el cultivo, si a esto unimos que se mejoran las redes de distribución, impidiendo que caigan patógenos al agua a lo largo de la misma, se mejora la sanidad de los cultivos, y estos precisarán un menor empleo de fitosanitarios; algo que también contribuye a mejorar la cuenta de explotación del agricultor.

Suele ser frecuente que la modernización de regadíos conlleve una serie de mejoras en los sistemas de producción, que permitan la modificación del sistema de cultivo a estrategias "integradas", biológicas, e incluso ecológicas, reduciendo así en muchos casos la dependencia de productos fitosanitarios convencionales (químicos) para derivar en estrategias que emplean productos naturales (piretrinas naturales, azucares, extractos, etc.) o directamente otros insectos, ácaros, bacterias o virus que afectan a las plagas y no intervienen en las cadenas tróficas ni afectan a los consumidores.

2.7. Balance del Carbono.

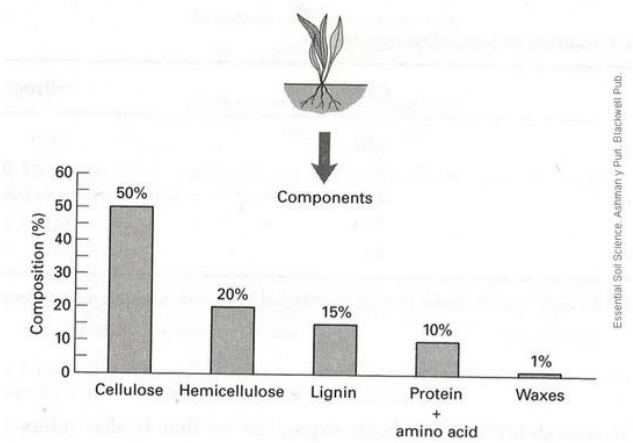
Las plantas absorben CO2 para fabricar hidratos de carbono fundamentalmente y a partir de estos y la energía que contienen sus enlaces, el resto de estructuras vegetales (lípidos, proteínas...). El regadío en la media en que aumenta la productividad por unidad de superficie, aumenta la cantidad de anhídrido carbónico absorbido por el cultivo.

Una vez fijado en las estructuras vegetales, el CO2; una parte de él es exportado mediante la recolección de frutos, otra parte es exportado con los restos de cosecha, y otra parte (la que se corresponde con las raíces fundamentalmente, es fijado en el terreno.

Las estructuras vegetales formadas, son de baja densidad, por si las colocamos en condiciones de ser compostadas, lo hacen fácilmente, pasando a humus en pocos meses, y de esta forma a completar su ciclo volviendo el CO2 a la atmósfera en pocos meses, liberando los nutrientes absorbidos durante su fase de cultivo.

La meteorización de la materia orgánica hasta volver a CO2 y liberar los nutrientes absorbidos, es un proceso diferencial en el que, según la naturaleza del compuesto, se realiza a una u otra velocidad.

Los componentes de la materia orgánica son en general:



Componentes de la M.O. vegetal

En cualquier caso, la velocidad de degradación al CO2 inicial y nutrientes absorbidos, depende de las distintas fracciones que componen el sustrato, de la fracción considerada, de la humedad del suelo, y de la actividad microbiológica.

2.8. Reducción de la factura energética.

Los sistemas de regadío actuales, vienen de la mano de la implementación de sistemas de producción energética para auto-consumo. La estrategia más generalizada es la de electricidad fotovoltaica, pero existen otras menos empleadas, pero igualmente interesantes. En cualquier caso, la implementación de producción energética en las zonas en las que es posible hacerlo, en sistemas de auto consumo mejora la factura energética, además de reducir la huella de carbono al obtener toda la energía utilizada por métodos que no generan CO2.

2.9. Superficie Agrícola.

En nuestro caso, no es un concepto que podamos establecer, en tanto que la superficie agrícola no aumenta, ni en la dotación de invernaderos de la JCUAPA, ni en las comunidades de regantes adscritas al proyecto.

Situación inicial		Situación futura	
Superficie bruta (ha)	Superficie neta (ha	Superficie bruta (ha)	Superficie neta (ha)
2.800,07	2.380,06	2.800,07	2.380,06

Evolución de la superficie regada en la JCUAPA y las comunidades de regantes adscritas al proyecto de mejora.

Es decir, la superficie de regadío e invernada, permanece constante a lo largo de todas las fases del proyecto.

En nuestro caso, la iniciativa de la modernización, no persigue en ninguna medida el aumento de la superficie de riego por lo que la viabilidad del proyecto medida como tal, seria máxima. El proyecto cumple con las perspectivas fijadas “NO SE AUMENTA LA SUPERFICIE AGRÍCOLA” medida en número de hectáreas nuevas en regadío.

2.10. Aumento de la dotación de riego.

No procede; en tanto la dotación de riegos no aumenta en ninguna de las fases de desarrollo del proyecto.

Según el PH-CMA 2022-2027, la dotación

	PH-CMA 2022-2027	PH-CMA 2022-2021	
dotación bruta riego/ha	6700	6700	m³/
dotación neta riego/ha	6300	6300	m³/

Dotación neta y bruta por hectárea de cultivo en invernadero (PH-CMA)

Como vemos no aumenta, ni disminuye.

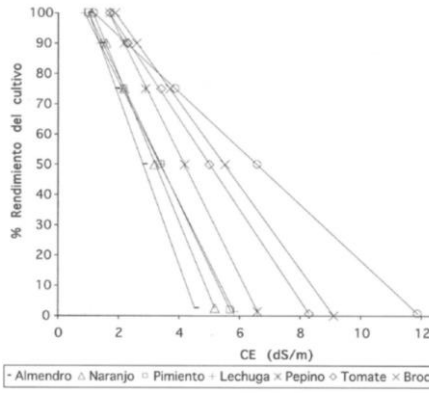
Además, el hecho de que se implemente en el proyecto el telecontrol, permite democratizar por la información el sistema de regadío, informando al agricultor sobre sus niveles de consumo y sobre la desviación que se pueda producir en relación con el estándar establecido en los Planes Hidrológicos.

La iniciativa de la modernización, no persigue en ninguna medida el aumento de la dotación de riego por lo que la viabilidad del proyecto medida como tal, seria máxima. El proyecto cumple con las perspectivas fijadas “NO SE AUMENTA LA DOTACION DE RIEGO,” medida en m³ / ha.

2.11. Aumento de la Producción Agrícola.

Como ye vimos en el anejo agronomía, la mejora en el agua de riego, deriva una mayor productividad del cultivo, expresada en kilogramos por unidad de superficie, con el mismo cultivo y las mismas técnicas culturales.

Martínez en 2009 elaboró un gráfico representando la reducción de rendimiento cuando se empleaban aguas salobres en distintos cultivos.



Efecto de la CE sobre el rendimiento de varios cultivos de la zona de estudio. Fuente: Martínez (2009).

Del gráfico podemos extraer que las pérdidas de cosecha, comienzan con aportes en el agua de más de 1,5 a 2 ml/cm en cultivos sensibles, y a partir de 3 en cultivos menos sensibles.

En el caso que nos ocupa, tenemos, como ya hemos establecido en el anejo agronómico, varios supuestos.

Sitaución actual, mezclas	Sup (ha)
Enplean solo agua del acuifero superor	391,86
Emplean solo aguas del acuifero inferior	256,79
Emlean una mezcla de ambas	2.151,42
Total	**2.800,07**

Situación actual procedencia del agua de riego.

Esto nos lleva a que tenemos fincas con CE de 2,23 ms/cm (fincas que solo riegan con agua del acuífero superior), fincas que riegan a CE 0,48 ms/cm (las que solo riegan con agua del acuífero inferior) y fincas que riegan con CE de 0,91 ms/cm (las fincas que hacen mezclas de agua).

Esto lleva a que tan solo las 391,86 ha se verían afectadas positivamente por la mejora del regadío, si bien el resto no se vería afectado negativamente por lo mismo.

En cualquier caso y según los datos de los investigadores, podríamos estar hablando de un aumento del 10% en la productividad de los cultivos, si no modificamos ningún otro parámetro (técnicas de cultivo, cambios de estos, etc..).

La modernización aumenta la productividad en aquellas fincas en las que el agua tiene en la actualidad más conductividad eléctrica, permaneciendo indiferente en las fincas cuya dotación de riego presenta una conductividad próxima o menor a 1 ds/cm. En este sentido la viabilidad de la mejora consiste en encontrar si las fincas que tienen peores aguas, mejoran la productividad; algo que la experiencia en otras muchas fincas ya ha establecido con carácter general y particular; en tanto, los agricultores no quieren aguas de más de 2 ds/cm porque son “masoquistas” y quieren pagar más cara el agua de riego (el agua desalada es cara en relación con las extraídas del acuífero superior, sobre todo). Estos agricultores, buscan aguas con menos de esa cantidad de sales porque son más productivas, además de porque permiten cualquier tipo de cultivos y facilitan el manejo de todas las variedades comerciales.

La viabilidad del proyecto en este caso se mediría por el aumento de productividad de las fincas que mejoran la CE (conductividad eléctrica) del agua de riego; y dado que existen experiencias en este sentido, podemos determinar que la viabilidad de la modernización del riego es positiva “AUMENTO DE LA PRODUCCIÓN AGRICOLA” y vendría dada por el aumento en kg/m² de la cosecha producida.

2.12. Cambio de cultivos

La mejora de las aguas de regadío, en muchos casos permiten a los agricultores el cambio de cultivos o las prácticas culturales que aplican en ellos, lo que suele repercutir en una mayor rentabilidad económica.

Esta modificación conlleva un incremento en la producción y en la productividad. Dr. Omar González-Cueto y otros, en su estudio sobre "Productividad del agua de riego en cultivos seleccionados de la región central de Cuba" analiza los cambios de productividad sobre distintos cultivos que conlleva el regadío; en este estudio se modifican las fechas de siembra, las dotaciones de riego y los cultivos.

Dado que como hemos visto, la mejora de la conductividad electica no afecta a toda la mejora, si no que sería más efectiva en las 391,86 ha que utilizan agua del acuífero superior, es solo en estas en las que se podría considerar dicha mejora; si bien, y como antes hemos considerado, al resto de hectáreas no afecta negativamente este concepto.

En nuestro caso las perceptivas son que las fincas que hoy se dedican a cultivos menos sensibles a la CE (conductividad eléctrica) puedan dedicarse a otros más sensibles, tales como el pimiento o el pepino; o mejorar la calidad de los frutos producidos expresada en kg/m² de productos de calidad superior, respecto de la cantidad total producida.

