

INFORME DE EVALUACIÓN DE IMPACTO SOCIOECONÓMICO

Entregable perteneciente a:

PROYECTO “LIFE RegaDIOX (LIFE12 ENV/ES/00426)”

**ACCIÓN C. ACCIONES DE SEGUIMIENTO DEL
IMPACTO MEDIOAMBIENTAL Y
SOCIOECONÓMICO DEL PROYECTO**

Documento:	INFORME DE EVALUACIÓN E IMPACTO SOCIOECONÓMICO
Fecha:	28/02/2017
Versión:	Versión final contrastada con los Socios
Acción	C2. Evaluación del impacto socioeconómico del proyecto
Elaboración:	 GAP Recursos, S.L.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. El Proyecto LIFE REGADIOX	4
1.2. Metodología de evaluación socioeconómica	6
1.3. Principales rasgos socioeconómicos de la agricultura de regadío en Navarra.....	8
2. ANÁLISIS DE COSTE-EFECTIVIDAD DEL MODELO LIFE REGADIOX.....	10
2.1. Análisis Coste Efectividad de los manejos de suelo para la mitigación del CC en cultivos herbáceos de regadío	11
2.2. Análisis Coste Efectividad del uso de cubiertas vegetales en cultivos leñosos	13
2.3. Sustitución Parcial de Fertilizantes de Síntesis por Fertilizantes Orgánicos.....	15
2.4. Uso del marco de riego 12x15T y del telecontrol en el manejo del riego.....	17
3. ANÁLISIS CUALITATIVO DE COSTE-BENEFICIO DEL MODELO LIFE REGADIOX.....	19
3.1. Resultados ambientales del modelo.....	19
3.2. Resultados económicos del modelo	22
3.3. Resultados sociales del modelo.....	26
3.4. Valoración conjunta del coste-beneficio.....	28
4. ASPECTOS A CONSIDERAR PARA EXTENDER EL MODELO DE MANEJO EN REGADÍO	32
4.1. Limitaciones y necesidades	32
4.2. Oportunidades para extender el modelo Life Regadiox	35
5. CONTRIBUCIÓN DE REGADIOX A LOS OBJETIVOS DE LIFE+	39
6. PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	41
6.1. Propuestas dirigidas a responsables de políticas públicas.....	43

1. INTRODUCCIÓN

La Evaluación del impacto socioeconómico del proyecto se enmarca en la Acción **C. Acciones de seguimiento del impacto medioambiental y socioeconómico del proyecto**, C2. Evaluación del impacto socioeconómico del proyecto. Su objetivo es valorar el impacto socioeconómico potencial del sistema de gestión sostenible de regadío definido en el proyecto, con el fin de su posible inclusión en políticas agrarias regionales, nacionales y/o europeas.

El informe se estructura de la siguiente forma:

- El apartado introductorio presenta brevemente el proyecto LIFE Regadiox y la metodología general de evaluación socioeconómica. Con el fin de contextualizar los resultados, incluye un resumen de los rasgos socioeconómicos de la agricultura de regadío en Navarra.
- Los apartados 2 y 3 analizan el impacto del modelo, se aplica en primer lugar un análisis de coste-efectividad, y el segundo una valoración cualitativa del coste-beneficio.
- El apartado 4 identifica las limitaciones y necesidades para extender el modelo de manejo definido, así como las oportunidades a aprovechar.
- El apartado 5 señala la contribución del proyecto a los objetivos del Programa LIFE+, completando la visibilidad de resultados del trabajo realizado.
- Finalmente, el apartado 6 extrae las conclusiones de la evaluación y elabora propuestas para la implementación del modelo y para su integración en políticas agrarias.

1.1. El Proyecto LIFE REGADIOX

El **objetivo general** de Life Regadiox es **diseñar, demostrar, testar y difundir** el impacto que puede tener en los efectos del cambio climático, un **modelo mejorado de gestión sostenible de la agricultura de regadío** integrado en las políticas agrarias y rurales de Navarra. El proyecto analiza **prácticas de manejo del suelo que incrementen a medio y largo plazo la captación y estabilización de CO₂ atmosférico como materia orgánica** del suelo, y de **prácticas de manejo que supongan un uso más eficiente y sostenible de los nutrientes, la energía y el agua** y que por tanto, se traduzcan en **menores emisiones de gases** de efecto invernadero (GEI).

Los **objetivos específicos** del proyecto son los siguientes:

- Diseñar un modelo innovador de gestión agrícola en sistemas de regadío para promover la adaptación y mitigación del cambio climático.
- Implementar con carácter demostrativo experiencias de referencia del modelo para contrastar la metodología propuesta y demostrar su impacto.

- Implementar experiencias piloto a gran escala para testar el impacto del modelo en la agricultura profesional.
- Evaluar el impacto de las actuaciones, los aprendizajes y los resultados de las acciones del proyecto desde un punto de vista medioambiental y socioeconómico.
- Capacitar a agricultores y transferir los aprendizajes y resultados para su posible inclusión en prácticas habituales, así como capitalizar y elevar éstos a políticas agrarias/medioambientales a nivel regional, nacional y europeo.
- Difundir el modelo y su papel principal como mitigador del cambio climático a nivel regional, nacional y europeo; para su posible capitalización y transferencia a otros territorios (sobre todo aquellos con clima semiárido del sur de Europa).

El **plan de acción** estructura las acciones en los siguientes bloques:

A) Acciones preparatorias.

B) Acciones de implementación de 6 experiencias demostrativas para la mejora de la fijación de carbono orgánico en el suelo y la reducción de emisiones de GEI:

B1 Experiencias demostrativas de cambio de uso del suelo seco-regadío para fijación de carbono

B2. Experiencias demostrativas de laboreo reducido en cultivos herbáceos de regadío, encaminadas a la mayor fijación de carbono y balance de emisiones.

B3. Experiencias demostrativas de uso de cubiertas vegetales en cultivos permanentes de regadío, encaminadas a la mayor fijación de C y balance de emisiones.

B4 Eficiencia del uso del N en fertilizantes orgánicos frente a fertilizantes inorgánicos

B5 Gestión sostenible del uso del agua de riego

B.6 Experiencias piloto a gran escala implantadas en parcelas agrícolas profesionales.

C) Acciones de seguimiento del impacto medioambiental y socioeconómico del proyecto.

D) Acciones de sensibilización difusión, formación y capitalización de agricultores e inclusión de aprendizajes en políticas agrarias o medioambientales.

E) Acciones de gestión y coordinación del proyecto y el consorcio

El proyecto cuenta con **tres beneficiarios directos**, la Fundación FUNDAGRO (beneficiario coordinador), la UPNA (Universidad Pública de Navarra) e INTIA (Instituto Navarro de Tecnologías e Infraestructuras Agroalimentarias). Además, dispone de entidades colaboradoras, como las Cooperativas agrarias de la Comunidad Foral de Navarra, las Asociaciones de Regantes, los Gestores de Residuos Orgánicos y la implicación del Departamento de Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Administración Local del Gobierno de Navarra.

1.2. Metodología de evaluación socioeconómica

El documento de programación de LIFE Regadiox separa la evaluación de los impactos en dos informes, uno para los impactos ambientales y otro para los socioeconómicos, aunque ambos aspectos son complementarios.

La **evaluación ambiental** se centra en los objetivos ambientales del proyecto, es decir su finalidad es valorar en qué medida el modelo de gestión agrícola en sistemas de regadío que define el proyecto, promueve la mitigación y la adaptación al cambio climático.

La **evaluación socioeconómica** valora los impactos potenciales del modelo de regadío definido por el proyecto desde una perspectiva amplia, que considera además de los resultados ambientales, los de tipo económico y social. Para orientar los análisis y valoraciones se definen tres preguntas de evaluación:

1. ¿En qué medida el modelo de agricultura de regadío definido es coste-eficiente (teniendo en cuenta los resultados ambientales) y viable desde el punto de vista económico?
2. ¿En qué medida el modelo de agricultura de regadío definido y testado es viable desde el punto de vista social?
3. ¿En qué medida es factible la implantación a gran escala del modelo a nivel regional?

El **ámbito territorial** para la evaluación del modelo es el regional, considerando la zona de regadío actual y zona de transformación prevista de Navarra a corto plazo, con el año 2020 como horizonte. No obstante, la **valoración del modelo se realiza a nivel micro**, es decir con la muestra que constituye la red de parcelas que han intervenido en las acciones B del proyecto¹. Esto supone que **los resultados no son estadísticamente significativos**, sin embargo consideramos **que pueden generalizarse a nivel regional al regadío de Navarra** debido a la metodología de selección de parcelas y manejos, representativa de las características agroclimáticas, edáficas y de manejos presentes en el regadío navarro.

La metodología de evaluación adoptada ha sido la siguiente:

- a) Un **análisis de coste-efectividad** del modelo basado en los márgenes económicos unitarios de los manejos y sistemas hídricos de las Acciones B1 a B6, en relación al objetivo principal del proyecto de mitigación del cambio climático. El análisis utiliza ratios para valorar los cambios respecto a los modelos tradicionales o de referencia que generan los manejos propuestos y permite conocer la eficiencia de los manejos combinando los costes y los resultados. Así, el análisis coste-efectividad del coste marginal de reducir las emisiones valora el potencial del modelo al identificar las prácticas win-win, asumiendo que son las que tienen mayor potencial de aceptación entre los agricultores.

¹ Son 17 parcelas en las experiencias B1, B2, B3 y B6, 11 parcelas en la experiencia B4 y parcelas de ensayo para la Acción B5.

- b) Una valoración global a nivel cualitativo² de los efectos socioeconómicos del programa, aplicando un análisis de coste-beneficio para valorar la intensidad del impacto potencial y para determinar otros factores que también motivan o desincentivan la adopción, y que han de considerarse en el diseño de la estrategia de difusión del modelo. El análisis coste- beneficio identificará e integrará los costes y beneficios económicos, sociales y ambientales del proyecto con el objetivo de obtener un balance neto entre costes y beneficios totales, y proporcionar un impacto conjunto del modelo.

Los análisis se aplican a un **modelo integrado por los siguientes manejos**:

1. Manejos de suelo para la mitigación del CC en cultivos herbáceos de regadío
2. Uso de cubiertas vegetales en cultivos leñosos
3. Sustitución parcial de fertilizantes minerales (de síntesis) por orgánicos
4. Sistemas hidráulicos y manejos de riego eficientes para la mitigación del CC

1.2.1. Datos utilizados en la evaluación

La evaluación se basa en la siguiente información:

- Información técnica recogida en la Acción B del Proyecto mediante un cuestionario: la información económica se ha elaborado tomando los datos de la encuesta para el cálculo de emisiones GEI, definida en la Acción A del proyecto y gestionada en la Acción B por INTIA. La encuesta recoge los tipos y cantidad de insumos utilizados en cada parcela y las producciones³.
- Los ingresos y los gastos unitarios se obtienen aplicando a los datos anteriores los precios pagados y percibidos por los agricultores. Las fuentes consultadas han sido los proveedores de las zonas (cooperativas), los agricultores, y las empresas proveedoras de servicios y suministros (gestor de residuos, suministro de telecontrol).
- Fuentes estadísticas. Aunque mayoritariamente el margen bruto se ha calculado con precios de las zonas, los resultados se han completado con fuentes estadísticas regionales o nacionales, lo que ha permitido validar y contrastar los datos.
- Indicadores ambientales, extraídos de los informes finales de las acciones B y de la evaluación de impacto ambiental del proyecto.

² La dificultad de cuantificar (o monetarizar) los costes y beneficios sociales y ambientales, junto a la controversia de la fiabilidad de las cuantificaciones, nos ha llevado a aplicar un método cualitativo. Para ello se identifica costes y beneficios y se asigna su influencia en el resultado final mediante una escala cualitativa, con la que se valora la intensidad de los costes y de los beneficios.

³ En cada parcela se ha recogido información de los factores de producción utilizados por los agricultores durante un ciclo de cultivo completo en un año. Se ha utilizado un cuestionario estándar sobre el parque de maquinaria, las instalaciones, labores, tratamientos fitosanitarios, fertilización, etc. Éste ha sido cumplimentado por los agricultores participantes y completado con entrevistas personales para garantizar la calidad y homogeneidad de los datos.

- Revisión de bibliografía y recogida de información de los Workshops organizados en el marco del proyecto.
- Entrevistas a técnicos del panel de expertos y a los socios del proyecto, centradas en temas concretos, con objeto tanto de recoger nueva información y puntos de vista, como de contrastar la información generada.
- Entrevistas a agricultores y técnicos que han participado de forma activa en el proyecto para aclarar o ampliar la información recogida en la encuesta.

1.3. Principales rasgos socioeconómicos de la agricultura de regadío en Navarra

El Informe Final de la evaluación ambiental del proyecto incluye un apartado que define el contexto normativo y regional del proyecto⁴. Por ello, para contextualizar la evaluación socioeconómica, con el fin de no ser repetitivo, el informe socioeconómico remarca únicamente los principales rasgos socioeconómicos del regadío.

El **regadío de Navarra** se localiza mayoritariamente en la zona sur de la Comunidad Foral y **comprende el 32% de la superficie cultivada**, con una superficie regable de 116.530 ha. En los últimos 15 años (periodo 2000-2015), la superficie de cultivo en regadío **se ha incrementado un 22,6%**. Este impulso se ha logrado con el Canal de Navarra, cuyo proyecto prevé cubrir una zona regable de 53.125 ha. En 2015, la Fase I ha transformado en regadío casi 22.500 ha, y está en marcha una ampliación de la Fase I que cubre 15.275 hectáreas, cuya finalización está programada para 2018. La ampliación transformará alrededor de 7.200 nuevas hectáreas, modernizará regadíos tradicionales y permitirá reducir el gasto energético en zonas de riego actualmente a presión. A medio plazo, se prevé una segunda Fase del Canal de Navarra, cuyo diseño está en periodo de consulta.

El regadío navarro se aprovecha **principalmente con cultivos herbáceos**, éstos representan en el año 2015 el 82% de la superficie cultivada del regadío y muestran una tendencia ascendente (incremento del 33,1% entre 2005 y 2015). Una parte considerable de la superficie de regadío (alrededor de 9.800 hectáreas en 2015), **es ocupada con más de un cultivo anual**, representa un porcentaje de aprovechamiento de dobles cosechas⁵ de alrededor del 12% sobre la superficie de regadío con cultivos herbáceos.

⁴ Ver el entregable Informe Final de la evaluación medioambiental. Apartado 2. El cambio climático y el papel de la agricultura en Navarra

⁵ La Superficie de Dobles Cosechas (SDC) es la diferencia entre la Superficie Cultivada (suma de las hectáreas de todos los cultivos que se han cultivado cada año) y la Superficie de Cultivo (superficie obtenida de restar a la Superficie Útil las hectáreas de Barbecho y Abandonada).

La producción de cultivos agrarios en regadío supone el **63,7% de las toneladas totales** producidas en Navarra en 2015⁶ y ha ascendido 13 puntos porcentuales desde el año 2000.

Un estudio económico del año 2009⁷ estima que la producción del regadío en Navarra representa cerca del **0,9% del PIB total y del 35% del PIB agrario**⁸. El estudio calcula para el regadío una producción bruta de 2.177 €/ha y un margen bruto de 1.671 €/ha, mientras que estima la productividad del trabajo en 32.911 € de margen bruto por UTA y un Valor Añadido Neto por UTA al coste de los factores de 22.674 €/UTA.

El estudio concluye que el regadío concentraría el 43% de la ocupación agraria (5.245 UTAs) y el 1,8% de la ocupación total en Navarra.

Basándose en información estadística de la Encuesta de Estructuras de Explotaciones Agrícolas de 2013, la zona **regable beneficia a 8.597 explotaciones**, el 58,5% de las totales en Navarra.

El **sistema de riego más utilizado es el tradicional** (riego a manta o tablas), que se aplica en el 60% de la superficie de regadío. El 40% restante es riego a presión, mayoritariamente aspersión. El 53% de la superficie con riego a presión (24.585 ha) requiere bombeo, es decir, energía para su funcionamiento. Son principalmente las zonas más antiguas, mientras que la gran mayoría de las nuevas zonas operativas del Canal de Navarra no necesitan bombeo.

En Navarra, el sector agrícola generó en 2014 una **emisión de GEI de 1.444** miles de t de CO₂eq, **el 27% del total de las emisiones GEI** regionales. Su tendencia es moderadamente ascendente, al contrario que las emisiones del conjunto de la economía de Navarra, que descienden de forma continuada.

⁶ Elaboración con datos del Negociado de Estadística Agraria y Estudios Agrarios. Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. No se han considerado las praderas naturales.

⁷ Estudio "Impacto de la política de precios del agua en las zonas regables de Navarra y su influencia en la renta y el empleo agrario como consecuencia de la aplicación de la Directiva Marco 2000/60/CE, contratado por Riegos de Navarra a QU, finalizado en 2009.

⁸ El estudio considera información macroeconómica y microeconómica del año 2007 y la superficie puesta en regadío de 2008.

2. ANÁLISIS DE COSTE-EFECTIVIDAD DEL MODELO LIFE REGADIOX

La evaluación medioambiental proporciona información de los resultados del proyecto sobre la mitigación del CC mediante el indicador unitario “balance de CO₂eq/ha y año”, que refleja los cambios entre dos manejos de las emisiones de GEI y de la captación de C orgánico en el suelo:

Balance de Carbono entre dos manejos (t CO₂eq/ha x año) = Variación de CO₂eq emitido (t CO₂eq/ha x año) - Variación de Secuestro de C atmosférico (t CO₂eq/ha x año)

El indicador para recoger el resultado económico de los manejos es el **margen bruto**, tal y como se indica en el documento de programación. Este indicador reúne los posibles efectos del manejo tanto por cambios en la producción, como por variaciones en el coste. El tipo de margen utilizado es el estándar, se calcula restando a los ingresos⁹ percibidos los costes directamente ligados a las prácticas analizadas. Estos costes son de fertilizantes, fitosanitarios, semillas, gasoil y aceite motor y otros (plásticos). No se consideran costes de agua y energía asumiendo que éstos no varían con los manejos propuestos. El margen bruto estándar tampoco considera el trabajo (mano de obra). Hay que destacar como limitaciones la visión estática del indicador, que no permite capturar cambios temporales, ya que el margen se calcula para el año de realización de las experiencias.

En las infraestructuras de riego, la ratio se calcula utilizando en el numerador la variación del coste unitario de las infraestructuras en vez del margen bruto, aunque los resultados son análogos por ser el único factor que se modifica en los sistemas analizados.

El análisis coste-efectividad de los resultados ambientales del manejo propuesto (a) frente al de referencia (r), se dirigirá a valorar el coste de mitigación unitario, utilizando la ratio “coste por tonelada de CO₂ evitada con el cambio de manejo”, calculada de la siguiente forma:

Coste por t de CO₂ mitigada(a-referencia) =
$$\frac{\text{Diferencia de margen bruto por hectárea (MBa-MBref)}}{\text{Diferencia de balances por ha (Balance a – Balance ref)}}$$

La ratio indica los cambios en el coste del manejo propuesto en relación al tradicional (numerador) entre los cambios del efecto del modelo en relación al manejo tradicional (denominador).

⁹ Los ingresos son las producciones agrarias recogidas con la encuesta multiplicados por los precios unitarios percibidos en la zona o procedente de fuentes estadísticas regionales.

2.1. Análisis Coste Efectividad de los manejos de suelo para la mitigación del CC en cultivos herbáceos de regadío

El proyecto analiza con la acción B1 el cambio de uso secano-regadío y con las Acciones B1, B2 y B6 el balance de emisiones de GEI en cultivos herbáceos de regadío con distintos manejos. Los manejos se agrupan en tres sistemas de producción:

- regadío con baja intensidad de laboreo: cultivo forrajero con 3-4 años de permanencia;
- regadío de intensidad media: un laboreo profundo al año (un cultivo de maíz en el proyecto);
- regadío de intensidad alta: más de un laboreo profundo al año, en nuestro caso combinación de maíz y hortalizas, o de cultivos forrajeros;

Antes de analizar el coste-efectividad de los manejos, es importante señalar que el regadío incrementa notablemente los márgenes económicos de las explotaciones. Las parcelas del proyecto en regadío han quintuplicado de media el margen bruto de los cultivos en secano, siendo la diferencia mayor a medida que aumenta la intensidad del regadío (ver Tabla 1).

Tabla 1. Comparación del Margen Bruto entre secano y regadío de las experiencias de la Acción B.
Tasa Secano=100

Manejo	Producción Bruta Tasa secano=100	Costes Variable Tasa secano=100	Margen Bruto Tasa secano=100
Secano	100	100	100
Regadío	444	343	505
Regadío I. Baja	198	125	242
Regadío I. Media	322	256	361
Regadío I. Alta	749	572	857

Tal y como se recoge en el informe de evaluación del impacto ambiental, el **cambio de uso de secano a regadío** tiene un **balance negativo o mitigador en la mayoría de las parcelas** analizadas (54%), es decir un nivel de captación de CO₂ atmosférico en el suelo superior a las emisiones generadas. Pero en conjunto el **rango de resultados es amplio**, de un balance mitigador de 10,90 t CO₂eq/ha anuales a uno que emite 6,00 t CO₂eq/ha y año.

En las parcelas **con balances mitigadores, el coste unitario del cambio de uso es negativo**, es decir la tonelada de CO₂ evitada por el manejo de regadío frente al de secano de referencia, tiene para el agricultor un coste negativo medido con la ratio “coste por tonelada de CO₂ evitada con el cambio de manejo”, calculada de la siguiente forma:

$$\text{Coste por t de CO}_2 \text{ mitigada(a-r)} = \frac{\text{Diferencia de margen bruto por hectárea (MBa-MBreferencia)}}{\text{Diferencia de balances por ha (Balance a – Balance referencia)}}$$

Esto supone que además de la mitigación del cambio climático, los manejos del modelo generan beneficios económicos al agricultor. A mayor beneficio (un coste-eficiencia más negativo), los manejos son más susceptibles de ser adoptados por los agricultores.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que el cambio de uso del suelo conlleva en algunos manejos balances emisores (ver Tabla 2, columna “tipo de balance”), es decir en los que el manejo de regadío genera un mayor nivel de emisiones de GEI que el secano. Se requiere por ello, **un control de los manejos para garantizar que el cambio reduce las emisiones.**

Tabla 2. Ratio coste efectividad de la mitigación para el cambio de uso secano-regadío (comparación con el manejo de secano de cada zona de estudio)

Identificación de las Parcelas, con el tipo de manejo y cultivo analizado			Balance de GEI (tCO ₂ eq/ha año)	Tipo de balance	Margen Bruto (MB) €/ha	Variación de t CO ₂ eq/ ha año por cambio secano-reg.	Variación de MB (€/ha año) por cambio secano-reg.	Ratio coste-efectividad €/ MB/t CO ₂ eq/ha año evitada
V11	Secano	Trigo	0,68		755	Referencia	0	
V13	Reg.I. Media	Maíz grano	-2,40	Mitigador	1.435	-3,08	680	-220
V14	Reg.I. Alta	Brócoli+Maíz dulce	6,00	Emisor	3.966	5,32	3.211	--
MB11	Secano	Cebada	1,24		545	Referencia	0	
MB21	Reg. I. Baja	Alfalfa	-10,90	Mitigador	1.133	-12,14	588	-48
MB12	Reg.I. Media	Maíz dulce	-3,11	Mitigador	1.912	-4,36	1.366	-314
MB22	Reg.I. Media	Maíz grano	-7,24	Mitigador	1.824	-8,48	1.279	-151
MB6.1	Reg.I. Media	Maíz grano	-1,58	Mitigador	2.167	-2,82	1.622	-575
MB6.2	Reg.I. Media	Maíz grano	-2,47	Mitigador	1.900	-3,72	1.355	-365
MB13	Reg.I. Alta	Habas+Maíz grano	-4,49	Mitigador	2.825	-5,73	2.280	-398
FN11	Secano	Cebada	0,68		376	Referencia	0	
FN22	Reg.I. Media	Maíz grano	3,85	Emisor	1.569	3,16	1.193	--
FNB6.1	Reg.I. Media	Maíz grano	2,29	Emisor	1.376	1,60	1.000	--
FNB6.2	Reg.I. Media	Maíz grano	1,32	Emisor	1.333	0,64	957	--
FN23	Reg.I. Alta	Pimiento	0,65	Mitigador	8.034	-0,03	7.658	-224.711
FN21	Reg.I. Alta	Maíz forrajero	0,35	Mitigador	1.197	-0,33	820	-2.472

En el regadío, el análisis ambiental mostró que **los manejos del suelo comportan diferentes resultados respecto al cambio climático.** El laboreo de **intensidad baja tiene un carácter claramente mitigador** (mitigación de 10,90 t CO₂ eq/ha año, debido tanto a un secuestro elevado como a un nivel bajo de emisiones de GEI en la producción). Sin embargo, los sistemas de intensidad media y de intensidad alta, obtienen balances tanto “mitigadores” como “emisores”, en estos últimos las tasas medias de secuestro del suelo no compensan el mayor nivel de emisión de GEI del proceso productivo.

En la zona de Miranda de Arga, en la que el proyecto ha estudiado los tres tipos de sistemas, el cambio de manejos de intensidad media y alta a intensidad baja han mostrado efectos mitigadores, mientras que el sustituir manejos de intensidad alta por media tiene efectos variables, que indican la necesidad de controlar otros factores de manejo distintos del laboreo.

La Tabla 3 recoge el cálculo del coste-efectividad de la implantación de un laboreo de baja intensidad en sustitución a los de intensidad media y alta. En todas las parcelas el resultado sería mitigador y por tanto positivo desde el punto de vista ambiental, sin embargo **la ratio coste-efectividad indica que el manejo de intensidad baja implica un coste entre 91 y 264 € de MB/t CO₂eq mitigado** (media de 151 € de MB/t CO₂eq). El agricultor obtendría márgenes brutos menores con este manejo, que supondrían pérdidas de entre el 38-60% del margen bruto respecto a los manejos actuales de

intensidad media y alta (una pérdida media del 45%). Así, el cambio de manejo con objetivos de mitigación debería tener otros alicientes para que fuera implantada por el productor.