Es este otro parámetro que es conocido y valorado por los agricultores y por tanto la viabilidad del proyecto queda demostrada por innumerables experiencias previas. El proyecto de mejora permitirá la "LIBRE ELECCIÓN DE CULTIVOS" por parte del agricultor. Además de esto, el agricultor podrá optar a cualquier fecha de siembra o a cualquier técnica de cultivo; es este un parámetro medido en términos subjetivos en tanto es el agricultor el que decide las modificaciones pertinentes en base a criterios subjetivos que van variando a lo largo de los años.

2.13. Mejora de la Eficiencia del Riego.

Como hemos indicado con carácter general, el empleo de aguas de mejor calidad, reducen la fracción de agua empleada en el lavado de sales. No obstante, es este un concepto variable y condicionado por las técnicas de cultivo, el suelo y las técnicas culturales, no existiendo dos fincas iguales y por tanto no existen dos agricultores que hagan lo mismo en tanto sus condiciones de cultivo (suelo, estructura, técnicas culturales, abonados) sean similares.

En cualquier caso, esta posibilidad se daría, si no fuera porque en los planes hidrológicos ya se ha descontado la misma, de forma que, si analizamos la dotación bruta, partiendo de la neta 6.300 m3/ha, aplicando los coeficientes correctores establecidos por ley.

		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

Coeficientes correctores para cuantificar la dotación bruta, partiendo de la dotación neta establecida en los PH-CMA

Tendríamos una dotación bruta de:

		Dotación máx bruta (m3/ha)	Dotación mín bruta (m3/ha)
Eficiencia	en conducción	7.411,76	6.631,58
Eficiencia	en distribución	10.588,24	6.980,61
Eficiencia	en aplicación		
	Gravedad		
	Aspersión		
	Localizado	10.804,32	6.980,61

Cálculo de la dotación bruta, partiendo de la dotación neta establecida en los PH-CMA, aplicando coeficientes correctores.

Cuyo valor promedio sería de 8.892,47 m³ /ha, lejos de los 6.700 establecidos (que son menores que los valores obtenidos considerando los coeficientes mínimos en todos los casos (6.980,61 m³ /ha)

Es por tanto que la mejora no reduce la dotación de agua por hectárea, porque esta ha sido calculada ya considerando la mejora, aplicando ya coeficientes mínimos de forma que se fuerza al agricultor a ahorrar agua.

No hay que olvidar que en el Poniente Almeriense, desde que se iniciase el trámite de acuífero sobre explotado y quizá incluso antes (al ser una zona de bajo potencial hídrico), el agricultor ha realizado las mejoras técnicas necesarias para rentabilizar cualquier aporte de agua, esto le llevó en un primer momento a utilizar el "enarenado" (técnica de cultivo de la que hemos hablado en el anejo agronómico y que permite además de aumentar la productividad, reducir ella gua aportada, con mayor productividad).

Es por tanto que la modernización más allá de que, por ejemplo, reduzca las perdidas en la red general actual (como ya hemos establecido en el anejo agronómico, la comunidad de regantes Tierras de Almería, lleva contrastadas las pérdidas que tiene en la red general mediante control volumétrico a la entrada y a la salida de la misma, fijando estas en un casi 10%, no contempla la mejora de la eficiencias en tanto han sido fijadas en el Plan hidrológico, en valores mínimos, difícilmente alcanzables y, desde luego, imposibles de superar.

2.14. Reducción del consumo de agua.

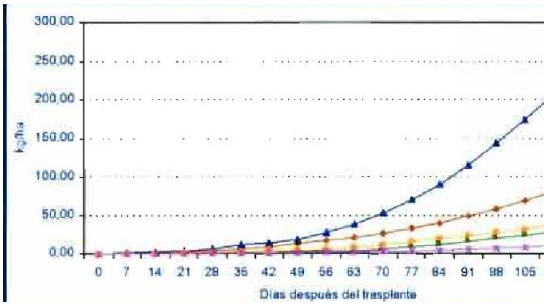
Obviamente, el uso de aguas de mejor calidad, reducen la fracción de agua empleada en el lavado de sales. No obstante, es este un concepto variable y condicionado por las técnicas de cultivo, el suelo y las técnicas culturales, no existiendo dos fincas iguales y, por tanto, no existen dos agricultores que hagan lo mismo en tanto sus condiciones de cultivo (suelo, estructura, técnicas culturales, abonados) sean similares.

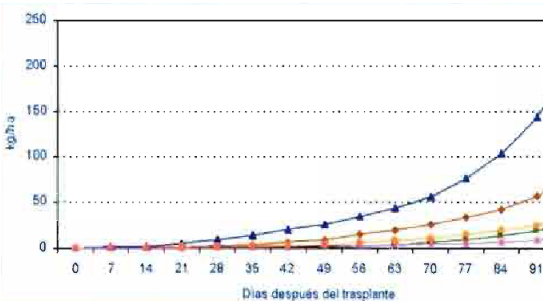
Es una tendencia general a que, con peores aguas, se precisa un mayor empleo de agua para el lavado de sales, por lo que la mejora de estas así lo hará, si bien, solo en la fracción de superficie que mejora este, en el resto el resultado será inocuo.

Modificación del consumo de fertilizantes.

El consumo de fertilizantes en los cultivos intensivos es proporcional a la cantidad de agua empleada para igual calidad de aguas.

En cualquier caso, el consumo de fertilizantes no es lineal a lo largo del ciclo de cultivo; siendo mínimo en los primeros estadios y máximo en los últimos; y así, por ejemplo, D. Luis Rincón Sanchez, en su publicación sobre "pautas sobre la correcta fertilización en lechuga Iceberg" establece curvas de absorción, que varía no ya solo a lo largo del ciclo de cultivo, sino según el ciclo de este (primavera u otoño).



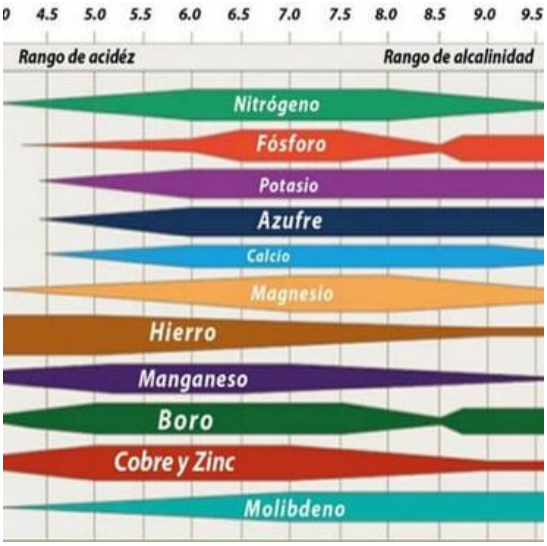


Luis Rincón Sánchez, ingeniero IMIDA. Curva de absorción de nutrientes en lechuga Iceberg, ciclo de otoño invierno (izq) y de primavera-verano (der). La máxima curva de absorción corresponde al potasio, la siguiente al nitrógeno, le sigue el calcio, el fósforo y por último el magnesio.

En el caso que nos ocupa, la modificación del consumo de fertilizantes, ha sido estudiado en el anejo agronómico según las distintas mezclas consideradas, y hemos determinado que la mejora del agua nos llevaría en las fincas que tienen peor agua (las 391,86 ha que riegan con el acuífero superior) a utilizar una mayor cantidad de abonos en tanto el agua de peor calidad tiene disueltos una serie de nutrientes que no será necesario aportar en fertirrigación, no afectando la mejora del agua de riego al resto de fincas (las que riegan con agua del acuífero inferior y las que ya hacen mezclas de aguas del acuífero superior e inferior),.

No obstante en todos los casos, se precisa una técnica ampliamente difundida que consiste en la neutralización del agua de riego para conseguir que el ph sea de 6,5. Esto se consigue con la aplicación de un ácido en cantidad tal que iguale el número de mili moles de carbonatos más bicarbonatos, menos 1 - 0,5 (es decir, se neutralizan todos menos 1 - 0,5 mili moles); aunque actualmente se dispone de máquinas automatizadas que aportan el ácido necesario para que la disolución quede al asignado por el regante.

La modificación del ph de la disolución permite una mayor eficiencia de los abonos, al aumentar el oxígeno en las raíces (las proporciones en la atmósfera se mantienen estables; si en una caja cerrada, generamos o aportamos un compuesto en un punto de ella, las moléculas del resto, se mezclará para mantener las proporciones en todos los puntos de receptáculo igual; las moléculas tratan de ocupar todo el espacio de forma homogénea). Y además mejora la absorción de este en tanto los nutrientes no son absorbidos a según qué ph del suelo.



Rango de absorción de nutrientes en función del Ph de la disolución (Castellanos 2014)

Algo que también interviene en la modificación del consumo de fertilizantes es lo que se conoce como antagonismo. Si el agua de riego tiene la presencia de un ion en cantidades importantes, esto hace que otros nutrientes no se absorban adecuadamente y haya que aportarlos en mayor cantidad o modificar el ph para hacerlos más solubles y atractivos a la planta. Son antagonistas el Ca y el Mg, el K y el Amoniaco o el cloro y el nitrógeno

En nuestro caso, la mezcla tiene un menor contenido en Cloro, lo que permite una mayor eficiencia del Nitrógeno (podremos reducir los niveles de nitrógeno y que el nitrógeno aportado vaya al cultivo y no al acuífero; así mismo tendremos un menos contenido en Calcio, lo que mejora la absorción del Magnesio, etc.

Es, por tanto, que la mejora cumple con el objetivo de Viabilidad, entendido este como la modificación de los abonos empleados en la fertirrigación. No se establece una cuantificación de los mismos, en tanto la variabilidad de cultivos, de alternativas o de técnicas culturales (fechas de siembra, podas, etc.) modifican estos consumos en base a otros criterios distintos de los de la propia mejora. En cualquier caso, la mejora presenta una Viabilidad positiva en tanto no se espera que el cómputo total de abonos se vea significativamente modificado por la acción de la mejora.

En cualquier caso y si no consideramos la reducción del agua empleada tenemos que el cambio en la calidad del agua, deriva en una modificación de las cantidades de abono aplicadas y de los abonos empleados, según el caso.

El problema para determinar los abonos que se modifican y las cantidades que se aplican, derivan de la cantidad de casos que pueden darse dentro de un mismo proyecto.

Como ya vimos, la cantidad de un abono a aplicar deriva de:

el tipo de cultivo (pimiento, tomate, berenjena...)

la estrategia de cultivo (primavera, verano, ciclo largo, corto…)

del sistema de siembra (suelo, enarenado, sustrato inerte u orgánico…)

De las técnicas culturales (podas, entutorados, deshojados… blanqueos, tipo de plástico, tipo de ventilación…

del agua empleada.

Del equilibrio de nutrientes deseado

De la cantidad de agua aportada.