Tabla 3. Ratio coste efectividad de la mitigación para el cambio de manejo de “intensidad media” e “intensidad alta” a “intensidad baja”

Identificación de las Parcelas, con el tipo de manejo y cultivo analizado			Balance de GEI (t CO ₂ e /ha año)	Margen Bruto €/ha	Variación de t CO ₂ eq/ ha año por cambio de manejo	Variación MB €/ha	€ de MB/ t CO ₂ eq x ha año por cambio de manejo
MB21	Reg.I. Baja	Alfalfa	-10,90	1.133	0	0	0
MB6.2	Reg.I. Media	Maíz grano	-2,47	1.900	-8,42	-767	91
MB12	Reg.I. Media	Maíz dulce	-3,11	1.912	-7,79	-779	100
MB6.1	Reg.I. Media	Maíz grano	-1,58	2.167	-9,32	-1.035	111
MB22	Reg.I. Media	Maíz grano	-7,24	1.824	-3,66	-692	189
MB13	Reg.I. Alta	Habas+Maíz grano	-4,49	2.825	-6,41	-1.692	264

2.2. Análisis Coste Efectividad del uso de cubiertas vegetales en cultivos leñosos

El proyecto ha estudiado el efecto sobre el CC del uso de cubiertas vegetales en las líneas de cultivos leñosos de regadío; se ha considerado la viña y el olivo por ser los cultivos leñosos más representativos del regadío navarro y de mayor potencial para extender el uso de cubiertas.

Los resultados indican un **claro efecto mitigador de las cubiertas**, en el que influye la antigüedad de las mismas. Aunque no se ha observado captación adicional de C en el suelo a los dos años de implantación, a medio plazo se obtiene un balance de emisión de GEI de -0,82 t CO₂ eq/ha y hasta de -12,84 t CO₂ eq/ha con las cubiertas consolidadas.

El **margen bruto en parcelas con uso de cubiertas es similar al de suelo desnudo**, las parcelas con cubierta muestran un margen bruto respecto a la no cubierta en un rango de -3% a +2% para la viña y el olivo.

En la zona de Olite, en la que la cubierta es el único factor que varía del sistema de cultivo, la diferencia es un margen bruto inferior en las cubiertas de 44 €/ha (ver Tabla 4) debido al coste de las semillas. Este coste se imputa en su totalidad al primer año, pero si se considera una siembra cada 10 años¹⁰, el margen bruto resulta un 3% inferior en el manejo con cubierta debido a un menor coste de gasoil. Se señala también que excepto en Olite, en el resto de las parcelas la cubierta es espontánea.

¹⁰ Se estima una vida útil de las cubiertas de alrededor de 10 años, aunque pueden ser necesarias resiembras para consolidar la implantación.

Tabla 4. Margen bruto en parcelas de viña con y sin cubierta en Olite

	VIÑA SIN CUBIERTA (€/ha) (1)	VIÑA CON CUBIERTA (€/ha) (2)	VARIACIÓN (2)-(1)	
			(€/ha)	(%)
Venta de uva	2.038,40	2.038,40	0,00	0%
Herbicida	9,07	9,07	0,00	0%
Insecticida	28,35	28,35	0,00	0%
Fungicida	244,72	244,72	0,00	0%
Semillas cubierta	--	63,53	63,53	--
Otros (Gasol+aceite motor)	74,77	54,79	-19,98	-27%
Total ingresos	2.038,40	2.038,40	0,00	0%
Total Gastos	356,91	400,45	43,55	12%
Margen bruto	1.681,49	1.637,95	-43,55	-3%

La Tabla 5 recoge la ratio de coste-efectividad de la implantación de cubiertas. Dado que a corto plazo el balance es ligeramente emisor, el análisis debe centrarse en el medio y largo plazo, en las que el balance del cambio es mitigador¹¹. El resultado del cambio de manejo hacia cubiertas es una mitigación de 12,84 t CO₂ eq/ha y año en vid y 11,66 en olivo. Esta mitigación mediante cubiertas no genera costes adicionales por tonelada de CO₂ evitada. Aunque el uso de cubiertas puede comportar a medio plazo ligeros aumentos del margen, esto no resultaría un incentivo de cambio teniendo en cuenta que la fase inicial requiere mayores costes.

Tabla 5. Ratio coste efectividad de la mitigación para el cambio de manejo en cultivos leñosos de “suelo denudo” a “uso de cubiertas vegetales”

Identificación de las Parcelas, con el tipo de manejo y cultivo analizado		Balance de GEI (tCO ₂ eq/ha año)	Margen Bruto €/ha	Variación de t CO ₂ eq/ ha año por cambio de manejo	Variación MB €/ha	€ de MB/ t CO ₂ eq x ha año por cambio de manejo
F33	Olivo sin cubierta	0,70	2.697	Referencia	--	--
F31	Olivo con cubierta	-10,96	2.749 (*)	-11,66	53	-5
C32	Viña sin cubierta	0,67	1.891	Referencia	--	--
C31	Viña con cubierta	-12,17	1.903	-12,84	12	-1
O32	Viña sin cubierta	0,37	1.681	Referencia	--	--
O31	Viña con cubierta	0,54	1.638	0,17	-44	Balance emisor

(*) La información económica de esta parcela corresponde a la parcela M31

¹¹ No se dispone de información suficiente para valorar el número de años necesarios para lograr un balance mitigador, pero las tasas de secuestro a medio y largo plazo compensan sobradamente las pequeñas emisiones iniciales adicionales.

2.3. Sustitución Parcial de Fertilizantes de Síntesis por Fertilizantes Orgánicos

El manejo con fertilización orgánica produce un nivel mayor de emisiones de GEI en el proceso productivo debido al empleo de mayores dosis de unidades fertilizantes de nitrógeno, pero a medio plazo la mayor entrada de materia orgánica genera un secuestro adicional de carbono orgánico en el suelo que obtiene un balance “mitigador” de CO₂ atmosférico¹². Sin embargo, tras sólo un año de cultivo no se ha observado diferencias de secuestro del suelo en cultivos de regadío.

La experiencia demostrativa B6 con fertilización orgánica en parcelas profesionales de regadío, mostró unas emisiones de GEI en manejos de fertilización orgánica superiores en 0,61-0,95 tCO₂eq/ha año, que con un plan de fertilización adecuado (Acción B4) se limitarían a 0,092 tCO₂eq/ha año. En esta Acción B6 la **fertilización orgánica ha reducido los costes por fertilización entre 5 y 10%** (ver Tabla 6), mientras que **el margen bruto se ha incrementado entre un 4 y un 14%**. En la parcela de Miranda de Arga se destaca un incremento de la producción de un 9%.

En la Acción B4, el análisis del coste de sustitución de fertilización mineral por orgánica con un plan de abonado confirmó **que la aplicación de purín supone un ahorro total en los costes de fertilización, que en este caso se estiman en el 25%** (ver Tabla 6)

Tabla 6. Costes de sustitución de abonado mineral con orgánico en las acciones B4 y B6 de LIFE Regadiox (importes en €/ha)

Acción B4	Parcelas abonado orgánico (AO)		Parcelas abonado mineral (AM)		Variación AO-AM	
	Unidades	Importe	Unidades	Importe	Importe	(%)
Contratación aplicación AO (1)	4	120	0	0	+120	--
AM Fondo (9-23-30)	0	0	550	194	-194	--
AM Cobertera (urea 46%)	406	103	550	140	-37	-26%
Gasol labores y transporte (1)	110	75	94	64	+11	+17%
Total		298		398	-100	-25%
(1) Se considera que la aplicación se contrata a un gestor de residuos con un coste de 50 €/hora y 4 horas por hectárea. Pero en el cálculo se ha eliminado de este importe los costes medios de gasoil por transporte y aplicación de la experiencia, ya que se contabilizan en el apartado gasoil labores y transporte.						
Acción B6	FUNES AO	FUNES AM	Variación AO-AM	MIRANDA AO	MIRANDA AM	Variación AO-AM
Contratación aplicación AO	132	0	+132	132	0	+132
AM Fondo (1)	0	102	-102	0	150	-150
AM Cobertera (urea 46%)	120	165	-45	125	150	-24
Gasol labores (2)	114	118	-3	83	78	+5
Total	366	384	-18 (-5%)	341	378	-37 (-10%)
(1) En Funes se aplicó fertilizante 18-46-0 y en Miranda 5-15-15						
(2) El gasoil consumido en la aplicación y transporte del fertilizante orgánico está incluido en la contratación de aplicar el AO. En este caso se aplicó un digestato de vacuno. Las diferencias en este caso se deben a la aplicación de abono de fondo.						

¹² Descrito en la bibliografía tanto para secano como para regadío (ver B.Sánchez et al. Journal of Environmental Management 170 (2016) 37-49).

El proyecto ha analizado el cambio de abonado exclusivamente mineral a una fertilización orgánica continuada durante más de 10 años en parcelas de secano. Este manejo conllevó un secuestro adicional de +3,5 t CO₂ eq/ha y año y un resultado mitigador de 3,06 t CO₂ eq/ha y año. En la parcela de estudio con fertilización orgánica se obtiene un margen bruto un 40% superior a la de fertilización mineral, y un coste negativo de 34 euros por t CO₂eq evitada. Se trata de una explotación ganadera de ovino que reutiliza sus residuos, sin embargo cuando el estiércol es un coste, el margen bruto se reduce, resultando un 52% superior en la parcela con abono mineral. En este supuesto, el evitar una tonelada de CO₂eq con una enmienda orgánica que deba ser adquirida, tendría un coste de 43 euros.

En consecuencia, los resultados económicos de la sustitución de fertilizantes minerales con abonos orgánicos están estrechamente vinculados a varios factores:

- El coste del fertilizante mineral utilizado, el **coste del AO** y la disponibilidad de maquinaria propia de aplicación o, en caso contrario la **contratación de un gestor de residuos** para la aplicación. En el análisis se consideran costes de aplicación estándar y abonos gratuitos, pero algunos AO pueden tener un coste de hasta 250 €/ha (incluida la aplicación). Por el contrario, hasta el momento los lodos de depuradora no implican coste de reparto ni de insumos para el agricultor.
- El **coeficiente de equivalencia** del AO¹³, que en la experiencia B4 ha oscilado para cinco AO entre el 26 y el 47%. A mayor coeficiente, con las dosis aplicadas de abono en fresco, se puede dejar de aplicar un porcentaje mayor de unidades fertilizantes de nitrógeno con abono mineral.
- La aplicación de AO lleva asociada un coste de gasoil sólo ligeramente mayor, sin embargo, la **distancia de la parcela al punto de acopio** es un factor relevante sobre el coste económico. En la Acción B4 se ha obtenido una distancia máxima de 38 km, a partir de la cual es más económico aplicar abonos minerales, mientras que los gestores de residuos consultados consideran para su rentabilidad un límite de 20 km desde las parcelas a las explotaciones ganaderas.

¹³ En cada fertilizante orgánico, el coeficiente son las unidades fertilizantes de nitrógeno (UFN) que el abono sustituye respecto a un abono mineral determinado, normalmente calculado sobre la urea. Para más información ver el Informe Final de la Acción B4 o el Informe de evaluación medioambiental.

2.4. Uso del marco de riego 12x15T y del telecontrol en el manejo del riego

La Acción B5 **ha analizado alternativas de diseño** de riego con aspersión dirigidas a reducir el consumo energético asociado al bombeo, con parámetros adecuados de eficiencia en el uso del agua. En el ámbito parcela se ha cuantificado el potencial de reducción de emisión de GEI en relación al gasto energético y a la huella de carbono de los materiales, para el marco de aspersión 12x15T, con materiales eficientes desde el punto de vista de su huella de carbono y de las pérdidas de carga que generan. Esta alternativa se compara con el marco 18x15T¹⁴, frente al que reduce el requerimiento de presión en 5mca en consigna. Para una zona determinada de estudio se han analizado las repercusiones sobre la red colectiva, obteniendo una visión global del sistema hídrico. Asimismo, se ha estudiado el efecto sobre la emisión de GEI del uso de telecontrol en el manejo de las redes y de la programación y control en las parcelas.

Desde el punto de vista exclusivamente de materiales, el cambio en la parcela del marco de riego se traduce en un incremento de Huella de Carbono de 9,8 kg CO₂/ha y año, debido a que el diseño requiere mayor cantidad de material por superficie. Sin embargo, a nivel de Red colectiva el material se reduce, con un ahorro de 13,4 kg de CO₂eq/ha y año. En conjunto, **el sustituir el marco 18x15T por otro 12x15T supone evitar la emisión de 3,6 kg CO₂eq/ha y año**. Además, en redes dependientes de energía, la reducción de la necesidad de bombeo puede evitar hasta 21,88 kg CO₂eq/ha y año.

En la red colectiva analizada, el manejo automatizado con uso de telecontrol supone un ahorro por desplazamientos de 1,2 kg CO₂eq/ha parcela, mientras que el telecontrol para la programación y control del riego en parcela evita entre 8 y 15 kg CO₂eq/ha y año.

El modelo propuesto supone un sobre coste en parcela del 13% y un ahorro del 10% en la red colectiva (ver Tabla 7), que en conjunto **resulta un coste económico un 2% mayor que el modelo actual** para el conjunto de la zona de estudio (22.249 ha).

En redes dependientes de la energía para su funcionamiento, disminuir la altura de bombeo en 5 metros implica un descenso en la factura eléctrica proporcional al ahorro de la altura de bombeo. Se ha estimado **un ahorro medio de 14 €/ha** y año para los consumos medios de Navarra (calculado con precios de 2015), que **compensaría la inversión mayor que implica el modelo**.