Etc…

Si obviamos la mayoría de estas cuestiones, por otro lado, importantes, podríamos reducirlo todo a que cantidad de nutriente quiero aportar, con que abono lo aporto.

En este sentido es de aplicación los cálculos realizados en el anejo agronómico sobre los principales nutrientes y como aportarlos según el tipo de mezcla (agua del acuífero inferior, agua del acuífero superior y mezcla de estas, además de la mezcla con agua desalada).

Reducción del consumo de Fitosanitarios.

Sin duda es difícil establecer que el uso de aguas de mejor calidad, reduce el consumo de fitosanitarios, pero si consideramos que un agua de mala calidad, suele tener una mayor presencia de patógenos, la inversa podría ser aceptada como un axioma deducido al absurdo y por tanto sería una afirmación correcta.

Lo cierto es que la mala calidad del agua suele venir de la mano de redes de suministro viejas, con pérdidas o contaminación; así como del hecho de que en ella proliferen patógenos que incrementan el empleo de fitosanitarios para controlar enfermedades de suelo.

De otro lado, es un hecho que los agricultores con mejor calidad de aguas, suelen cambiar los cultivos (mejorando la rentabilidad de las fincas) y que esto les lleva a invertir más en control de plagas (permitiendo el cambio a control integrado, control biológico o directamente cultivo ecológico, lo que se traduce en un menor empleo de energía para el mismo objetivo.

En cualquier caso, es obvio que la calidad de las aguas no mejora la sanidad de los cultivos, salvo por el hecho de que los cultivos estresados (falta de agua, exceso, estrés térmico o hídrico,) tienen predisposición a padecer ataques de plagas; o por el hecho declarado por la mayoría de los fabricantes de productos fitosanitarios de que la efectividad de estos, puede verse afectada por la calidad del agua empleada en los tratamientos.

La efectividad de los tratamientos fitosanitarios y la calidad de las aguas.

Los fabricantes de fitosanitarios, establecen que la calidad de las aguas condiciona la efectividad de sus productos; y obviamente a menor efectividad, mayor empleo de estos para conseguir los mismos resultados.

El agua utilizada en la aplicación de fitosanitarios juega un papel fundamental en su efectividad. Para lograr resultados óptimos es necesario considerar ciertas condiciones indispensables, como la elección adecuada del herbicida y el acondicionamiento del agua. En este sentido, es fundamental comprender los parámetros que definen la calidad del agua de aspersión, como la dureza, el pH, la alcalinidad y la turbidez. Estas características influyen directamente en el desempeño de los fitosanitarios y en su correcta aplicación.

Los parámetros que afectan a la eficacia de los fitosanitarios son, según estas fuentes:

el ph.

Que afecta a la penetración y al hidrólisis alcalina (degradación de los fitosanitarios, reducción de la vida media del compuesto, en medio alcalino)

Dureza.

Según Aventis (multinacional del sector de los fitosanitarios), si se utiliza un agua con un alto contenido en sales disueltas (agua dura) la efectividad de los tratamientos fitosanitarios puede verse mermada porque su emulsionabilidad y dispersabilidad en el “carrier” quedan reducidas. Los iones disueltos (especialmente calcio y magnesio) forman sales insolubles con las formulaciones de los fitosanitarios (o con los surfactantes con los que van estabilizados), reduciendo la concentración de principio activo en el caldo de tratamiento. Además, estas sales de materias activas con los cationes mencionados, pueden reducir la velocidad de absorción de la materia activa a través de la cutícula de la hoja, y en casos de productos fotosensibles, aumenta el tiempo de exposición a los rayos solares, reduciendo notablemente la efectividad del tratamiento.

En este sentido, se conocen los ph fisiológicos de los distintos cultivos, por lo que, para tener la mayor efectividad de los mismos, el caldo de pulverizar ha de establecerse en las condiciones fisiológicas.

Hortícolas	pH óptimo	Frutales	pH óptimo	Extensivos	pH óptimo
Acelga	6.0-7.5	Albaricoque	6.0-6.8	Alfalfa	6.5-7.8
Apio	6.1-7.4	Almendro	6.0-6.8	Algodón	5.0-6.2
Berenjena	5.4-6.0	Avellano	6.0-7.0	Alpiste	6.0-7.0
Boniato	5.1-6.0	Café	5.0-7.0	Altramuz	5.0-7.0
Brócoli	6.0-7.2	Castaño	5.0-6.5	Arroz	5.0-6.5
Calabaza	5.6-6.8	Encina	4.8-6.0	Avena	5.2-7.1
Cebolla	6.0-7.2	Grosellero	6.0-7.0	Batatas	5.3-6.5
Col	6.0-7.5	Limonero	6.0-7.5	Cacahuete	5.3-6.5
Col de Bruselas	5.7-7.2	Manzano	5.3-6.7	Caña de azúcar	6.0-7.8
Coliflor	6.0-7.2	Melocotonero	5.3-6.8	Cáñamo	6.2-7.2
Escarola	5.6-6.8	Membrillero	5.5-7.2	Cebada	6.4-7.8
Espárrago	6.3-7.5	Naranjo	6.0-7.5	Centeno	5.3-6.8
Espinaca	6.3-7.1	Nogal	6.2-7.8	Colza	5.8-7.1

Ph fisiológico para distintos cultivos, según Aventis.

En el caso del glifosato (fitosanitario, herbicida común mente empleado), hay infinidad de estudios científicos realizados, ya que se trata de una sustancia ampliamente utilizada en agricultura y a la que la dureza del agua le afecta negativamente; incluso se ha llegado a establecer una fórmula que permite cuantificar el proceso de inactivación (Villaseca, S.; 1988) que puede verse reseñada a continuación.

$$\text{Inactivación (\%)} = \frac{\text{Volumen (L/Ha)} * \text{Dureza (ppm } CaCO_3) * 47*10^{-5}}{\text{Dosis sal (Kg / Ha)}}$$

Formula que establece la inactivación del producto "glifosato" en función de la dureza del agua (Vellaseca, S. 1988)

Otros factores como la turbidez, la presencia de Materia orgánica o las partículas en suspensión (arcillas, limos) afectan negativamente a la efectividad de los productos fitosanitarios, por lo que un agua de mejor calidad mejorará la misma y por tanto reducirá su empleo.

En este sentido la Viabilidad del proyecto, queda ampliamente contrastada en tanto "REDUCE EL EMPLEO DE PRODUCTOS FITOSANTIARIOS", tanto por el menor estrés a la que se somete a la planta (haciéndola menos apetecible o sensible a las plagas), como por el hecho de que el agua presenta un menor número de inoculo patógenos, lo que la hace menos propensa a producir ataques de hongos o bacterias; y también al hecho de que el agua presenta un ph más adecuado y una baja cantidad de sales sobre todo de calcio (menor dureza), lo que se traduce en una mayor efectividad y por tanto una reducción del empleo de estos, en las mismas condiciones.

2.15. Balance del Carbono

En nuestro caso, la mejora de los regadíos, aumenta la productividad y por tanto el carbono absorbido por el cultivo y esto fundamentalmente es debido a que los procesos de estrés, reducen la formación de hidratos de carbono y por tanto la fijación del CO2.

Entre los procesos que más afectan a la fotosíntesis (fijación del CO2 atmosférico en forma de estructuras orgánicas) está la salinidad, la sequía, las altas o bajas temperaturas o la disminución de la radiación solar (Martínez-Ballesta et al., 2009); de forma que tal y como se ha demostrado en numerosos estudios las plantas presentan frente a factores ambientales un amplio rango de respuestas que, de forma general, conducen normalmente a una reducción de la productividad (Kimball et al., 2002), como consecuencia del estrés o del déficit hídrico.

Si no se produce este déficit hídrico (por acción del regadío), se estima que la fijación de CO2 se verá incrementada en los próximos 60 años debido al aumento en la temperatura. Se espera que la fijación de CO2 se incremente el 1% por cada °C en regiones donde la temperatura media anual es de 30 °C y el 10% en regiones donde la temperatura media anual es de 10 °C. Las tasas fotosintéticas subirían un 25-75%, en las plantas de fotosíntesis C3 (las más comunes en latitudes medias y altas), al duplicarse la concentración de CO2. Los datos son menos concluyentes en el caso de las plantas cuya modalidad fotosintética es la C4, típica de lugares cálidos, siendo los intervalos de respuesta desde 0% hasta un 10-25% de incremento (Unesa, 2005).

En nuestro caso, partimos de plantas semi-herbaceas o arbustivas, plantas C3 en su totalidad (aunque existe una pequeña producción de maíz dulce en la zona, no lo vamos a considerar como representativo; el maíz es una planta C4).

Es por tanto que la productividad de los cultivos como consecuencia del aumento de la temperatura y del incremento del CO2, será máximo. En estas plantas los componentes formados por hemicelulosa son máximos; así mismo, las condiciones de cultivo son controladas y no presentan déficit hídrico, por lo que la productividad medida en MS (materia seca) es máxima. Así mismo, la degradación de los compuestos orgánicos hasta el inicio del ciclo también se produce de forma rápida.

Actualmente existen dos posibles destinos para la materia seca producida por los cultivos (además de la extracción de los frutos o partes vegetales comerciales):

Recolección de los restos para ser compostados en plantas de reciclaje especificas

Triturado de estos en finca, para formar un mulch (estrato orgánico que cubre la superficie del cultivo.

No existen datos sobre en qué porcentaje se utiliza una u otra técnica, pero por experiencia del equipo redactor, podemos estar hablando de que la primera es seguida por el 80 / 85 % de la superficie agrícola del poniente, mientras que la segunda opción, es seguida por entre un 15 a un 20% de las mismas; en cualquier caso, la producción en invernadero se caracteriza, a nivel de comunicación, por la rapidez ; y por la velocidad de transferencia tecnológica (una técnica que se garantiza (por los agricultores, a nivel de comunicación) es rápidamente implementada por el conjunto de los mismos.

Los restos Vegetales ha sido uno de los principales problemas que ha tenido la agricultura intensiva, desde su inicio hasta nuestros días, fundamentalmente por el volumen de residuos que genera, no así por las técnicas para poder reutilizarlos, que son comunes y fáciles de implementar.

El abandono de los restos vegetales del cultivo, en ramblas, solares o cualquier otro sitio ajeno a la explotación, además de estar sancionado por las administraciones locales y autonómicas, puede tener muchas consecuencias negativas, al ser estos un foco de propagación de enfermedades y plagas, que puede afectar gravemente a los cultivos colindantes; también puede degenerar en putrefacciones con el consiguiente mal olor y contaminación de los acuíferos; y tiene un impacto visual negativo (Parra, 2004).

El manejo de los residuos resulta complejo, debido entre otros a los siguientes aspectos:

Heterogeneidad de los residuos que proceden de cultivos muy diversos y que además incluyen otros materiales como los hilos de polietileno, clips plásticos y metálicos, plásticos de suelo o redes plásticas de soporte, entre otros.

Elevada dispersión de los residuos vegetales que encarece y dificulta las operaciones de transporte y almacenamiento.

Generación de residuos vegetales durante todo el año, aunque muy concentrados en volumen en momentos puntuales.

A pesar de estas dificultades, actualmente en el 100% de la superficie, cuando se termina el ciclo de cultivo, los restos vegetales o son llevados hasta plantas de reciclado para su separación (eliminar restos plásticos y otros), la trituración de los mismos y el compostaje para ser reutilizados como enmienda orgánica; o el agricultor los emplea como enmienda orgánica directa (reduciendo o minimizando los problemas que antes establecíamos para el manejo de estos restos.

2.16. Reducción de la Factura Energética.

La mejora de los regadíos, va a permitir recuperar parte de la energía piezometrica establecida por diferencia de cota entre dos puntos.

Presión de la red de suministro de agua desalada y la presión de vertido a la balsa norte.

Presión de la red entre la cota de la balsa norte y la cota de la balsa sur (esta recuperación, no se va a efectuar por motivos técnicos, pero se prepara la red, para poder hacerlo a la mayor brevedad).

Así mismo, hay que tener en cuenta que permitirá instalar campos fotovoltaicos en la lámina de agua de ambas balsas, así como en las zonas colindantes (en la balsa sur, no se va a realizar en esta fase, pero se dispone todo para poder hacerlo con cargo a la comunidad, en breve).

El empleo de aguas de mejor calidad tiene una repercusión directa en los sistemas de filtrado previo a dosificar el agua en el cultivo. Esta menor repercusión tiene un componente energético importante, en tanto los filtros permanecen limpios durante más tiempo lo que hace que no sea necesario incrementar la energía (presión) al agua para que se produzca el filtrado.

Asimismo, el agua de mejor calidad tiene una acción directa sobre la vida media de los sistemas de riego, en particular de los goteros; estos permanecen durante más tiempo en mejores condiciones, no perjudicando la uniformidad del riego y por tanto no precisando incrementos de riego para el mismo resultado productivo.

De otro lado, es un hecho que los agricultores con mejor calidad de aguas, suelen cambiar los cultivos (mejorando la rentabilidad de las fincas) y que esto les lleva a invertir más en los sistemas de riego y fertirrigación, lo que se traduce en un menor empleo de energía para el mismo objetivo (llevar el agua y los nutrientes hasta las plantas).

Es por tanto que la viabilidad del proyecto supone un menor empleo de energía, así como la recuperación de energías piezométrica generada; y sobre todo el mayor empleo de energía producida por ellos mismos, es por tanto que “AUMENTAMOS EL AUTOCONSUMO”.

2.17. Resumen viabilidad técnica.

Como resumen de lo anterior mente expuesto tenemos que:

Concepto	objetivo	Resultado	Rango	Viablilidad
sobre la superficie agricola	no aumetar	no aumenta	General	viable
Sobre la dotación de riego	no modificar	no modifica	General	viable
sobre la producción agricola	aumentar	aumenta	Parcial	viable
sobre el cambio de cultivos	permitir	permite	Parcial	viable
sobre la eficiencia de riego	mejorar	mejora	neutra	viable
Sobre la reducción del consujmo de agua	reducir	reduce	Parcial	viable
Sobre el consumo de fertilizantes	Reducir	Variabble	General	viable
Sobre el consujmo de fitosanitarios	Reducir	reduce	Parcial	viable
Sobre el balance del CO2	mejorar	mejora	General	viable
Sobre la factura energetica	mejorar	mejora	General	viable

Resumen de viabilidad técnica de la modernización.

Tan solo indicar que cuando nos referimos a que el rango de la actuación es parcial, nos referimos a que no se aplica el objetivo y el resultado a toda la actuación, sino a una parte de ella; se trata, en la mayoría de los casos a que se aplica solo sobre la superficie que tiene actualmente agua del acuífero superior exclusivamente.

En el caso del Rango “neutro” aplicado a la eficiencia del riego, nos referimos a que la mejora se produce, pero no se puede contemplar jurídicamente porque el Ph-CMA ya contempla de forma general su reducción (aunque no se haya aplicado la mejora).

3.- VIABILIDAD ECONÓMICA.

La mayoría de las acciones del proyecto, tiene un componente económico intrínseco, no obstante, en su cuantificación intervienen tantos índices que es difícil establecer una relación directamente económica sobre sus efectos.

De otro lado, aunque la obra es productiva, se trata de cumplir con unos objetivos marcados por el Plan Hidrológico, que son asumidos por el peticionario de la obra, la JCUAPA, aunque pagada por las CCRR (comunidades de regantes) y en última instancia por los regantes pertenecientes a cada una de las Comunidades de Regantes. Es por tanto que la viabilidad de la obra está referenciada al cumplimiento de las leyes y por tanto su costo económico no tiene porqué ser compensado con mejoras (aunque como veremos no es el caso); así mismo, la no realización de la obra, supone que la actividad “cultivo en invernadero” en el poniente almeriense (riego, utilizando aguas del acuífero) no es sostenible; es por tanto que la viabilidad de las obras se establece básicamente en la culminación de estos dos parámetros.

La no realización de las obras, establece que la actividad agrícola en esta zona, es insostenible a medio plazo (como consecuencia del deterioro del acuífero, y con él el de la agricultura dependiente).

En cualquier caso, las mejoras tendrán repercusiones directas sobre la actividad agrícola; en este sentido, se producirá una modificación de costes en las CCRR, derivados de:

Reducción de los gastos en agua, por reducción de las perdidas (lo que no se pierde, no hay que extraerlo del acuífero; mayor eficiencia de la factura de extracción)

Reducción de la factura energética (autoconsumo energético)

Aumento del coste del agua empleada (el agua desalada es más cara que el agua extraída del acuífero).

De otro lado, tenemos una serie de mejoras que se podrían traducir a nivel de agricultor en:

Las mejoras incrementan un 5% la productividad.

Las mejoras reducen los gastos en fitosanitarios (mejora de eficacia, menor incidencia de algunos patógenos)

Modificación de los gastos en abonado (en particular se producirá una reducción del consumo de ácido nítrico para neutralización).

Reducción del agua empleada para lavado de sales.

Todo ello viene a establecer una serie de datos relativos a la productividad económica que pasamos a cuantificar.

3.1. Cuantificación de ingresos o gastos

3.1.1. Cuantificación de la sostenibilidad del acuífero

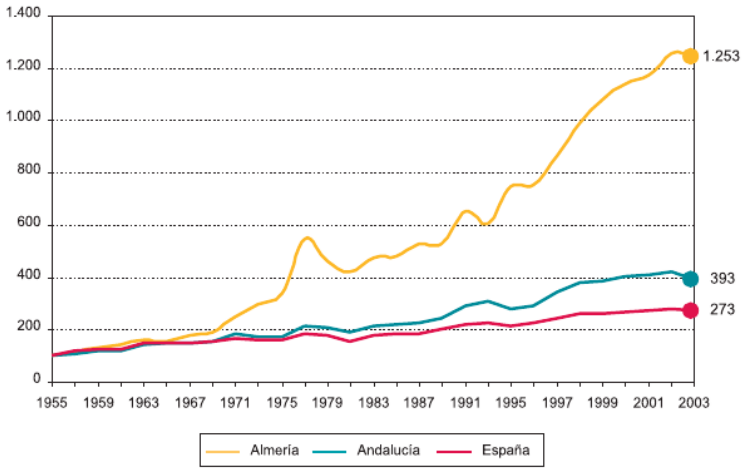
En gran parte de la geografía española, la agricultura ha pasado de ser un sector estratégico a jugar un papel con una componente cada vez más cultural, de mantenimiento de las zonas rurales, tanto cultural como ambientalmente.

En muy pocos casos la agricultura se sigue considerando como un motor de desarrollo, capaz de generar riqueza y empleo y de actuar como base sobre la que desborda un tejido productivo de empresas de insumos, industrias de transformación, sociedades de comercialización y centros de investigación, desarrollo e innovación. Siendo una de las excepciones más significativas sea la provincia de Almería.

La agricultura almeriense está claramente orientada hacia la producción hortícola bajo invernadero; y con su desarrollo, activa otros sectores indirectos de la actividad económica; si partimos de las macromagnitudes del sector podemos establecer la dependencia económica de la provincia

Haciendo uso de la serie homogénea de la Renta Nacional de España y su distribución provincial, que elaboró por primera vez en el año 1957 el Servicio de Estudios del Banco Bilbao Vizcaya, con datos referidos al año 1955, y de las series recogidas en el Balance Económico Regional de Funcas, la agricultura de Almería ha pasado de ser la sexta provincia española que menor valor añadido bruto generaba, con tan sólo el 0,65% del total nacional, a la segunda más importante en el año 2003, con un 5,73%. Esta evolución ha sido progresiva a lo largo del intervalo de tiempo considerado, pero con dos puntos de inflexión radicales: el primero se produce a finales de los sesenta y principios de los setenta y el segundo a finales los ochenta.

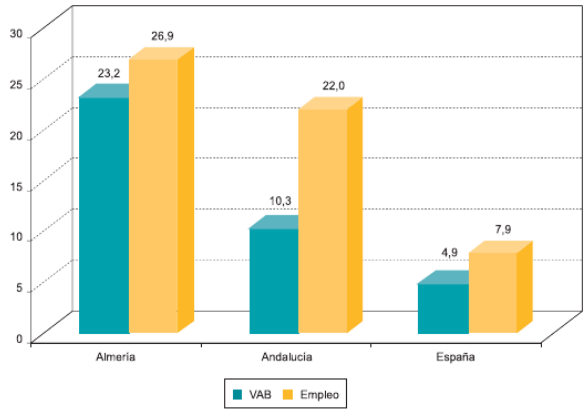
El primer caso va a estar motivado por el desarrollo de las producciones hortícolas extra tempranas, mientras que el segundo es consecuencia de la apertura de los mercados europeos a las exportaciones hortícolas almerienses. De esta forma, entre 1989 y 2003 el VAB generado por la agricultura almeriense se ha incrementado en un 137%, frente al 61% de la agricultura andaluza y el 35% de la española.



VAB (valor agregado bruto) de la agricultura. Fuente BBVA y Funcas.

Y esta evolución, continua hasta la actualidad (2019, último año publicado) en la que se sitúa en 2.444

Esta actividad económica, se traduce en el empleo de una forma directa.