La instalación de un telecontrol para automatizar el riego evita desplazamientos para la programación del riego y su control, y permite por ello un ahorro significativo en combustible. Si bien se requiere una inversión inicial (ver Tabla 7) y unos costes anuales de uso (aplicación móvil y datos), éstos pueden compensarse en función de la distancia de la parcela a la explotación¹⁵.

¹⁴ El marco habitual de riego instalado en Navarra ha sido el 18 x 15T, sin embargo en pequeñas zonas destinadas a goteo por falta de presión, se ha instalado de manera prácticamente experimental el marco 12 x 15T debido a su menor requerimiento de presión, obteniéndose un resultado satisfactorio.

¹⁵ El ahorro en consumo de gasoil se compensa a partir de una distancia de 16 km (ida y vuelta) entre parcela y centro de control del agricultor, si se considera un cultivo de maíz con 24 semanas de riego y 2 riegos/semana (ahorro de 48 desplazamientos a la parcela) y un precio del gasoil de 1,11 €/l (media en España del año 2015, fuente: Ministerio de industria, turismo y comercio).

Tabla 7. Costes del modelo LIFE Regadiox en redes de riego (experiencia B5), €/ha y año

Ámbito de estudio	Sistema actual Marco 18x15	Modelo Regadiox Marco 12x15 y telecontrol en parcela	Diferencia 2-1 (€/ha año) %	
Instalación parcela (1)	122,28	137,88	+15,60	+13%
Red Colectiva (1)	99,98	89,70	-10,28	-10%
Parcela + Red Colectiva	222,26	227,58	5,32	2%
Energía para Bombeo	265,25	251,14	-14,11	-5%
Telecontrol equipamiento (2)(1)	0,00	41,66	41,66	--
Telecontrol desplazamiento (3)	51,35	0,00	-51,35	--
Total telecontrol	51,35	41,66	-9,70	-19%
TOTAL en redes con bombeo	761,11	747,94	-13,17	-2%

(1) Presupuesto para conocimiento de la propiedad, sin IVA

(2) Instalación por hidrante (formada por Solenoide DANUBE, panel solar, regulador panel solar, transductor de presión) con un coste por punto de control de 1.185 € incluida la instalación y considerando una vida útil de 20 años y 8 ha/punto de control, lo que da un importe de 7,41 €/ha y año. Además se suman los gastos anuales (APP riego aplicación móvil y SIM Datos 20 MB) estimados en 34,25 €/ha y año, aunque en este caso el coste no varía con la superficie por lo que a mayor superficie menor coste.

(3) Estimado para un cultivo de maíz con 24 semanas de riego y 2 riegos/semana (ahorro de 48 desplazamientos a la parcela) y una distancia media de 20 km/desplazamiento (960 km en total). El precio aplicado al gasoil es de 1,11 €/l (media en España del año 2015, fuente: Ministerio de industria, turismo y comercio)

La Tabla 8 contiene el análisis de coste efectividad de la mitigación de CO₂, elaborado teniendo en cuenta la variación de costes del modelo de sistema hídrico y manejo propuesto frente al sistema de referencia con marco 18x15 y una presión de consigna de 54 mca. En redes no dependientes de energía, el cambio de modelo supone en relación a la infraestructura conjunta en parcelas y red colectiva, un coste de 1,48 €/t CO₂eq mitigado, pero en redes con necesidad de bombeo el cambio proporciona cierta reducción de los costes anuales (-2%). El telecontrol también muestra un coste-eficiencia negativo para las hipótesis del estudio, factor que permite potenciar este tipo de manejo.

Tabla 8. Análisis coste efectividad entre la Situación actual (1): Marco 18x15T y 54 mca en Red Colectiva y la Alternativa Regadiox : Marco 12x15T, 49 mca en Red Colectiva y telecontrol en parcela

	Diferencia de coste €/ha y año (2)- (1)	Balance de GEI Kg CO ₂ eq/ha año (2) – (1)	Coste- efectividad €/kg CO ₂ eq	Coste de la mitigación
A) Ámbito parcela: instalación	15,60	9,8	--	No hay mitigación
B) Ámbito Red colectiva	-10,28	-13,4	-0,77	No supone coste
C) A)Parcela + B) Red colectiva	+5,32	-3,6	1,48	Implica coste
D) Energía de bombeo en redes dependientes de energía + C)	-8,79	-22,1	-2,32	No supone coste
E) Telecontrol en parcela	-9,70	-15,0	-0,65	No supone coste

3. ANÁLISIS CUALITATIVO DE COSTE-BENEFICIO DEL MODELO LIFE REGADIOX

Este apartado completa el análisis de coste-efectividad de la mitigación con una valoración cualitativa de los efectos socioeconómicos del modelo de gestión de regadío propuesto por el proyecto en relación a los manejos de referencia. Se aplica un enfoque de coste-beneficio que valora los impactos potenciales de carácter económico, social y ambiental del proyecto tomando como beneficiarios potenciales al conjunto de la sociedad de Navarra.

Este enfoque considera beneficio a todo lo que aumenta el bienestar de los grupos afectados por el proyecto (por los manejos recomendados), por el contrario, el coste es todo uso de recursos que suponga un sacrificio o desventaja para algún grupo. Los resultados se estructuran en las tipologías económica, social y ambiental, en cada una de las cuales se identifican los beneficios y costes del modelo.

En primer lugar, se recogen las conclusiones del informe “Evaluación Final del impacto ambiental” del proyecto, sobre la que se apoya el resto de valoraciones. En segundo, la evaluación económica valora los efectos sobre la rentabilidad y productividad de las explotaciones. Es necesario aislar y resaltar dichos efectos para complementar la valoración de coste-efectividad. La gestión del secuestro de carbono y la mitigación de GEI no se sitúan entre los objetivos de las explotaciones agrarias, de manera que no se puede considerar únicamente el potencial de su coste-efectividad analizado anteriormente, porque no determinará las decisiones. Finalmente, la valoración social tiene en cuenta los efectos potenciales sobre el empleo y las necesidades de los agricultores y técnicos para la extensión y adopción del modelo.

3.1. Resultados ambientales del modelo

En este apartado se recogen los indicadores de evaluación ambiental (ver Tabla 11) calculados en el informe de evaluación ambiental del proyecto y las principales conclusiones de dicha evaluación, que son las siguientes:

- La transformación en regadío puede constituir un **beneficio** para la mitigación del cambio climático por incrementar el secuestro de carbono orgánico en el suelo y permitir en la producción agraria balances de emisiones de GEI con efecto mitigador (balances con un nivel de captación de CO₂ atmosférico en el suelo superior a las emisiones generadas durante la producción), al menos durante un tiempo hasta alcanzar un nuevo nivel de equilibrio respecto a la situación de partida (secano). No obstante, **el regadío debe ser modulado a partir del control del manejo**, dado que en cultivos herbáceos, el balance a nivel de parcela muestra un rango amplio, entre la mitigación de 10,90 t CO₂e/ha anuales a la emisión 6,00 t CO₂e/ha y año, que tendría costes ambientales.
- En cultivos herbáceos de regadío, la conversión a manejos de suelo de intensidad baja genera beneficios (efecto mitigador), mientras que el impacto del cambio de manejos de intensidad alta

a media es variable. En función de otros factores de manejo se han obtenido tanto beneficios como costes (balance emisor).

- En cultivos leñosos en regadío, el uso de cubiertas vegetales entre líneas ha mostrado ser una práctica **con claros beneficios a medio y largo plazo**. Aunque las cubiertas pueden suponer un nivel de emisiones de GEI mayor respecto al suelo desnudo, es una diferencia pequeña en valor absoluto y se ve compensada a medio plazo por el secuestro adicional de carbono en el suelo.

Tabla 9. Indicadores ambientales del proyecto

Prácticas agrarias analizadas	Valor medio anual de stock adicional de CO ₂ eq en suelo (kgCO ₂ eq/ha/año)	Emisiones de GEI (kgCO ₂ eq/ha/año)	Balance por superficie (kgCO ₂ eq/ha/año, valores negativos indican mitigación y positivos emisión)
Cambio de uso del suelo de secano a regadío (Referencia: secano)	Respecto secano: De +2.020 a +12.354	Respecto secano: De -414 a +7.337	Respecto secano: De -12.141 a +5.317
Manejos poco intensivos del suelo en cultivos herbáceos	Respecto secano: <u>Intensidad baja</u> : +11.727 <u>Intensidad media</u> : de 3.070 a 12.354 <u>Intensidad alta</u> : de 2.020 a 10.500	Emisiones por manejo: <u>Intensidad baja</u> : 834 <u>Intensidad media</u> : de 4.496 a 6.915 <u>Intensidad alta</u> : de 4.591 a 8.007	<u>De Intensidad media a baja</u> : mitigación de -3.661 a -7.786 <u>De Intensidad alta a baja</u> : mitigación -6.406 <u>De Intensidad alta a media</u> : mitigación/ emisión de -8.402 a +3.196
Uso de cubiertas vegetales entre líneas en cultivos permanentes	Respecto a cultivo sin cubierta: <u>Olivo</u> : de 616 a +11.450 <u>Viña</u> : de 0 a +13.354	Respecto a cultivo sin cubierta Olivo: de -201 a -207 Viña: de +171 a +512	Respecto a cultivo sin cubierta: Olivo: de -11.657 a -818 Viña: de -1.284 a +171 No se observa en implantación reciente
Sustitución de una parte de la fertilización mineral con fertilizantes orgánicos	Respecto a fertilización mineral: Secano: 3.502 Regadío: valor anual de secuestro adicional no observado en el proyecto en 1 año de manejo	Respecto a fertilización mineral: Secano: +87 Regadío (maíz): +92 con plan de abonado controlado. De +611 a +953 en experiencias a gran escala.	Respecto a fertilización mineral: Secano -3.065 Regadío no disponible
Sistema de riego con marco 12x15T frente a 18x15T y red colectiva	--	-22 a -4	-22 a -4 El valor -22 corresponde a redes dependientes de energía
Programación automatizada del riego en parcela	--	-7 a -15	-7 a -15

- La sustitución de una parte de la fertilización mineral con fertilizantes orgánicos, genera **ligeros costes ambientales** respecto a la fertilización exclusivamente mineral (el incremento de

emisiones de GEI es de +2,1%, 0,092 t CO₂eq/ha año, aplicando un plan de abonado que utiliza el coeficiente de equivalencia del abono orgánico). La aplicación de abono orgánico evita la emisión de GEI asociada a la fabricación del abono mineral que se deja de aplicar, pero supone un aumento importante de emisiones en el suelo por suministrarse dosis totales de UFN mayores (ya que una parte del nitrógeno del purín no es aprovechable por el cultivo). No obstante, la aplicación continuada de abono orgánico hace esperar a medio plazo un incremento significativo del secuestro de C en el suelo que genere balances mitigadores.

- El diseño y manejo de sistemas de riego **conlleva beneficios para el CC**, aunque el potencial es muy inferior a las prácticas de manejo. Utilizando materiales eficientes en su huella de carbono y el marco de riego 12x 15T frente al 18x15T, se logra desde el punto de vista exclusivamente de materiales, un ahorro de 3,6 kg CO₂eq/ha y año. En infraestructuras que no requieren bombeo el beneficio requiere que el modelo se aplique tanto a las parcelas como a la red colectiva. En redes dependientes de energía, el marco 12x15T reduce la presión de consigna en 5 m.c.a., suponiendo evitar hasta 21,9 kg CO₂eq/ha y año.
- El control telemático para el manejo del riego en redes colectivas y en parcela ha mostrado beneficios potenciales notables. El ahorro de desplazamientos se ha estimado en la red colectiva analizada en 1,2 kg CO₂eq/ha y a nivel de parcela entre 7 y 15 kg CO₂eq/ha y año.

De esta forma, el modelo genera externalidades¹⁶ positivas que benefician a la sociedad en general, con el beneficio de evitar el calentamiento global y mejorar la capacidad de adaptación. Estos beneficios son muy reducidos si se contabilizan en el presente, pero cabe tenerlos en cuenta como una cuestión de redistribución intergeneracional.

Es posible monetizar los resultados del modelo sobre el cambio climático aplicando un precio teórico a las emisiones evitadas. Sin embargo, pueden utilizarse distintas fuentes y se trata de una estimación de baja solidez por el nivel de asunciones necesarias para la materialización del precio, por lo que la evaluación no ha aplicado este método. Sólo a modo de ejemplo se indica que en el “Sistema europeo de negociación de CO₂ (sendeco2)¹⁷”, el precio medio de los años 2014-2016 ha sido de 6,33 € por derecho de emisión, y de 0,32 € por Crédito de Carbono (CER)¹⁸, que podría ser el precio a considerar, si bien se trata de un mercado que aún no ha alcanzado equilibrio entre la demanda y la elevada oferta. Otra referencia pueden ser los Proyectos Clima del MAGRAMA¹⁹,

¹⁶ La externalidad (o efecto externo) se define como todo efecto secundario de una decisión relativa al consumo o la producción de un bien, que: 1) afecta al bienestar de otro agente, y 2) no se refleja en el precio del bien.

¹⁷ <http://www.sendeco2.com/es/>

¹⁸ El CER o Reducciones Certificadas de Emisiones de Gases Efecto Invernadero (Certified Emission Reductions). El CER es la unidad que corresponde a una tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente. La transacción de los bonos de carbono —un bono de carbono representa el derecho a emitir una tonelada de dióxido de carbono— permite mitigar la generación de gases invernadero, beneficiando a las empresas que no emiten o disminuyen la emisión y haciendo pagar a las que emiten más de lo permitido. Ello significa que una explotación agraria que disminuye sus emisiones de CO₂, de manera voluntaria, puede vender esta reducción a empresas de países desarrollados que estén obligadas a bajar sus emisiones de GEI.

¹⁹ Los Proyectos Clima del Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (FES-CO₂) son proyectos de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) desarrollados en España en los sectores difusos (entre los que se encuentra el agrario). Se gestionan a través de convocatorias anuales lanzadas por el FES-CO₂. (ver <http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/proyectos-clima/que-es-un-proyecto-clima/>)

donde el precio de compra de las reducciones verificadas de emisiones de los proyectos seleccionados fue de 9,7 €/tonelada para la Convocatoria 2016.

Pueden mencionarse **beneficios del proyecto relacionados con la adaptación al cambio climático**, principalmente por aumentar la capacidad de adaptación en el manejo de los sistemas hídricos, y mejorar el conocimiento y la preparación para reaccionar ante el CC. El modelo de sistema hidráulico propuesto ha incorporado parámetros de uniformidad de riego, que garantizan instalaciones de riego eficientes desde el punto de vista hídrico. El aumento previsto para el futuro de las necesidades de agua para riego por el CC requiere eficacia del uso del agua.

Otros beneficios positivos de carácter medioambiental serían la reducción del riesgo de erosión mediante la gestión eficaz para la calidad del suelo que suponen los manejos propuestos y una gestión de la fertilización eficaz para conservar la calidad de las aguas subterráneas. En este sentido las cubiertas en viña también revierten en una menor aplicación de herbicidas y otros fitosanitarios, reduciendo impactos negativos sobre la biodiversidad y la calidad de las aguas subterráneas y superficiales. Se contribuye asimismo a una gestión adecuada de las deyecciones ganaderas y de otros residuos agroindustriales que generan problemas sociales y ambientales

3.2. Resultados económicos del modelo

A) Efectos sobre el margen bruto de las producciones agrícolas

El apartado 2 ha calculado el indicador de margen bruto por superficie (€ de MB/ha) en los manejos propuestos, y el indicador de costes por superficie y año en las infraestructuras de riego. La Tabla 9 recoge dichos indicadores y resume los resultados económicos del cambio al modelo, que en conjunto son los siguientes:

- La implantación en los cultivos herbáceos de manejos de suelo en cultivos de intensidad baja en sustitución de manejos de intensidad media y baja tiene un coste relevante para el agricultor. En promedio supone una reducción del 33% del margen bruto respecto a un manejo de intensidad media, y del 72% de uno de intensidad alta;
- La sustitución parcial de fertilizantes de síntesis por orgánicos conlleva cierto beneficio económico por reducir los costes de fertilización. No obstante depende de factores como la distancia de aprovisionamiento y del coste de los fertilizantes o de su aplicación. En explotaciones mixtas (agrícolas y ganaderas), el uso de abonos orgánicos resuelve la gestión del “residuo ganadero” y lo valoriza como abono.
- En cultivos en regadío, el uso de cubiertas supone un ligero coste durante la fase de implantación, pero que no es significativo si se considera la vida útil total de la cubierta. Hay que considerar que también reduce el laboreo del suelo (subsolado) entre calles y la aplicación de herbicidas.

Tabla 10. Resumen de los resultados económicos del modelo LIFE Regadiox

Modelo	Indicadores económicos €/ha		Resultados del cambio al modelo
Uso del suelo secano-regadío	Referencia: Secano (4 parcelas)	Margen Bruto: 526 (376-755) *	El cambio de uso de secano a regadío implica: – un beneficio para el productor de 1.833 € MB/ha (757-7.279), que supone un incremento del MB del 348% (201-964%).
	Regadío (13 parcelas)	Margen Bruto: 2.359 (1.133-8.034)*	
Manejos de suelo poco intensivos	Intensidad Baja (1 parcela)	Margen Bruto: 1.133	El cambio de uso a intensidad baja implica: – En I. Media una pérdida de -558 € MB/ha (-200 a -1.038), o del -33%(-15% a -48%) – En I. Alta, una pérdida de -2.873 € MB/ha (-64 en forrajes intensivos a -6.901 en pimiento), del -72% (-5% a -86%)
	Intensidad Media (8 parcelas)	Margen Bruto: 1.691 (1.333-2.171)*	
	Intensidad Alta (4 parcelas)	Margen Bruto: 4.005 (1.197 - 8.034)*	
Uso de cubiertas en cultivos leñosos	ER Olite Viña Margen Bruto: sin cubierta: 1.681/ con: 1.638 (Experiencias estrictamente comparables) ER total (2 parcelas de cada manejo de viña y 1 de olivo) Margen Bruto: sin 2.090 /con 2.097		El uso de cubierta implica el año de implantación un descenso de 44 € de MB, el 3%, pero para el conjunto de ER (cubierta nueva y consolidada) el MB no varía significativamente (-7 € en el grupo de cubiertas, un 0,3%)
Sustitución parcial de fertilizante mineral (AM) por orgánico (AO) aplicando coeficiente de equivalencia	Costes de fertilización (Acción B4): 298 €/ha con AO y 398 €/ha con AM Margen bruto (B6:2 parcelas AO + 2 AM): AO 1776 (1.380 - 2.171) AM: 1617 (1.333 - 1.900)		El uso de AO ha supuesto un beneficio para las explotaciones: – reduce los costes de fertilización entre un 5 y un 25%, y depende del coste de los fertilizantes y de la distancia parcela-granja – En parcelas profesionales ha generado un incremento medio de MB de 159 €/ha, el 10% (del 4-14%)
Sistemas y manejos de riego eficientes para la mitigación del CC	Marco 18x15T en parcela y red colectiva con 54mca en consigna	222 €/ha x año (instalación) + 265 €/ha x año si hay bombeo	– La instalación del modelo supone un coste de 5,3 €/ha en redes que no requieren bombeo adicional, que recaen en el ámbito parcela. – En redes con bombeo el modelo ahorra 8,8 €/ha año, suponiendo un beneficio para las explotaciones. – El telecontrol ha representado un beneficio de 9,7 €/ha año en el caso estudiado. Se estima que es un beneficio a partir de un desplazamiento para la programación de 16 km (ida y vuelta y con precios de combustibles de 2015)
	Marco 12x15T en parcela y red colectiva con 49mca en consigna	228 €/ha x año+ 251 €/ha x año si hay bombeo	
	Telecontrol (instalación y funcionamiento)	42 €/ha año	
	Gastos desplazamiento para la programación de riego sin telecontrol : 51€/ha año		

(*) Valores medio, mínimo y máximo de las experiencias de referencia (ER) de la Acción B

- La instalación del marco de riego 12x15T en parcela y red colectiva, que requiere una presión en consigna 5 mca inferior al marco 18x15T actual, implica una inversión adicional de 5,3 €/ha y año

en redes que no requieren bombeo. En redes con bombeo, este coste se compensa con el ahorro de consumo energético, proporcionando un beneficio de 8,8 €/ha año. La implantación de telecontrol en parcela para la programación de riego supone también un beneficio, dado que los costes de instalación y funcionamiento son menores al ahorro en gasoil por desplazamientos evitados.

- El telecontrol de la programación y control del riego puede suponer asimismo ahorro de costes de agua y energéticos en parcela por un uso eficiente y adecuado del agua, al permitir manejos precisos del momento y la cuantía de cada riego. Otro beneficio de la automatización es el evitar pérdidas importantes de agua y de producción, ya que permite detectar en tiempo real si hay fallos en el sistema (roturas, falta de suministro de agua), y corregirlos a tiempo²⁰.

En Redes Colectivas, el telecontrol también permite optimizar el consumo energético de redes dependientes de la energía. La gestión actual de las redes se organiza para proporcionar la presión de consigna en el hidrante más desfavorable, esté o no regando en un momento dado. El telecontrol permite ajustar la altura de bombeo en el punto de alimentación para asegurar la presión del hidrante más desfavorable que se encuentre regando en ese determinado instante.

B) Efectos sobre la productividad y otros aspectos agronómicos

Los manejos propuestos inciden directamente en el aumento del nivel de materia orgánica del suelo. Por un lado se promueven prácticas que incrementan las entradas de materia orgánica y la consecuente captación de carbono en el suelo (mediante cubiertas vegetales y fertilizantes orgánicos), por otro, prácticas que reducen la mineralización de la materia orgánica y la pérdida de carbono asociada (con manejos de suelo que al limitar el laboreo reducen la descomposición). La **materia orgánica en el suelo aporta beneficios a la producción agrícola** por asegurar diferentes funciones: mejora la fertilidad química del suelo al liberar nutrientes, la retención del agua, la estructura del suelo, etc. En la viña las cubiertas tendrían también un efecto reductor del riesgo de clorosis en suelos con nivel alto de carbonatos.

Los indicadores económicos se han recogido para un periodo temporal de un año y en la mayoría de experiencias no se diseñaron para visualizar los beneficios del modelo sobre la productividad agrícola. No obstante, la Acción B6, que puso en marcha el manejo con fertilización mineral **mostró para las dos parcelas con fertilizante orgánico cierto incremento de la producción de maíz, un 1% y un 8% respectivamente**²¹.

Los costes del manejo de baja intensidad pueden suavizarse con **los beneficios que las rotaciones confieren a la productividad**. La incorporación de este manejo (leguminosas plurianuales) en la rotación de cultivos, y el alternar campañas intensas con otras de menor intensidad comportaría beneficios en el rendimiento y la producción (Alvaro-Fuentes et al.,2009). Por otro lado, no hay que

²⁰ En la Acción B6, este aspecto fue el más apreciado por el agricultor, ya que permitió identificar un problema en el suministro de agua, que anteriormente con la programación manual nunca había notado.

²¹ A modo de ejemplo, en la experiencia B6 de Funes, el agricultor observó que en la parcela con AO, el crecimiento inicial del maíz fue mayor, aunque tras la aplicación del abono de cobertera el crecimiento de las parcelas de AO y AM se igualó.

olvidar que **entre los beneficios del regadío está la capacidad de diversificar producciones** y con ello, de reducir el riesgo económico de las explotaciones.

El **uso de cubiertas** podría comportar costes o pérdidas de producción por competencia entre cultivo y cubierta, especialmente en algunas variedades de uva (para vino blanco), si bien el manejo adecuado del riego minimiza este riesgo. Por el contrario, **los beneficios adicionales asociados a las cubiertas son varios:**

- En la viña, el factor competencia puede ser positivo por su capacidad de frenar el vigor de la planta y regular su producción, ajustándola a los límites establecidos por las certificaciones públicas de calidad y evitando la descalificación de parcelas. También permite reducir riesgo de enfermedades fúngicas (botritis) asociado al control del vigor y, no menos importante, influir en los parámetros de calidad del mosto y el vino.
- Las cubiertas permiten el trabajo con maquinaria en las parcelas cuando el suelo está mojado, factor relevante para aplicar fitosanitarios en el momento adecuado, o para la cosecha, especialmente en olivo por la época del año en que se recoge.

C) Efectos sobre los medios de producción

Los manejos propuestos generan ciertos costes en relación a la maquinaria específica del manejo, aunque esto no constituye un obstáculo elevado:

- El manejo de cultivos leñosos con cubiertas tiene como **coste adicional la necesidad de disponer de maquinaria para la siembra** (y posibles resiembras) **y para el corte**. El coste de la maquinaria de siembra se evita en muchas explotaciones con cubiertas espontáneas, mientras que los cortes se realizan con la maquinaria de picar restos de poda, aspecto que rentabiliza este aporo.
- La aplicación de abonos orgánicos requiere también maquinaria específica. Aunque la mayoría de explotaciones agrícolas no disponen de ella, los gestores de residuos o las explotaciones ganaderas facilitan el servicio de aplicación o de alquiler.

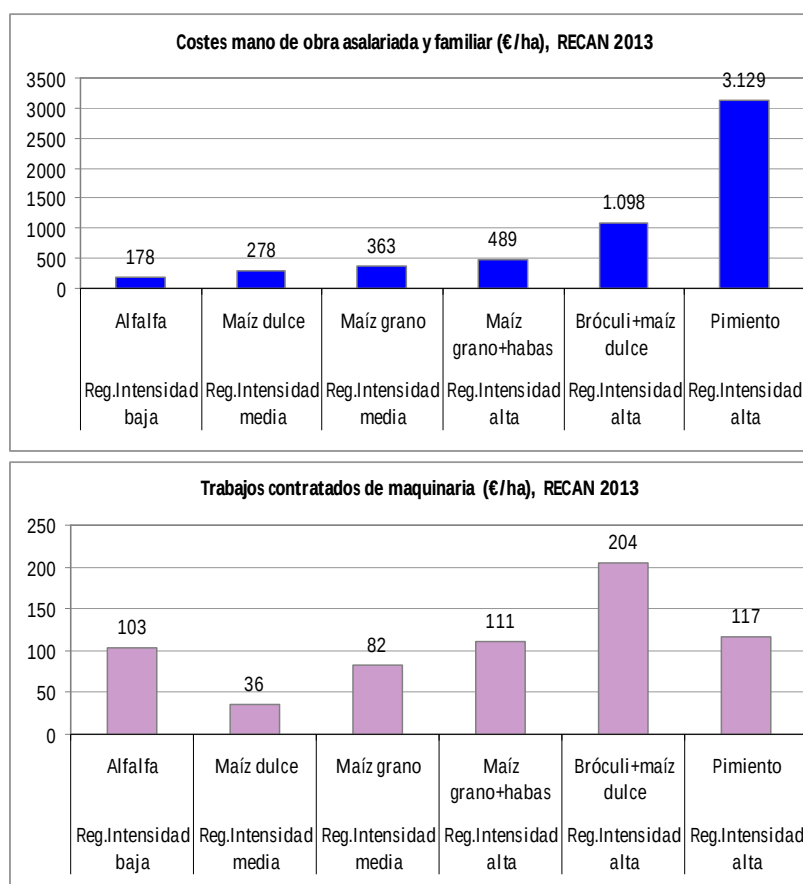
En el modelo de sistema hídrico propuesto, la reducción de la presión de consigna del marco de riego 12x15T ha generado **beneficios en la red colectiva** sobre la mejora del funcionamiento. La simulación realizada con el sistema Regadiox ha dado mejor respuesta a la demanda en condiciones adecuadas y ha eliminado los casos críticos de hidrantes desfavorables en los que se producen alarmas.