Relación entre el VAB y el empleo (Mapa y Mites, 2003)

Datos que en la actualidad 2020, y comparados con el resto de provincias andaluzas escenifican el siguiente mapa:

	Producción Vegetal (millones €)	Producción Animal (millones €)	Renta Agraria (millones €)	Ocupados (miles)	Renta/ ocupado (euros)	Tasas de variación 2020/2019 (%)
	Producción Vegetal	Producción Animal	Renta Agraria	Ocupados	Renta/ ocupado	
Almería	2754,1	181,4	2409,1	62,8	38391,8	9
Cádiz	389,1	167	345,7	14,8	23438,3	-18,7
Córdoba	891,6	396	879,1	31,1	28267,2	-5,7
Granada	1145,1	264,4	1002,7	32,7	30640,7	4,8
Huelva	1089,5	202,4	868,8	32,6	26669,3	-6
Jaén	966,6	140,1	856,9	27,1	31589,5	-29
Málaga	552,9	255,7	449,2	24,7	18166,6	-14,5
Sevilla	1574,2	491,4	1275,3	39,1	32636,6	6,1
ANDALUCÍA	**9363**	**2098,4**	**8086,7**	**264,8**	**30541,7**	**-3,4**

Principales magnitudes agrarias en Andalucía, distribución provincial 2020

Lo que establece una relación directa, muy por encima de los datos nacionales y autonómicos entre la actividad agraria, la población y el empleo; de forma que, si la actividad agraria desapareciera, su repercusión en el contexto económico provincial, autonómico y nacional, se vería seriamente afectados.

La cuantificación de estos datos podría venir de la mano del PIB provincial (no existen datos comarcales)

Territorio	Anual	Producto interior bruto a precios de mercado (miles de euros)	Población (miles de personas) (c)	Producto Interior Bruto per cápita (euros/habitante)
España	2018	1.203.859.000	46.728,8	25.763
	2019	1.245.513.000	47.105,4	26.441
	2020	1.117.989.000	47.355,7	23.608
	2021	1.206.842.000	47.331,5	25.498
Andalucía	2018	160.586.830	8.406,2	19.103
	2019	164.929.489	8.448,4	19.522
	2020	148.844.318	8.483,8	17.545
	2021	160.747.479	8.502,5	18.906
Almería	2018	15.173.666	701,8	21.620
	2019	15.813.933	710,9	22.245
	2020	14.588.362	717,1	20.342

Evolución PIB, España, Andalucía, Almería (AEA)

Hay que considerar que los datos 2020, están marcados por la pandemia COVID.

Con estos datos, podemos determinar que la perdida de este sector productivo, afectaría a más de 60.000 trabajadores y reduciría la riqueza a niveles de los años 80. Si consideramos el valor comercializado, en 2021-2022, el valor de la economía agrícola almeriense estaría en los 3.994 millones de euros; y si

consideramos la productividad del Cluster Agricultura, los valores de este se situarían en torno a los 5.500 millones de euros; según datos de COEXPAL, que agrupa a las principales empresas productoras-comercializadoras de Almería.

En cualquier caso si la sostenibilidad del acuífero 060013 quedara comprometida, la modificación socio económica de la provincia seria de proporciones incalculables, siendo el límite inferior de estas la destrucción de la productividad agrícola en invernadero, con un valor de 2.089,59 millones de euros; que resulta de prorratear la producción agrícola (2940,2 Millones € según Cajamar entre la superficie asignada al acuífero 060013 (Recordemos que la producción comercializada era según Coexphal era de 3.994 millones de euros, que resulta de sumar al valor de la producción a pie de finca, los costes de comercialización) 23.330 ha (superficie asignada a la JCUAPA); teniendo como límite superior de perdidas 3.908, 83 millones de euros, que resulta de hacer las mismas operaciones, pero relativas a los 5.500 millones que supone el Cluster agrícola provincial.

Es por tanto que si tuviéramos que cuantificar las pérdidas que supone la no realización de las obras nos moveríamos en estos ordenes de magnitud, siendo la media de ellos un valor de 3.000 millones de euros aproximadamente.

Este importe visualiza la trascendencia de este proyecto y del resto que se están ejecutando para la sostenibilidad del acuífero y de la actividad de regadío relacionado con el mismo, no obstante, no se tomará en consideración para el análisis económico tomando solamente la valoración de las consecuencias económicas directamente relacionadas con el proyecto.

3.1.2. Cuantificación de la mejora por aumento de la superficie o la dotación de riego.

Como ya hemos explicado en el punto anterior y a lo largo de todo el proyecto, la mejora no se define por un aumento de la superficie. La superficie agrícola de regadío antes y después de la mejora permanece inalterable, más allá de que con la instalación de la balsa Sur desaparece una superficie invernada de 32.301,00 m².

Es por tanto que la valoración por este concepto es igual a 0 €

3.1.3. Cuantificación de la mejora en la dotación de riego.

Como ya hemos explicado en el punto anterior y a lo largo de todo el proyecto, la mejora no se define por un aumento de la superficie ni aumento de la dotación por cultivo, aun cuando el agricultor modifique éste o las técnicas de cultivo. La dotación por superficie regada no se modifica, y viene regulada por ley.

Es por tanto que la valoración por este concepto es igual a 0 €

3.1.4. Cuantificación de la mejora de la productividad.

La productividad de la mejora, vendría condicionada por:

- La modificación de la producción en kg/m² (aumento de la producción sin cambiar de cultivo)
- La modificación de los ingresos en €/m² (aumento de los ingresos por cambio de cultivo)

En ambos casos con o sin modificación de las prácticas culturales (variedad, ciclo productivo, podas, sustrato de cultivo, etc.…)

Modificación de la productividad de los cultivos en Kg/m2.

Ya hemos comentado las dificultades que se establecen para determinar los aumentos de productividad y sobre todo la mejora económica por modificación del cambio de técnicas culturales y/o de cultivo.

En cualquier caso, se ha considerado que el aumento de productividad se refería fundamentalmente a la superficie que está utilizando exclusivamente agua del acuífero superior; y en este hemos fijado una mejora de la productividad del 5%, por lo que considerando una producción media para los distintos cultivos de 40.598 Kg/ha (según datos de Coexpal para la campaña 2021-2022), siendo para el pimiento de 70.601 kg/ha. Una vez considerada la producción y según las mismas fuentes, el precio medio ha estado en 0,79€/kg; siendo los productos más caros, el tomate con un precio de 0,94 €/kg, y el pimiento con 0,84 €/kg.

Si consideramos, tal y como hemos establecido un incremento de productividad del 5% para las hectáreas consideradas (391,86 ha, que solo utilizan agua del acuífero superior); el valor del incremento de la producción estarla entre los 628.402,05 €, si consideramos la producción media (40.598kg/ha) y el precio medio de todos los cultivos (0,79 €/kg); y los 1.310.090,42 € si consideramos la producción media de pimiento y el precio medio de este fruto para la campaña 2021-2022.

Es por tanto que la horquilla de ganancias media entre estos dos datos (cultivo promedio y pimiento), y que el valor del **aumento de la producción estaría como media de ambos en los 969.246 €.**

Modificación de la productividad de los cultivos en €/m2.

Como hemos dicho, esto viene condicionado por el cambio de cultivo a cultivos más rentables; en cualquier caso, la casuística del cambio de cultivo es infinita (cambio de especie, de variedad, de técnicas culturales, de sistemas de siembra…) y por tanto no se cuantifica.

3.1.5. Cuantificación de la reducción de costes al agricultor.

Entre los costos que se ven afectados por la mejora está:

Los costes de abonado

Los costes de fitosanitarios.

Existen otros costos que se verán afectados si el agricultor cambia de cultivo o de técnica cultural o de fechas de siembra o de estrategia de cultivo, pero dada su variabilidad, no vamos a entrar en ellos.

Costes de abono.

Como ya establecimos en el anejo agronómico, el abonado de los cultivos tiene unas bases científico - técnicas, pero es tal la variabilidad de las condiciones que a estas bases cientifico-tecnicas se ha de aplicar el componente humano, por lo que resulta más un talento que una ciencia; en cualquier caso, existen nutrientes que con el cambio de agua modifican su concentración y por tanto el aporte que para ellos se ha de hacer al objeto de llegar al equilibrio nutritivo que el regante quiere para sus cultivos en base a sus condiciones (edad, sistema, fechas, estado productivo…) y es esto lo que vamos a valorar a precios de mercado.

Los nutrientes que más se verán afectados por los cambios de aguas son:

el ph (aun cuando este no es netamente un nutriente, se utiliza para neutralización de la disolución).

El calcio

El magnesio

El nitrógeno

El potasio.

No consideramos el fósforo, porque en ninguna tesis existen aguas con un contenido de fósforo; tampoco el azufre, el sodio el cloro, etc. o los microelementos.

En todos los casos comparamos las mezclas de agua que existen en la actualidad en las fincas objeto de la mejora, con la que tendrán tras la primera fase de esta mezcla (p), mezcla del proyecto.

´El ahorro en Ácido para neutralizar la disolución (pH).

En cualquier caso, como ya hemos visto en dicho anejo, el cálculo no resulta inicio y en el vemos que algunos abonos aumentan su empleo, mientras que otros lo reducen. El único denominador común a todos ellos es el hecho de que el empleo de aguas desaladas, reduce el aporte de ácido nítrico para neutralización de la solución nutritiva.

Como ya vimos, la neutralización consiste en aportar ácido (normalmente ácido nítrico, pero también se puede emplear ácido fosfórico o sulfúrico o clorhídrico…) hasta neutralizar la mayoría de los bicarbonatos (se deja 0,5-1,5 moles de bicarbonato, que actuaran como tampón de la disolución).

En nuestro caso la cantidad de ácido no empleado en la neutralización por adición de agua desalada es de

Ratios / agua	Bicarbonatos	Carbonatos
Pozo Sur	4,96	0,14
Pozos Norte	3,47	0,13
Pozo N+S	3,84	0,13
Pozo N+S+D (P)	3,84	0,13
Pozo N+S+D (F1)	3,64	0,12
Pozo N+S+D (F2)	3,41	0,11
Pozo N+S+D (F3)	3,19	0,10

Cantidad de Bicarbonatos y Carbonatos a neutralizar según los distintos supuestos.

Observamos que en general, el agua desalada reduce la cantidad de ácido a emplear, de 3,84 mili moles a 3,19 para la F3 (cuando se complete la dotación de agua desalada, según el PH-CMA.

Pero esta reducción solo afecta en la fase del proyecto en la que nos encontramos a la dotación de fincas que utilizan solo agua del acuífero superior (de 4,96 mili moles, pasamos a tener que neutralizar 3,84), teniendo que neutralizar 1,12 mili moles de carbonato menos por litro de agua empleada.