3.3. Resultados sociales del modelo

A) Efectos sobre el empleo

El modelo de manejo de suelo en regadío repercute en el empleo agrícola generado. Tal y como se refleja en la figura siguiente, los manejos más intensivos conllevan una mayor utilización de mano de obra, tanto familiar como asalariada. Tomando el indicador de costes de mano de obra por hectárea, **los sistemas de intensidad alta y media incrementan de media un 780% y un 80% respectivamente el nivel de empleo** en relación a un sistema de baja intensidad (alfalfa). Otra fuente de empleo es la contratación de servicios de maquinaria agrícola, en la que el sistema de baja intensidad implica una demanda similar o mayor. En conjunto, la aplicación del modelo de manejo de suelo en cultivos herbáceos **representaría un menor beneficio desde este punto de vista.**

Figura 1. Comparación del empleo generado en función de los manejos de suelo (para los cultivos de las parcelas estudiadas, con información de la RECAN, 2013)



La **implantación de cubiertas no repercute de forma significativa sobre el trabajo agrícola**. En las parcelas del proyecto las horas de trabajo no son dependientes del tipo de manejo en cubiertas consolidadas. En la viña de Olite el mantenimiento de la cubierta ha necesitado una labor de corte,

mientras que el suelo desnudo tres pases de cultivador; la cubierta ha reducido 3 horas por hectárea la necesidad de mano de obra. Sin embargo el número de siegas en otras parcelas ha sido entre 1 y 3, al igual que el de pases de cultivador, por lo que no puede atribuirse una dependencia clara entre cubierta y trabajo. Por otro lado, en la viña el manejo de cubiertas puede constituir una demanda externa de servicios de asesoramiento, dado que su manejo óptimo requiere seguimiento y conocimientos específicos.

La aplicación de fertilizantes orgánicos requiere en gran parte de las explotaciones agrarias la contratación de servicios externos de maquinaria, o bien mediante un gestor de residuos o bien con alquiler de maquinaria (remolques o esparcidores o cubas). Algunas explotaciones ganaderas, tienen cubas a disposición de los agricultores, siendo también una fórmula para gestionar sus residuos.

En consecuencia, **el modelo implicaría costes sociales por una reducción de empleo por un lado, pero un beneficio relacionado con cierto estímulo a la contratación de servicios agrarios.**

B) Efectos sobre la capacitación de los recursos humanos

La implantación del modelo genera otros costes públicos y privados de transacción relacionados con la información y formación. Para una aplicación correcta y eficaz, el modelo debería reforzarse con formación básica sobre los objetivos de los manejos y sobre aspectos prácticos concretos (hay que recordar que se han obtenido manejos de intensidad media y alta con balances emisores). La formación debería dirigirse tanto a agricultores como a técnicos que impartan asesoramiento relacionado con el manejo.

En este sentido la tabla siguiente identifica una necesidad mínima de 4 horas tanto para gestores de explotaciones de cultivos herbáceos (manejos 1, 3 y 4) como de cultivos leñosos (manejos 2 y 4). El manejo de cultivos leñosos es el que requiere un mayor nivel de formación, especialmente a nivel de técnicos. Así, **los requerimientos de formación asociados al modelo implican un coste unitario muy bajo para el productor²², aunque la organización e impartición de las jornadas formativas supondría un coste a considerar²³.**

Se señala que el proyecto Life Regadiox ha elaborado una Guía metodológica de buenas prácticas agrarias para la mitigación del cambio climático que constituye una buena herramienta de apoyo como material didáctico para la implantación del modelo.

²² Tomando como base la información de la RECAN 2013, una explotación con OTE hortícolas tiene como media 55 ha de superficie de regadío, mientras que el coste por jornal de la categoría “encargado, capataz” era en 2015 de 52 euros (fuente: Negociado de Estadística Agraria del DDRMA). Con estos datos se obtiene un coste de alrededor de 0,5 €/ha.

²³ Tomando como referencia las bases reguladoras de la convocatoria pública para la financiación de planes de Formación dirigidos a las personas ocupadas de ámbito Territorial exclusivo de la Comunidad Foral de Navarra del 2016, se establece un módulo económico con un importe máximo en la modalidad presencial de 7 euros por alumno y hora para los cursos de nivel básico y de 10 euros para los cursos de nivel superior.

Tabla 11. Estimación de las necesidades mínimas de formación para la aplicación del modelo de manejo de regadío (número de horas de formación)

Grupos objetivo	1. Manejos de suelo poco intensivos	2. Uso de cubiertas en cultivos leñosos	3. Sustitución de abono mineral por orgánico usando el coeficiente de equivalencia	4. Diseño de Sistemas y manejos de riego eficientes para la mitigación del CC
Gestores de explotaciones (agricultores)	1	2	1	2 (telecontrol)
Técnicos que proporcionen asesoramiento	1	5	1	1 (diseño y manejo)
Proyectistas de sistemas hídricos	--	--	--	3 (diseño)

3.4. Valoración conjunta del coste-beneficio

Con el fin de obtener una visión global del impacto del modelo, los costes y los beneficios identificados se han trasladado a una escala cualitativa con valores entre 0 y 3 en la que 0 representa un impacto nulo del factor y 3 un impacto alto. La rentabilidad del modelo es el resultado de restar los beneficios y los costes (ambos calculados en la escala cualitativa), y la intervención más eficiente es la que presenta una mayor diferencia positiva entre costes y beneficios. Las puntuaciones se recogen en la Tabla 12, aportan una idea de la intensidad del impacto potencial del modelo y una comparación cualitativa entre manejos.

En **cultivos herbáceos** el modelo (manejos de suelo, de sustitución de AO y de diseño de riego y telecontrol) **tiene un impacto global bajo, pero considerable si se actúa desde las distintas líneas**. El beneficio ambiental se ve menguado con los costes económicos y sociales de adopción del modelo. En **cultivos leñosos** el modelo (uso de cubiertas y telecontrol) genera impactos elevados con costes reducidos, de manera que su difusión y extensión es muy positiva.

En **conjunto, el modelo** (cultivos herbáceos y leñosos) **aporta beneficios globales considerables**. En **el balance total los beneficios agregados superan ampliamente los costes conjuntos**, debido a que el vector ambiental proporciona beneficios conjuntos elevados, el vector económico se salda también con beneficios, aunque ligeros, y el vector social es algo negativo (por su peso mayor de costes que de beneficios).

A nivel de prácticas, los resultados son los siguientes:

- Manejos de suelo poco intensivos: el cambio de manejos de suelo de intensidad media y alta a baja conlleva beneficios ambientales altos, por potenciar la captación de C en el suelo con bajas emisiones de GEI. Sin embargo los manejos de intensidad baja han generado un margen económico inferior y requieren asimismo menos mano de obra, de manera que los costes económicos y sociales son elevados.

Tabla 12. Valoración cualitativa del coste-beneficio de los impactos del modelo. Escala cualitativa de impactos 0 a 3 donde 0= nulo; 1=bajo; 2=medio; 3=alto.

Tipo de impacto	1. Manejos de suelo poco intensivos		2. Uso de cubiertas en cultivos leñosos		3. Sustitución de abono mineral por orgánico usando el coef. de equivalencia		4. Diseño de Sistemas de riego eficientes para la mitigación del CC (Marco 12x15T)		5. Manejo de riego eficiente para la mitigación del CC (telecontrol)		TOTAL	
	Costes	Beneficios	Costes	Beneficios	Costes	Beneficios	Costes	Beneficios	Costes	Beneficios	Costes	Beneficios
Ambiental: mitigación CC	0	3	0	3	1	1	0	1	0	1	1	9
Ambiental: sostenibilidad/adaptación	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	4
Económico: Margen bruto	3	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5	3
Económico: Productividad y otros aspectos agronómicos	0	1	0	2	0	1	0	0	0	1	0	5
Económico: Medios de producción	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	3	1
Social: empleo y formación	3	0	1	1	0	1	1	0	1	0	6	2
Balance del manejo (beneficios totales – costes totales)	6	5	2	7	3	5	2	3	3	4	16	24
	-1		5		2		1		1		8	

- b) Uso de cubiertas en cultivos leñosos: la implantación de cubiertas también proporciona beneficios ambientales elevados, similares a los manejos de suelo poco intensivos. A nivel económico, el margen bruto no se modifica significativamente, aunque supone costes de maquinaria específica (en muchas explotaciones ya disponible para otras labores) y comporta beneficios agronómicos apreciables. Es un manejo neutro respecto al empleo agrario, aunque requiere pequeños costes de capacitación. También puede estimular los servicios de asesoramiento especializados. En conjunto el peso de los beneficios supera ampliamente a los costes.
- c) La sustitución de abono mineral por orgánico tiene asociados costes y beneficios ambientales: conlleva emisiones de GEI algo mayores que el abonado mineral²⁴, pero también estimula la captación de C orgánico en el suelo. Con planes de abonado adecuados no se afecta a la calidad del agua y se valorizan residuos ganaderos, pero hay que considerar el mayor riesgo de lixiviación de nitratos. A nivel económico tiene capacidad para reducir los costes de las explotaciones y mejorar la productividad, si bien requiere disponer de maquinaria de aplicación o de servicios a una distancia viable. A nivel social estimula la contratación de servicios. De todo ello resulta un balance positivo, con beneficios de intensidad baja.
- d) El diseño de sistemas de riego eficientes para la mitigación del CC (con Marco de riego 12x15T) ha mostrado capacidad mitigadora (beneficios), que aunque es reducida, mejora en redes dependientes de bombeo. A nivel económico, los costes de la instalación son algo mayores, pero también pueden verse compensados en caso de bombeo. Aportan también beneficios sobre el funcionamiento de las redes colectivas. A nivel social requieren costes de formación de los proyectistas y para avanzar en la clasificación energética de los materiales e incorporar los resultados en las herramientas de cálculo. El balance es positivo, con beneficios de intensidad baja.
- e) Manejo de riego eficiente para la mitigación: el telecontrol aporta también beneficios al evitar emisiones de GEI en desplazamientos para la programación y control de los riegos, y permite optimizar la eficiencia hídrica. Los costes anuales y de funcionamiento y la inversión inicial se compensan con el ahorro de gasoil para los recorridos que son frecuentes en la zona. Exige unos costes mínimos de capacitación en la utilización de la tecnología. El balance es positivo, con beneficios de intensidad baja.

Finalmente hay que hacer mención a los colectivos que asumen los costes o que salen beneficiados. La Tabla 13 identifica los grupos destinatarios considerados en el análisis y los resultados del modelo para cada uno. **Las explotaciones agrarias son el principal grupo a considerar, y asumen tanto costes como beneficios**, con un balance conjunto ligeramente positivo. Comunidades de regantes y gestores de residuos orgánicos son grupos en los que se identifican básicamente beneficios, mientras que la sociedad en general es el principal beneficiario, teniendo en cuenta los beneficios ambientales del modelo.

²⁴ Sin considerar el transporte de los abonos minerales desde la fábrica al punto de aprovisionamiento

Tabla 13. Distribución entre grupos objetivo de costes y beneficios potenciales que genera el modelo LIFE Regadiox

Grupos objetivo	Resultados potenciales del modelo de manejo en regadío
Explotaciones agrarias	Costes y beneficios económicos asociados a los manejos (aumento/reducción de insumos, mejoras productividad, necesidad de medios). Coste de inversión en sistemas de riego en parcela. Beneficio por ahorro de gasto energético de bombeo, de desplazamiento y por mejoras en el funcionamiento de la red colectiva. Costes sociales
Comunidades de regantes	Beneficios por reducción de costes de red colectiva.
Empresas de gestión de residuos orgánicos (granjas, depuradoras, empresas de compost...)/explotaciones que los generan	Beneficios por valorización de los residuos como fertilizante, por demanda de servicios.
Servicios de formación, asesoramiento e ingeniería	Costes sociales de formación y beneficios por estímulo de la demanda
Sociedad en general	Beneficios de la mitigación de los efectos sobre el cambio climático y otros beneficios ambientales (riesgo de erosión). Posibles costes por pérdida de empleo asociada a manejos intensivos.
Administración pública	Costes de formación/divulgación y apoyo a la implantación (posibles ayudas)

4. ASPECTOS A CONSIDERAR PARA EXTENDER EL MODELO DE MANEJO EN REGADÍO

La valoración cualitativa del impacto potencial del modelo ha permitido identificar los puntos débiles y fuertes de los manejos y los factores a considerar en la definición de estrategias para su adopción con niveles de acogida satisfactorios, indicando el potencial de implantación. Estos factores se recogen a continuación organizados en un apartado de limitaciones y necesidades y en otro de oportunidades.

4.1. Limitaciones y necesidades

A) En relación a los manejos de suelo poco intensivos

- En las parcelas del proyecto, el potencial del manejo de baja intensidad se ve frenado por su menor margen económico. Este resultado se agrava en zonas donde el riego supone un coste elevado asociado a los gastos de bombeo, en los que las explotaciones optan por producciones intensivas de más de una cosecha anual para obtener rentabilidad económica²⁵.
- Así, el potencial de implantación del manejo de baja intensidad a nuevas superficies es limitado, primero por la inferior rentabilidad económica, pero también porque ya existe superficie con este manejo. En el año 2015, la superficie de alfalfa representaba el 7,3% de la superficie total cultivada de herbáceos en regadío, lo que indica que es un manejo actualmente considerado con cierta frecuencia en las rotaciones del regadío.
- En manejos en las que las emisiones adicionales de GEI no se compensan con el secuestro de C en el suelo, se requiere fomentar estrategias que optimicen el “capital” que ofrece el almacenamiento de C atmosférico en el suelo, ya que el control sobre el manejo del suelo, presenta cierto margen. Los factores que han resultado más relevantes en relación a las emisiones de GEI son la fertilización nitrogenada, las materias primas utilizadas y el riego en regadíos con necesidad de bombeo.

B) Uso de cubiertas en cultivos leñosos

- La orografía (la pendiente), el tamaño de la parcela y pedregosidad del suelo son factores que dificultan la implantación de cubiertas y su mantenimiento. El manejo no es adecuado en tierras marginales (de muy baja productividad), con suelos pedregosos, o con una dimensión insuficiente para las labores mecanizadas de la parcela o de las calles (por necesidad de una anchura de calle suficiente para el paso de la sembradora y la segadora).
- El manejo requiere disponer de maquinaria (propia o de servicios para la utilización o arrendamiento) para:

²⁵ Es el caso especialmente de la zona del proyecto en Funes, donde apenas se cultiva la alfalfa y el maíz como única cosecha se introduce como parte de una rotación, pero no es habitual que sea el único cultivo. Son cultivos anuales habituales el brócoli de primavera seguido de maíz, y tomates o maíz seguidos de habas verdes.

- o la siembra (teniendo en cuenta que se utilizan especies pratenses o gramíneas y leguminosas, con requisitos distintos).
 - o segar la hierba (uno o más cortes anuales en función del modelo de cubierta implantado), aunque es aprovechable la picadora de residuos de poda en caso de disponerse.
- El sistema actual mayoritario de laboreo mínimo o tradicional²⁶ supone una barrera de tipo social al modelo, ya que implica cambios en el sistema de trabajo y superar los hábitos y creencias consolidadas de los agricultores respecto al uso del suelo. Una estrategia para fomentar la adopción podría ser la visualización y valorización de la práctica a través de etiquetas comerciales, no obstante, en zonas como la D.O. Rioja donde el precio es elevado, no es fácil generar un valor añadido para motivar al productor.

C) Sustitución parcial de fertilizante mineral por orgánico aplicando coeficiente de equivalencia

- En explotaciones agrícolas, el manejo propuesto se ve condicionado a la disponibilidad de maquinaria para aplicación de estiércoles y purines, o de la proximidad de servicios de gestión de residuos. El proyecto ha calculado para el caso de estudio una distancia límite entre parcela y punto de aprovisionamiento de un purín de 38 km, a partir de la cual la práctica no es rentable (los costes de transporte superan el ahorro en abono mineral). Por su parte, los gestores de residuos consultados trabajan en un radio máximo de 20 km, a partir del cual no consideran rentable su tarifa habitual.

Actualmente el aprovisionamiento puede realizarse por las siguientes vías:

- a) contacto directo con las explotaciones ganaderas
 - b) Plantas de biogas que disponen de digeridos (digerido bruto, fracción sólida del digerido o fracción líquida. Navarra cuenta con autorizaciones de uso para las plantas existentes en Cabanillas, Caparroso, Mendigorria y Ultzama.
 - c) Lodos de la depuración de aguas residuales urbanas o de industrias agroalimentarias.
- Para lograr resultados ambientales óptimos, es importante utilizar sistemas que minimicen pérdidas de nitrógeno por volatilización. Una aplicación adecuada para reducir las emisiones ha de enterrar el AO después de la aplicación, o utilizar equipos de reparto que disminuyan el tiempo y la superficie de contacto del purín con el aire. En aplicaciones sobre suelos desnudos, habría que realizar una labor superficial previa para favorecer la infiltración del purín y el menor contacto con el aire. También hay que considerar el aplicar purines en condiciones ambientales idóneas (días frescos y húmedos y con poco viento).
- Los lodos EDAR pueden contener un nivel alto de metales pesados, aunque existen unos límites permitidos. Por ello una aplicación continuada puede conllevar riesgo de contaminación de los suelos por acumulo. Hay que señalar que su uso está regulado²⁷, se establece una frecuencia

²⁶ El 21% de la superficie de viña se trabaja con laboreo tradicional (alterar y remover, mediante implementos mecánicos, el perfil del suelo en una profundidad igual o superior a 20 cm) y el 74% con Laboreo mínimo (laboreo superficial mediante la utilización de cultivadores, gradas y arado de cincel, cuya profundidad es menor de 20 cm). Fuente: ESYRCE 2015

²⁷ Orden Foral 359/2010, de 26 de julio, de la consejera de desarrollo rural y medio ambiente, por la que se regula la utilización de lodos de depuración en la agricultura de la comunidad foral de Navarra. La normativa prohíbe aplicar lodos

máxima de aplicación en secano y regadío. No obstante, en Navarra el nivel de metales de la oferta existente es considerado bajo y en la práctica, el manejo utilizado supone un bajo nivel de repetición de superficies.

- La aplicación de planes de abonado ha de asumir un margen de error para el cálculo de dosis ajustadas, debido a la variabilidad en la composición de los AO²⁸. Dosis precisas requieren ensayos técnicos y análisis de la composición de los fertilizantes, así como maquinaria eficaz para trasladarla a las parcelas.

D) Sistemas y manejos de riego eficientes para la mitigación del CC

- En relación al diseño de infraestructuras, como principal obstáculo de hoy en día es la carencia de herramientas y guías para incorporar en el cálculo la huella de carbono de los proyectos.
- En relación al telecontrol, el potencial de la herramienta para evitar desplazamientos se ve menguado inicialmente porque el agricultor mantiene sus hábitos de control in situ, pero aún así las visitas se reducen y organizan con eficiencia. Otro factor que el agricultor valora en sus decisiones y que puede resultar un inconveniente, es el riesgo asociado de sustracción del programador y la batería, si bien es un riesgo también extensivo a otros elementos del sistema hídrico.

E) En relación al modelo de manejo en conjunto

Las principales necesidades conjuntas serían las relacionadas con la sensibilización, la información y formación y el profundizar en los resultados con nuevos estudios que permitan también ajustar los manejos.

Las necesidades de sensibilización implicarían tanto al sector agrario como a la sociedad en general. En este segundo grupo el objetivo sería iniciar pequeños cambios que mejoraran la percepción y valoración de las prácticas. La sensibilización ha de informar sobre las consecuencias de los manejos tradicionales y propuestos sobre el cambio climático, pero también fijar como objetivo el extender la cultura del suelo como bien común.

Para evitar efectos contrarios en los manejos, es necesario apoyar la implementación del modelo con actividades de formación y asesoramiento adaptados a los grupos destinatarios e implicar a los distintos agentes que proporcionan servicios técnicos al sector.

tratados en cultivos hortícolas durante su ciclo vegetativo, y obliga a aplicar en un plazo menor de 10 meses antes de la recolección. Regula una cantidad máxima de nitrógeno a aplicar por hectárea, que no puede superar los 250 kilogramos de nitrógeno, computando conjuntamente la utilización de lodos con la de estiércol, purín, compost y otros abonos orgánicos (con excepción de las zonas designadas como vulnerables a la contaminación por nitratos).

²⁸ La composición de cada tipo de residuo orgánico es heterogénea y dependiente de las operaciones de manejo en el origen (explotaciones ganaderas), y puede producir diferencias de rendimiento entre campañas. Esto dificulta establecer dosis de aplicación únicas y hace necesario disponer de análisis de la composición de los residuos previa a su aplicación.

El modelo ha analizado un número muy limitado de prácticas que podrían completarse con otras también con efecto mitigador y analizar los efectos de la combinación. El campo abierto para la investigación es amplio. A modo de ejemplo se identifica la necesidad de ampliar en los conocimientos de algunas prácticas como:

- la repercusión del no laboreo (siembra directa) sobre la productividad en el regadío,
- el incorporar los residuos de cosecha al suelo con objeto de mejorar el contenido en SOC del suelo;
- las estrategias para optimizar la fertilización, orientadas a reducir demoras entre el momento de aplicación del N y su absorción por la planta (mejorar la periodicidad).
- mejora de los sistemas de riego para conseguir ahorrar agua y energía, así como una valoración completa de los materiales usados en sistemas hídricos en relación a su huella de carbono.

En relación a las cubiertas, es importante disponer de experimentación sobre modelos de cubiertas adaptadas a las distintas zonas y objetivos agronómicos. También hay necesidad de estudiar los efectos de la cubierta sobre la biodiversidad, ya que la cubierta puede favorecer que se alberguen tanto plagas como depredadores.

4.2. Oportunidades para extender el modelo Life Regadiox

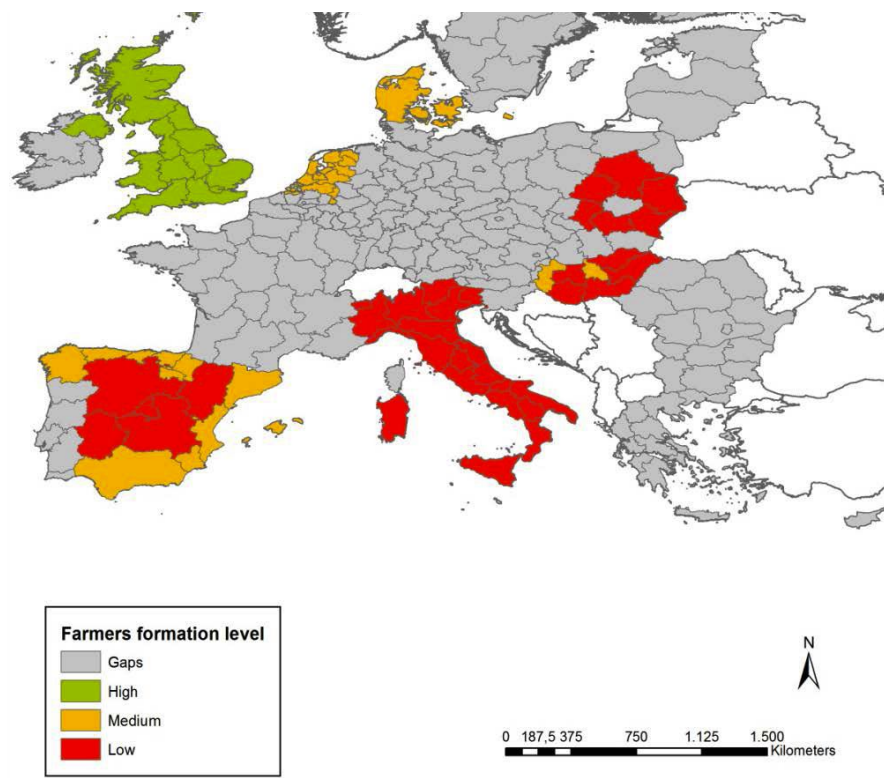
A) Manejos de suelo poco intensivos

- En relación a la formación de los agricultores, en Navarra la mayoría de los jefes de explotación cuentan con una formación exclusivamente práctica (el 82%)²⁹, con un peso igual al Estatal. Sin embargo, a diferencia de otras regiones españolas, basándose en la información del proyecto SMARTSOILS³⁰, el nivel de formación en Navarra de los agricultores en gestión del suelo es de tipo “medio”(ver Figura 2), aspecto que **facilita la implantación** del modelo LIFE Regadiox.
- Existe información y experiencias disponibles en entornos similares de otras prácticas para reducir las emisiones de CO₂ y aumentar el efecto sumidero del suelo, que pueden **potenciarse de forma complementaria buscando sinergias en la difusión**. Por ejemplo, la siembra directa o el mantenimiento de una cubierta vegetal del suelo con el rastrojo del cultivo anterior.

²⁹ Fuente, Encuesta de Explotaciones Agrarias del INE, 2013. Sobre el total de explotaciones con SAU, en el 82% la formación del jefe de la explotación es experiencia exclusivamente práctica, en el 3% es formación universitaria agrícola, en el 4% formación profesional agrícola y en el 11%, otra formación agrícola.