Si para neutralizar 1 mili mol de carbonato tenemos que utilizar 1 mili mol de ácido y que empleamos ácido nítrico comercial con un 58 % de ácido y una densidad de 1,35 gr/cc; 100 cc de ácido comercial, neutralizan 12,2 mili moles de bicarbonato.

Si consideramos solo las fincas que actualmente utilizan agua del acuífero superior (y reducimos el aporte de ácido para neutralizar 1,12 mili moles/litro en el agua aportada por los pozos Sur; pero si consideramos el total de ellos (pozos norte, sur y mezcla, con sus respectivas superficies) tenemos un saldo ahorro de 2.275, 64 Tm de Ac. Nítrico; pero si consideramos el total de la modernización y evaluamos su saldo en relación con la situación post proyecto inicial (fase (p)), tenemos:

	Acido Nitrico
Pozo Sur	-2.275,64
Pozos Norte	481,10
Pozo N+S	-60,78
Saldo	-1.855,32 tn

Saldo neutralización con ácido nítrico. Balance en relación con mezcla (p)

Un balance de ahorro de 1.855.32 Tm, que a 384,52 €/Tm, supone un ahorro total de 713.406,54 €

Reducción del aporte de calcio y magnesio.

Si hacemos esto mismo con las necesidades de Calcio y Magnesio,

Ratios / agua	Ca 2+ en meq/l	Mg 2+ en meq/l
Pozo Sur	4,29	7,53
Pozos Norte	2,04	2,48
Pozo N+S	2,60	3,73
Pozo N+S+D (P)	2,76	4,13
Pozo N+S+D (F1)	2,65	3,97
Pozo N+S+D (F2)	2,54	3,79
Pozo N+S+D (F3)	2,42	3,60

Cantidad de Calcio y Magnesio, según los distintos supuestos.

Y considerando que dichas necesidades las aportaríamos con producto comercial Nitrato Cálcico del 25,6% en CaO y de Sulfato magnesio del 16,6% en MgO; para las mismas cantidades de agua empleada (dotación 6.300 m3/ha), tendríamos unas necesidades o exceso (necesidades en valores positivos) de:

	Nitrato Calcico	Sulfato Magnesio
Pozo Sur	-8.283,20	-20.372,92
Pozos Norte	2.554,38	6.478,96
Pozo N+S	4.755,77	13.159,17
saldo	-973,04	-734,78

Saldo aportes de calcio y magnesio. Balance en relación con mezcla (p)

El balance sería que tendrían que dejar de aportar 973 Tm de nitrato Cálcico y 734 Tm de sulfato magnesio, más de lo que aportan actualmente (esto, como vemos no es homogéneo y los agricultores de los pozos del sur, tendría que dejar de aportar, mientras que los de los pozos del norte y mezcla, tendría un saldo negativo); para el total de la mejora tendría que a 182,4€/Tm, supone un ahorro total de 177.483,10 €. para el Calcio; siendo para el magnesio de 205.739,34 € (precio del sulfato de magnesio 280 €/kg)

Incremento aporte de Potasio y nitratos.

Teniendo para el potasio y el nitrógeno, un saldo negativo de:

Ratios / agua	K, en meq/l	Nitratos en meq/l
Pozo Sur	0,49	1,7
Pozos Norte	0,04	0,15
Pozo N+S	0,15	0,53
Pozo N+S+D (P)	0,20	0,69
Pozo N+S+D (F1)	0,21	0,68
Pozo N+S+D (F2)	0,21	0,66
Pozo N+S+D (F3)	0,22	0,65

Cantidad de potasio y el nitrógeno, según los distintos supuestos.

Por lo que tendríamos que aportar más de lo actualmente aportan los agricultores según el tipo de agua. Si consideramos aportar el potasio mediante Nitrato Potásico del 45,5% en K2O, y el nitrógeno en forma de nitrato amónico del 34,5% en N. el balance serio:

	Nitrato potasico	nitrato amonico
Pozo Sur	-742,66	-1.012,76
Pozos Norte	268,51	354,83
Pozo N+S	703,01	880,84
saldo	228,85	222,92

Saldo aportes de potasio y nitrógeno. Balance en relación con mezcla (p)

Para los que utilizan aguas de los pozos del sur, exclusivamente el balance sería positivo, tendrían que dejar de aportar 742 Tm y 1012 Tm respectivamente.

Pero el balance global, supone que hemos de aportar 228,85 Tm de nitrato potásico y 222,92 Tm de nitrato amónico más de lo que se aporta actualmente, que a 296,00 €/Tm, para el nitrato potásico supone un gasto adicional total de 67.740,21 €, siendo para el nitrato amónico (a 536 €/Tm) €

Saldo total del aporte de abonos.

Volvemos a reiterar que este es un cálculo econométrico y que la realidad de la nutrición es más compleja que lo referido en estos cálculos. No obstante, en términos generales y considerando los valores tal y como hemos expuesto tenemos.

Abono		Precio (€/tn-m³)	Saldo (tn, m³)	total
Acido nitrico d=1,32, 58% Ac	m³	384,52	-1.855,32	- 713.406,54
Nitrato calcico 25,6% Cao	tn	182,40	-973,04	- 177.483,10
Sulfato magnesico 16,6% MgO	tn	280,00	-734,78	- 205.739,34
Nitrato potasico 45,5& k2O	tn	296,00	228,85	67.740,21
nitrato amonico 34,5% N.	tn	536,00	222,92	119.484,41
			Total	- 909.404,36

Saldo de la nutrición tras la mejora.

Lo que supone un ahorro en nutrientes de: 909.404,36 €

Costes de fitosanitarios.

Quizá sea este uno de los parámetros más difíciles de cuantificar en tanto la casuística de la incidencia de plagas es compleja, y las estrategias de lucha mucho más (ya hemos visto que la superficie cultivada bajo la denominación de ecológica está en torno a los 5.500 ha de invernaderos; y que las cubiertas por la Producción integrada en la que se emplea lucha biológica afecta al 100 % de la superficie (según datos de la JJAA). Y eso sin olvidar la casuística de los fitosanitarios en función de la calidad de las aguas, los cultivos y las estrategias de los mismos (un ciclo- doble ciclo, ciclo de primavera o de verano…), varían de un cultivo a otro, incluso en las mismas fechas.

Si consideramos los costos de la agricultura anteriores a la campaña 2017-2018 (descartamos los años posteriores por la incidencia del coronavirus, y la influencia de los costes energéticos derivados de los conflictos bélicos). Los costos de la agricultura almeriense se sitúan en:

	Campaña 2015/2016		Campaña 2016/2017		Campaña 2017/2018	
Gastos corrientes	**Euros**	**% gastos anuales**	**Euros**	**% gastos anuales**	**Euros**	**% gastos anuales**
Mano de obra	23.173	40,50	23.173	41,10	23.173	40,70
Semillas y plantones	5.252	9,20	5.318	9,40	5.472	9,60
Agua	1.650	2,90	1.636	2,90	1.693	3,00
Fertilizantes	3.764	6,60	3.689	6,50	3.703	6,50
Fitosanitarios	3.172	5,50	3.130	5,60	3.336	5,90
Control químico	2.308	4,00	2.231	4,00	2.266	4,00
Control biológico	864	1,50	899	1,60	1.070	1,90
Energía	1.246	2,20	1.257	2,20	1.299	2,30
Servicios	5.076	8,90	4.554	8,10	4.589	8,10
Transporte	1.883	3,30	1.886	3,30	1.902	3,30
Comunicaciones	392	0,70	393	0,70	420	0,70
Costes financieros y seguros	2.801	4,90	2.276	4,00	2.267	4,00
Otros gastos	1.635	2,90	1.638	2,90	1.638	2,90
Total gastos corrientes	44.967	78,60	44.394	78,80	44.903	78,80

Costes de la agricultura almeriense bajo plástico (fuente Cajamar)

De donde podríamos considerar un costo medio en fitosanitarios, de 3.212,67 €/ha. Si consideramos una reducción de los mismos en un 5% y para la superficie que extrae aguas solo del acuífero superior (391,86 ha), tendríamos **un valor no gastado en lucha fitosanitaria de 62.945,78 €**

3.1.6. Cuantificación económica del agua no consumida.

Como hemos venido desarrollando en todo el trabajo, la mejora supone:

- la reducción de las perdidas en la red general
- la reducción del agua de lavado.

Reducción de pérdidas en la red general.

En el anejo agronómico, tenemos la cuantificación de perdidas existentes en la actualidad, cuantificadas por la CCRR TdA en base a sus datos históricos. Dichas perdidas suponen el 8.88% del agua total

consumida, lo que si consideramos que solo el 64,83% del agua consumida (el agua de los pozos del sur, tan solo pasa por una pequeña porción de la red de suministro y representa el 35,17% del agua transportada) tiene perdidas, por venir por la conducción principal, las perdidas estarían entre el 8.88% y el 13,70% (% de perdidas si solo consideramos el agua que transita por la red principal.

En cualquier caso y para ser ecuánimes, el % de perdidas estaría entre ambos datos, por lo que considerar un 11,29% (promedio de ambos) sería razonable.

Esto para los 6.700 m3/ha y las 2.800 ha de la mejora, sería una pérdida de: 2,12 hm^3 con un valor en euros de agua desalada (0,485 €/m^3) de **1.028.200 €/año**.

Reducción del agua empleada en lavado de sales.

Para cuantificar debidamente este concepto, vamos a utilizar el estudio que hizo en2019 el IFAPA en colaboración con la CCRR TdA, dirigido por el profesor Alonso López, F.; publicado con el título "Riego con Mezclas de Agua Salobre y Desalinizada en Cultivo de Pimiento en Invernadero", Editado por la JJAA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible. Almería, mayo de 2020.

En dicho estudio, se establece, tal y como hemos descrito en el anejo agronómico que los niveles de tolerancia a sales varían en función de la especie de cultivo de que se trate y la respuesta de la planta depende, además, de múltiples factores como: las condiciones meteorológicas, el tipo de suelo, el sistema de riego y el tiempo de exposición al agua salina.

Los autores, desde 2017 vienen desarrollando una línea de trabajo en el Centro IFAPA La Mojonera, para establecer la respuesta de distintos cultivos desarrollados en enarenado a la utilización de aguas desaladas. Estos estudios han incluido melón, pimiento y tomate cultivados en suelo enarenado y regados con aguas con diferentes niveles de salinidad (agua de mar desalinizada, agua subterránea salobre y mezclas de ambos tipos de agua); aunque el primer estudio que incluye el estudio comparativo de aguas naturales con mezcla de aguas desaladas es el que se establece sobre Pimiento.

En este estudio, se concretan varios asuntos, entre los que destaca, la productividad de aguas mezclas con una conductividad final de 1 ms/cm, y 1,5 ms/cm; con concentración nutritiva constante (fuera cual fuera la tesis de aguas considerada)

$S_{0,5}$: agua desalinizada de CE 0,5 dS m^{-1}
$S_{1,0}$: agua mezcla de CE 1 dS m^{-1}
$S_{1,5}$: agua mezcla de CE 1,5 dS m^{-1}
$S_{2,4}$: agua subterránea de CE 2,4 dS m^{-1}

Tesis consideradas en el estudio de referencia (Alonso López, F y otros 2017)

En este estudio, además de la productividad (en cantidad y calidad) y del agua empleada (según las distintas tesis), se calculó el estado salino del suelo.

Factor	Nivel	Volumen de agua aplicado	Productividad del agua	
		(L m-2)	PA (kg m-3)	PAE (€ m-3)
Salinidad: S		**	ns	ns
	0,5	282,6 ab	23	20,2
	1	266,9 b	24,6	21,6
	1,5	237,0 c	24,4	21,4
	2,4	293,2 a	23,3	20,5

Cantidad de agua empleada y su relación con la productividad (Alonso López, F y otros 2017)

Del cuadro anterior, podemos inferir que el empleo de agua con menor contenido en sales, para los investigadores, no supone un menor consumo de agua y tampoco se traduce en una menor cantidad de cosecha. El motivo, seguramente, se debe a que hay un tercer parámetro no considerado y poco utilizado en la agricultura; se trata del uso de sondas de tensión matricial2, para determinar el momento del riego, en tanto que el agricultor hace una aplicación de los modelos de riego establecidos por las investigaciones de Cajamar (el sistema de riego de Cajamar, está basado en la Evapotranspiración media del cultivo y la observación de la planta en momentos críticos).

En cualquier caso, podemos determinar que la producción máxima se obtiene con salinidades de 1 ds/m, que también se corresponde a la mayor eficiencia del agua de riego (mayor producción por m³ de agua empleado) la perdida de producción si pasamos de un agua de 1 ds/m a una de 2,4 ds/m es de un 5,58%. Y para esa producción con el agua de 2,4 utilizaremos un 8.97% más de agua.

De lo que resulta que podíamos deducir que el agua de lavado de sales, o empleada como consumo de lujo es del 8,97%; lo que resulta un poco excesivo para el sistema de horticultura en invernadero si aceptamos que según el PH-CMA, el consumo bruto 6.700 m3/ha es un 5,98% más que el consumo neto de 6.300 m³ /ha (en este porcentaje se incluye drenaje, perdidas en la red, homogeneidad, etc.…)

Es por tanto que para valorar las perdidas por ineficiencia del regadío (diferencia entre dotación bruta y neta), vamos a utilizar los datos aceptados del PH-CMA y por tanto la perdida por ineficiencia del riego seria de un 5,98% (en el estudio realizado por el IFAPA, la ineficiencia seria del 8,97%).

Considerando el valor aceptado del PH-CMA, más propio que el determinado por el estudio considerado, y estableciendo que de este solo el 60% es agua pertenece a la fracción de lavado de sales, tendríamos que el agua de lavado seria de 240 m3/ha (hay que recordar que, en nuestro estudio agronómico, el agua que habíamos considerado para el lavado de sales y solarización del suelo, lo habíamos fijado en 246,66 m3/ha).

Si consideramos que el precio de esta agua, es el mismo que el establecido para el agua desalada ((0,485 €/m³), el valor del agua consumida en el proceso de lavado de sales y desinfección, tendría un valor **de 325.920 € para** las 2.800 ha mejoradas.

3.1.7. Cuantificación económica de la energía de autoconsumo.

De acuerdo con el anejo nº 11 del proyecto, en el que se analiza el aprovechamiento de las plantas fotovoltaicas y de la mini central hidráulica, además de la disminución del consumo energético en la

2Las sondas de tensión matricial, miden la fuerza con la que el suelo retiene el agua, siendo está mayor, cuanta menos agua hay en este. El experimento determinó el riego para tensiones de 10 kpa y 20 kpa.

extracción del volumen de agua (0,9 Hm3) que aportará la desaladora, el balance energético es el que se resumen en el siguiente cuadro:

AHORRO ENERGÉTICO ANUAL (kWh)	
Fotovoltaica	1.401.951,8
Mini central hidráulica	619.000,0
Desaladora	777.002,0
Ahorro total	2.797.958,2

Tomando como referencia el precio del kWh del contrato del centro de transformación 2,4,5 de Iberdrola y el precio medio de las facturas de los puntos de suministro de la mini central y del resto de sondeos que bombearían menos agua al ser sustituida por el agua de la desaladora, el ahorro energético se estima en **595.637,15 € anuales.**

	Ahorro Energía (kWh)	Precio Energía (€/kWh)	Ahorro (€)
Fotovoltaica	1.401.951,80	0,153815	215.641,22
Mini central hidráulica	619.000,00	0,272203	168.493,66
Desaladora	777.002,00	0,272203	211.502,28
		TOTAL Anual	595.637,15

3.1.8. Resumen de los ingresos o gastos generados por la modernización.

De lo anterior se resumen la cuantificación económica de los conceptos en los que el proyecto tiene un impacto directo y ha sido cuantificado.

Concepto	Cuantificación (€/ año)
Modificación de la productividad de los cultivos en kg/m²	969.246,00
Reducción de coste. Abonos	909.404,36
Reducción de coste. Fitosanitarios	62.945,78
Reducción de pérdidas de agua de la red	1.028.200,00
Reducción agua lavado de sales	325.920,00
Valoración venta de los derechos de CO2	470.201,65
Ahorro energético	595.637,15
TOTAL	**4.361.554,93**

Ingresos generados por la inversión.

1.1. Incremento de los costes.

Toda vez que se ha considerado como ahorro la energía necesaria para bombear los 0,9 Hm3, que antes de la inversión procedían de los sondeos y que tras la misma será suministrada por la depuradora, se

debe considerar el coste de 900.000 m3 procedentes de la desaladora con un precio de La sustitución de los 0,9 Hm3 procedente de la desaladora, en de 0,485 €/m3.

El coste de este volumen de agua suministrado desde la desaladora asciende a 436.500 € al año

La incorporación de nuevas infraestructuras a la Comunidad de Regantes, requerirá de mayores gastos de mantenimiento y operación para que dichas instalaciones estén en óptimas condiciones y puedan mantener en el tiempo los beneficios buscados.

Este coste se estima en un 5 % sobre la inversión total, como gasto anual en mantenimiento, operación y reparación de las instalaciones. Se considerará por tanto 1.542.750 € de coste anual.

3.2. Inversión.

El importe de la inversión asciende a un presupuesto de ejecución por Administración de 30.854.999,99 € (IVA incluido).

El detalle de los costes directos, indirectos, gastos generales e IVA, se desglosa a continuación.

COSTES DIRECTOS TOTALES	**22.378.236,06 €**
7,5 % Costes indirectos S/ 22,378,236,06	1.678.367,70 €
6,0% Gastos generales s/ 24,056,603,76	1.544.098,29 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL	**25.499.999,99 €**
IVA (21 %)	5.355.000,00 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR ADMINISTRACIÓN	**30.854.999,99 €**

3.3. Forma de pago de la inversión.

El "PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DE LA ZONA REGABLE TIERRAS DE ALMERÍA (ALMERÍA), se encuadra en el Plan para la mejora de la eficiencia y sostenibilidad en regadíos incluido en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) de la economía española.

En el sistema adoptado para la financiación de las obras, la CRR deberá asumir el 30 % de la inversión y el 100 % del IVA, mientras que el 70 % restante será financiado por SEIASA, con cargo a los fondos PRTR.

	COMUNIDAD DE REGANTES	SEIASA
INVERSIÓN	7.650.000,00	17.849.999,99
IVA	5.355.000,00	
TOTAL	**13.004.999,99**	**17.849.999,99**

3.4. VIABILIDAD ECONÓMICA.

Para realizar el estudio de la viabilidad en términos económico-financieros, se calcularán los indicadores de viabilidad del proyecto que son el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), realizándose dos hipótesis:

- Considerando las condiciones de financiación del PRTR

- Plazo de amortización 20 años.

Se realizará el análisis considerando que la financiación es 100 % privada y también con las condiciones de financiación de los fondos PRTR.

3.4.1. Estudio financiación 100 % privada

3.4.1.1. FLUJO DE CAJA

A continuación, se muestra el flujo de caja en el supuesto que el 100 % de la financiación sea por parte de la Comunidad de Regantes.

En este caso la inversión inicial ascendería a 30.854.999,99 €.

Año de estudio	Inversión inicial (€)	Incremento coste Mantenimiento y explotación anual (€)	Coste agua desaladora (€)	Beneficio anual (€)	Resultado Anual (€)	Acumulado (€)
0	30.854.999,99				-30.854.999,99	-30.854.999,99
1		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-28.472.695,05
2		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-26.090.390,12
3		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-23.708.085,18
4		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-21.325.780,25
5		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-18.943.475,31
6		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-16.561.170,38
7		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-14.178.865,44
8		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-11.796.560,50
9		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-9.414.255,57
10		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-7.031.950,63
11		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-4.649.645,70
12		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-2.267.340,76
13		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	114.964,17
14		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	2.497.269,11
15		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	4.879.574,04
16		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	7.261.878,98
17		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	9.644.183,91
18		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	12.026.488,85
19		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	14.408.793,79
20		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	16.791.098,72

3.4.1.2. Valor Actualizado Neto (VAN) RETORNO DE LA INVERSIÓN (pay back)

Consiste en actualizar los cobros y pagos de la inversión realizada y calcular su diferencia. Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN expresa la rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en unidades

monetarias.

Para calcular el VAN emplearemos la fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^{25} \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Donde:
- I_0 es la inversión del proyecto.
- F_t son los flujos de caja que se generan en cada año i de vida útil.
- n es el número de años de vida útil del proyecto.
- k es el tipo de interés exigido a la inversión, que estimamos en un 2%

Los valores actualizados para una tasa de retorno del 2 % se reflejan en la siguiente tabla:

Año de estudio	Acumulado (€)	Acumulado actualizado (€)
0	-30.854.999,99	-30.854.999,99
1	-28.472.695,05	-27.914.406,91
2	-26.090.390,12	-25.077.268,47
3	-23.708.085,18	-22.340.658,18
4	-21.325.780,25	-19.701.724,54
5	-18.943.475,31	-17.157.689,23
6	-16.561.170,38	-14.705.845,35
7	-14.178.865,44	-12.343.555,63
8	-11.796.560,50	-10.068.250,80
9	-9.414.255,57	-7.877.427,92
10	-7.031.950,63	-5.768.648,75
11	-4.649.645,70	-3.739.538,18
12	-2.267.340,76	-1.787.782,72
13	114.964,17	88.871,04
14	2.497.269,11	1.892.617,89
15	4.879.574,04	3.625.595,39
16	7.261.878,98	5.289.885,34
17	9.644.183,91	6.887.515,10
18	12.026.488,85	8.420.458,92
19	14.408.793,79	9.890.639,27
20	16.791.098,72	11.299.928,09

Se observa que, para 20 años, y una tasa de retorno del 2 % el proyecto arroja un **VAN de 11.299.928,09 €.**

La inversión se recupera en el año nº13 tras la inversión.

3.4.1.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece la inversión, es decir, el tipo de interés que hace que el valor actualizado neto de la inversión sea igual a cero. Se expresa en tanto por ciento y para su cálculo emplearemos la fórmula:

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^{25} \frac{F_t}{(1+TIR)^t}$$

Donde:
- I_0 es la inversión del proyecto.
- F_t son los flujos de caja que se generan en cada año i de vida útil.
- n es el número de años de vida útil del proyecto.
- TIR es la tasa interna de rendimiento

La TIR de la inversión para una financiación 100 % privada es del 4,55%

3.4.2. Estudio financiación PRTR

3.4.2.1. FLUJO DE CAJA

A continuación, se muestra el flujo de caja en el supuesto que el 30 % de la financiación sea por parte de la Comunidad de Regantes, además del total del IVA. El coste de la inversión sería de

Año de estudio	Inversión inicial (€)	Incremento coste Mantenimiento y explotación anual (€)	Coste agua desaladora (€)	Beneficio anual (€)	Resultado Anual (€)	Acumulado (€)
0	13.004.999,99				-13.004.999,99	-13.004.999,99
1		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-10.622.695,06
2		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-8.240.390,12
3		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-5.858.085,19
4		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-3.475.780,25
5		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	-1.093.475,32
6		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	1.288.829,62
7		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	3.671.134,55
8		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	6.053.439,49
9		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	8.435.744,42
10		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	10.818.049,36
11		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	13.200.354,30
12		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	15.582.659,23
13		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	17.964.964,17
14		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	20.347.269,10
15		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	22.729.574,04
16		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	25.111.878,97
17		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	27.494.183,91
18		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	29.876.488,84
19		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	32.258.793,78
20		1.542.750,00	436.500,00	4.361.554,93	2.382.304,94	34.641.098,71

3.4.2.2. Valor Actualizado Neto (VAN) RETORNO DE LA INVERSIÓN (pay back)

Consiste en actualizar los cobros y pagos de la inversión realizada y calcular su diferencia. Para ello trae todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. El VAN expresa la rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en unidades

monetarias.

Para calcular el VAN emplearemos la fórmula:

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^{25} \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

Donde:
- I_0 es la inversión del proyecto.
- F_t son los flujos de caja que se generan en cada año i de vida útil.
- n es el número de años de vida útil del proyecto.
- k es el tipo de interés exigido a la inversión, que estimamos en un 2%

Los valores actualizados para una tasa de retorno del 2 % se reflejan en la siguiente tabla:

Año de estudio	Acumulado (€)	Acumulado actualizado (€)
0	-13.004.999,99	-13.004.999,99
1	-10.622.695,06	-10.414.406,92
2	-8.240.390,12	-7.920.405,73
3	-5.858.085,19	-5.520.204,51
4	-3.475.780,25	-3.211.083,69
5	-1.093.475,32	-990.394,28
6	1.288.829,62	1.144.443,82
7	3.671.134,55	3.195.943,55
8	6.053.439,49	5.166.552,32
9	8.435.744,42	7.058.653,57
10	10.818.049,36	8.874.568,40
11	13.200.354,30	10.616.557,06
12	15.582.659,23	12.286.820,46
13	17.964.964,17	13.887.501,61
14	20.347.269,10	15.420.687,07
15	22.729.574,04	16.888.408,32
16	25.111.878,97	18.292.643,11
17	27.494.183,91	19.635.316,83
18	29.876.488,84	20.918.303,75
19	32.258.793,78	22.143.428,32
20	34.641.098,71	23.312.466,38

Se observa que, para 20 años, y una tasa de retorno del 2 % el proyecto arroja un **VAN de 23.312.466,38 €.**

La inversión se recupera en el año nº 6 tras la inversión.

3.4.2.3. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece la inversión, es decir, el tipo de interés que hace que el valor actualizado neto de la inversión sea igual a cero. Se expresa en tanto por ciento y para su cálculo emplearemos la fórmula:

$$0 = -I_0 + \sum_{t=1}^{25} \frac{F_t}{(1+TIR)^t}$$

Donde:
- I_0 es la inversión del proyecto.
- F_t son los flujos de caja que se generan en cada año i de vida útil.
- n es el número de años de vida útil del proyecto.
- TIR es la tasa interna de rendimiento

La TIR de la inversión con financiación PRTR es del 17,60 %

El proyecto tiene un VAN positivo, con un valor de para la financiación

4.- VIABILIDAD LEGISLATIVA O JURÍDICA

No se trata tanto de cumplir la ley, que obviamente cualquier proyecto ha de cumplirla, sino de que el proyecto de mejora entronque con los objetivos generales que las instituciones supranacionales han establecido y a la que se ha acogido nuestro país.

Se trata pues de establecer si el proyecto cumple con los objetivos de:

La agenda 2030 (NU)

Los planes de desarrollo sostenible objetivo 2030 (UE)

Objetivo 55 UE.

El pacto verde.

4.1. Agenda 2030.

En relación con los objetivos de la agenda 2030 tenemos:

	Objwtivos Agenda 2030	proyecto
1	Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo	Contribuye
2	Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y a mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible	Contribuye
3	Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades	Contribuye
4	Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos	neutro
5	Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas	neutro
6	Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos	Contribuye
7	Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos	Contribuye
8	Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos	Contribuye
9	Construir Infraestructuras resilientes, promover la industrializacióinclusiva y sostenible y fomentar la innovación	Contribuye
10	Reducir la desigualdad en los países y entre ellos	neutro
11	Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles	Contribuye
12	Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	Contribuye
13	Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	Contribuye
14	Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible	neutro
15	Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad	Contribuye
16	Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas	neutro
17	Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible	neutro

Objetivos de la A-2030 en relación con la realización del proyecto.

4.2. Planes de desarrollo sostenible UE 2030.

	Objetivos UE 2030	proyecto
1	Cambio Climatico y energia limpia	Contribuye
2	El transporte sostenible	neutro
3	El consumo y la producción sostenibles	Contribuye
4	La conservación y la gestión de los recursos naturales	Contribuye
5	La salud pública	Contribuye
6	La inclusión social, demografía y migración	Contribuye
7	La pobreza en el mundo	neutro

4.3. Objetivos UE 2030

4.4. Objetivo 55 UE.

El paquete de medidas «Objetivo 55» tiene por objeto reformar el RCDE UE y hacerlo más ambicioso. Las nuevas disposiciones incluyen:

La ampliación a las emisiones procedentes del transporte marítimo.

Una reducción más rápida de los derechos de emisión en el sistema y eliminación gradual de los derechos gratuitos para algunos sectores.

La aplicación del Plan de Compensación y Reducción del Carbono para la Aviación Internacional (CORSIA) a través del RCDE UE.

El incremento de la financiación para el Fondo de Modernización y el Fondo de Innovación.

Revisión de la reserva de estabilidad del mercado.

El proyecto, tan solo interviene en la posibilidad de optar a fondos de modernización e innovación de forma que la agricultura intensiva, se haga más sostenible y resiente; así mismo es un sector que precisa de mano de obra importante, hay que recordar que para producir 2.940 millones de euros, se precisa 62.800 empleos (según datos de Cajamar), por lo que el ratio por empleo es de 21,36 trabajadores por cada millón producido.; y si tenemos en cuenta que una masa importante de estos trabajadores lo conforma el colectivo de migrantes laborales, el objetivo es doblemente cubierto por la acción del proyecto.

4.5. El pacto Verde.

5 de julio de 2023. La Comisión adoptó un paquete de medidas con el objetivo de que se haga un uso sostenible de recursos naturales clave, que también reforzará la resiliencia de los sistemas alimentarios y la agricultura europeos. El paquete incluye una nueva ley sobre el suelo, que contribuirá a que la UE disponga de suelos sanos de aquí a 2050, un Reglamento sobre los vegetales producidos mediante técnicas genómicas, y medidas para reducir los residuos alimentarios y textiles. Su adopción completa las propuestas anteriores en el marco del pilar de «recursos naturales» del Pacto Verde Europeo.

Las cifras clave para este pacto verde son:

El primer continente matemáticamente neutro en 2050

Reducción del 55% de los Gei en 2030

Plantar 3.000 millones de árboles antes de 2030.

https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_es

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/IP_23_3565

5.- VIABILIDAD AMBIENTAL

Se ha de establecer, si el proyecto converge en relación con los planes ambientales establecidos a nivel legislativo general. Una vez cumplidos los objetivos del 20-20-20 (reducir un 20% el consumo de energías primarias y emisiones de gases efecto invernadero y aumentar un 20% las energías renovables, además de mejorar la eficiencia energética en las edificaciones), actualmente, la UE está inmersa en el "Objetivo 2030"

Dicho objetivo establece:

Un objetivo vinculante para la UE en 2030 de, al menos, un 55% menos de emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con 1990.

Un objetivo vinculante para la UE en 2030 de, al menos, un 32% de energías renovables en el consumo de energía.

Un objetivo indicativo para la UE en 2030 de, al menos, un 32,5% de mejora de la eficiencia energética.

La consecución del objetivo de interconexiones de electricidad del 15% en 2030.

Pero, además, tiene que ver con diversidad de las especies y de los ecosistemas; estableciendo entre sus objetivos la protección jurídica al 30 % de la superficie terrestre y al 30 % de la marina de la UE, como mínimo, e incorporar corredores ecológicos, dentro de una auténtica Red Transeuropea de Espacios Naturales.

6.- VIABILIDAD SOCIAL, CULTURAL

Esta especialmente vinculada al mantenimiento de la población en las áreas rurales. Sin la sostenibilidad de la agricultura que ofrece este proyecto, estaríamos abocados a la deslocalización de una parte importante de la población, actualmente asentada para el desarrollo agrícola.

Si a esto unimos que los % de población migrante, son relativamente importantes en la zona, la viabilidad del proyecto es fundamental para la consolidación y el desarrollo del "milagro almeriense" establecido tanto en la riqueza agrícola, como en la calidad y sostenibilidad del sistema.

El Ejido, noviembre de 2023

Autor del Proyecto



Fdo: Jorge Matías Moreno Pérez

Ingeniero de Montes