³⁰ Fuente: proyecto SMARTSOILS con información disponible para países participantes del proyecto. Los socios extrajeron la información de cuestionarios nacionales o vía cuestionarios a agentes y expertos

Figura 2. Proyecto SMARTSOILS, Nivel de formación en Navarra de los agricultores en gestión del suelo en los países participantes



B) Uso de cubiertas en cultivos leñosos

- Navarra cuenta con una superficie potencial considerable para la implantación de las cubiertas. Actualmente 4.894 hectáreas de cultivos leñosos disponen de cubiertas, el 27% de la superficie de regadío. A nivel de cultivos, prácticamente este manejo ocupa la totalidad de frutales de pepita y hueso, pero sólo el 6% de la superficie de regadío con viña y el 32% de olivar, mostrando un margen de crecimiento elevado. En viñedo las cubiertas se localizan con frecuencia en superficie gestionada directamente por bodegas y en superficies de explotaciones agrícolas con problemáticas concretas que buscan solucionarse con cubiertas. Precisamente cabe potenciar el manejo especialmente en superficies gestionadas o asesoradas a través de bodegas, en las que existe un elevado seguimiento de la fase productiva realizado por personal técnico.
- Es importante difundir y aprovechar los beneficios agronómicos asociados a las cubiertas. En relación al efecto reductor del uso de herbicidas, la evolución del marco normativo ofrece una oportunidad con sus exigencias crecientes en herbicidas, que previsiblemente reducirán las materias activas permitidas. Por otro lado, se dispone de nuevos estudios que valoran la influencia de los herbicidas en la calidad del vino (en relación a la presencia de levaduras naturales), aspecto que se puede vincular directamente con el uso de cubiertas.

- Existen en Navarra experiencias demostrativas positivas sobre cubierta en viñas en las que han colaborado cooperativas y agricultores, y que están suscitando interés en agricultores (en Mendavia, Azagra y Cascante).
- Finalmente mencionar que a nivel nacional están surgiendo iniciativas para valorizar la huella de carbono del vino desde el punto de vista comercial, en donde las cubiertas tienen un buen encaje³¹.

C) En relación al modelo de manejo en conjunto

- Navarra dispone de una buena cobertura de servicios técnicos de asesoramiento especializados (entre ellos los facilitados por la empresa dependiente del Gobierno de Navarra, el socio INTIA), así como de formación agraria, lo cual supone una buena oportunidad para extender el modelo.
- Existe tecnología disponible para agricultura de precisión, que permite reducir insumos (fertilizantes y fitosanitarios) con dispositivos de ayuda al guiado y la aplicación sitio-específica que permitan ajustar las dosis basándose en la estimación precisa de las necesidades de los cultivos. También se dispone de Herramientas de Ayuda a la Decisión reconocidas que facilitan las decisiones sobre la fertilización para ajustar dosis y reducir pérdidas por lixiviación³² y escorrentía.
- Los Programas de Desarrollo Rural financiados (PDR) por el FEADER³³ son un marco adecuado para apoyar la implantación del modelo a través de diferentes tipos de ayudas. En el caso del PDR 2014-2020 de la Comunidad Foral de Navarra, puede valorarse el apoyo a través de las medidas identificadas en la tabla siguiente. En este sentido puede citarse algunos antecedentes:
 - En relación a la implantación de cubiertas vegetales, en el PDR de Andalucía existen antecedentes en el periodo 2007-2013 de compromisos agroambientales que exigían la implantación de cubiertas espontáneas o sembradas en olivar y en viña³⁴. El apoyo consistía en primas básicas de entre 109 y 200 €/ha para compensar distintos compromisos a asumir en las explotaciones. Estas medidas tienen continuidad en el periodo actual 2014-2020 con actuaciones similares³⁵.

³¹ Como los proyectos de cooperación entre grupos de acción local “+vino-co2” http://www.desenvolupamentrural.cat/es/proyectos_cooperacion/vino-co2 , y “vi+net” <http://adrinoc.cat/ca/que-es-adrinoc/gestio-sostenible-rural/vinet/>

³² El riesgo de lixiviación es parametrizable (alto, medio y bajo) a lo largo del ciclo del cultivo pudiendo establecerse un sistema de alarmas y evitar los aportes de fertilizantes en los periodos de riesgo alto (fuente LifeNitratos).

³³ Reglamento (UE) nº 1305/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader).

³⁴ Submedida 214-07 Producción integrada en olivar en cuencas vertientes a embalses de abastecimiento de agua para consumo humano o en zonas natura 2000 y Sub. 214-14 Agricultura de conservación del viñedo, dirigida a superficies de viñedo con pendiente del terreno superior al 8% o zonas con viñedo de secano en Red Natura 2000.

³⁵ En la viña “Operación 10.1.6: Sistemas sostenibles de cultivos leñosos (permanentes)” y “Operación 10.1.7: “Sistemas sostenibles de olivar”

- La medida 16 Cooperación, operación 16.2 Apoyo para proyectos piloto y para el desarrollo de nuevos productos, prácticas, procesos y tecnologías, puede apoyar la puesta en marcha de proyectos piloto innovadores para la gestión de residuos. Existen iniciativas de éxito en otras CCAA que pueden valorarse como referencia.

Tabla 14. Medidas del Programa de Desarrollo Rural 2014-2020 de la Comunidad Foral de Navarra, a valorar para el encaje de acciones de apoyo a la implantación del modelo LIFE Regadiox

MEDIDA	SUBMEDIDA / OPERACIÓN
MEDIDA 01. Acciones de transferencia de conocimiento e información	
	M01.1. Ayuda a la formación y adquisición de capacidades
	M01.2. Ayuda a las actividades de demostración y acciones de información
	M01.3. Ayuda para el intercambio y visitas a explotaciones agrarias y forestales
MEDIDA 02. Servicios de asesoramiento, gestión y sustitución destinados a las explotaciones agrícolas	
	M02.1. Ayuda al uso de los servicios de asesoramiento
	M02.3. Apoyo a la formación de asesores
MEDIDA 04. Inversiones en activos físicos	
	M04.1. Inversiones a explotaciones agrarias
	M04.3. Apoyo a las inversiones en infraestructura relacionada con el desarrollo, la modernización o la adaptación de la agricultura y la silvicultura
	<i>M04.3.2. Inversiones en infraestructuras para la mejora de los regadíos</i>
	<i>M04.3.3. Inversiones en infraestructuras para equipamiento de riego en parcelas comunales</i>
MEDIDA 10. Agroambiente y clima	
	M10.1. Pago para compromisos agroambientales y climáticos
MEDIDA 16. Cooperación	
	M16.2. Ayuda para los proyectos piloto y para el desarrollo de nuevos productos, procesos y tecnologías

5. CONTRIBUCIÓN DE REGADIOX A LOS OBJETIVOS DE LIFE+

Dentro del **Programa Estratégico Plurianual del Programa Life+**³⁶, Regadiox se enmarca en la prioridad “*Política Y Gobernanza Medioambiental*”, objetivo principal «*Cambio climático*», de estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero. Dentro de este objetivo, el proyecto se focaliza en dos **ámbitos de acción** prioritarios:

- garantizar el cumplimiento de los compromisos de la UE en el marco del Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y desarrollar una estrategia y un plan de ejecución para después de 2012;
- garantizar la adaptación de la economía y la sociedad de la UE, la naturaleza y la biodiversidad, los recursos hídricos y la salud humana a los efectos adversos del cambio climático (de un posible aumento de la temperatura en 2 °C, como consecuencia del aumento de la concentración de gases de efecto invernadero) y mitigar sus efectos;

El proyecto ha contribuido a los objetivos específicos de LIFE+ Política y Gobernanza Medioambiental, en los ámbitos prioritarios³⁷ de cambio climático, medio ambiente y salud y calidad de vida, así como recursos naturales y residuos. El cuadro siguiente especifica el carácter de la contribución.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS de LIFE+ POLÍTICA Y GOBERNANZA MEDIOAMBIENTAL	PRINCIPALES CONTRIBUCIONES DE LIFE REGADIOX
a) contribuir al desarrollo y demostración de planteamientos, tecnologías, métodos e instrumentos políticos innovadores;	Se han realizado estudios con simulaciones, ensayos y experiencias de referencia en explotaciones agrarias profesionales, que han aportado conocimientos y conclusiones de interés para definir un modelo de manejo de regadío con capacidad de mitigación del CC. Este planteamiento es innovador en la CF de Navarra.
b) contribuir a la consolidación de la base de conocimientos para el desarrollo, la valoración, el seguimiento y la evaluación de la política y la legislación medioambientales;	Los resultados han aportado datos unitarios sobre los impactos del regadío navarro y han mejorado el conocimiento aplicado. Se ha obtenido una base para valorar prácticas de manejo y para implementar estrategias coste-eficientes de mitigación de GEI en el sector agrícola de Navarra. Esto permite desarrollar políticas eficaces para la mitigación centradas en el manejo de los regadíos, dando al regadío un valor añadido adicional.
e) propiciar una mejor gobernanza en el ámbito del medio ambiente, fomentando la participación de las partes interesadas,	Las características de los socios ha sido un punto fuerte del proyecto. La implicación de FUNDAGRO, organización profesional del sector agrario, la UPNA, una universidad, y la

³⁶ Reglamento (CE) No 614/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de mayo de 2007 relativo al instrumento financiero para el medio ambiente (LIFE+)

³⁷ En relación al Sexto Programa de Acción Comunitario en materia de Medio Ambiente establecido por la Decisión no 1600/2002/CE

OBJETIVOS ESPECÍFICOS de LIFE+ POLÍTICA Y GOBERNANZA MEDIOAMBIENTAL	PRINCIPALES CONTRIBUCIONES DE LIFE REGADIOX
incluidas las organizaciones no gubernamentales, en las consultas en torno a estas políticas y en su aplicación.	empresa pública INTIA, que facilita servicios de asesoramiento, formación y de ingeniería al sector agrario, ha fomentado la participación. Esto permitirá una implicación de los distintos sectores en los que recae el peso de la aplicación del modelo definido.

Asimismo el proyecto repercute sobre el Objetivo principal «*Recursos naturales y residuos*», aunque con un carácter indirecto. El modelo de manejo de regadío ha estudiado prácticas para el uso de fertilizantes orgánicos, que arrojan conclusiones de interés para el desarrollo de políticas dirigidas a garantizar la gestión y el uso sostenibles de los residuos ganaderos y orgánicos.

Los efectos del proyecto identificados en este apartado representan asimismo beneficios ambientales de carácter social, que no se han considerado en el análisis coste-beneficio, por estar éste centrado en el modelo, más que en el proyecto en su conjunto.

6. PRINCIPALES CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La valoración socioeconómica del modelo LIFE RegadiOX permite extraer las siguientes conclusiones:

- 1) El **regadío puede ser una herramienta coste-eficiente para la mitigación del CC en relación al secano**. Esto significa que puede mitigar la emisión de GEI a la atmósfera sin generar un coste adicional al productor. Sin embargo, en línea con los resultados medioambientales, es necesario un control del manejo para evitar que las emisiones del proceso productivo superen el efecto sumidero que proporciona la mayor captación y almacenamiento de C en el suelo asociada al regadío durante los primeros años de implantación.
- 2) En cultivos herbáceos de regadío el modelo promueve un manejo de suelo de intensidad baja³⁸ frente a otros de intensidad media o alta. La parcela con intensidad baja de laboreo ha mostrado una mitigación considerable, mientras que las parcelas con otras intensidades han obtenido balances netos tanto mitigadores, como emisores, en función de otros factores (principalmente tipo y dosis de fertilización, fitosanitarios y bombeo). Sin embargo, **el cambio de manejo de intensidad alta o media a baja no es una práctica coste-eficiente**, ya que genera costes positivos para el agricultor vinculados a un margen bruto menor. Esto reduce el potencial de implantación del manejo de baja intensidad. Por ello, como se indica más abajo, **el manejo de baja intensidad debe circunscribirse en el marco de una rotación de cultivos que permita** alternar campañas intensas con otras de menor intensidad.
- 3) La sustitución parcial de abono mineral por orgánico ha reducido los costes por fertilización entre un 5 y 25% y ha **incrementado el margen bruto**. No obstante, la viabilidad de este manejo se ve condicionada por la disponibilidad de servicios gestores de fertilizantes orgánicos (o propios) a una distancia adecuada (se estima un umbral de rentabilidad entre 20-38 km de distancia parcela-punto de aprovisionamiento). A **corto plazo no se han observado efectos mitigadores asociados al manejo**, si bien se han constatado para secano y se citan para regadío en la bibliografía.
- 4) El modelo propone **en cultivos leñosos el uso de cubiertas vegetales** entre líneas. Este manejo **es coste-eficiente**: comporta a medio plazo beneficios ambientales y no genera variaciones significativas en el margen bruto. Es decir, se produce mitigación adicional sin costes adicionales.
- 5) El **modelo de sistema hídrico** con marco de aspersión 12x15T y una presión de consigna de 49 mca frente al sistema de referencia con marco 18x15 y 54 mca, **genera cierto coste en redes no dependientes de energía** (coste adicional de 1,48 €/t CO₂eq mitigado para la infraestructura conjunta en parcelas y red colectiva). Sin embargo, **en redes con necesidad de bombeo el cambio supone cierta reducción de los costes anuales (-2%)**. El **telecontrol también muestra una ratio de coste-eficiencia negativa** para las hipótesis del estudio, factor que permite potenciar este tipo de manejo.

³⁸ Se recuerda que el proyecto considera como intensidad baja el manejo de suelo con un laboreo profundo cada 3-4 años, como intensidad media a un laboreo profundo anual y como alta, a más de un laboreo profundo anual, normalmente asociado a dobles cosechas.

- 6) La valoración de los impactos potenciales conjuntos se ha realizado mediante un análisis de coste-beneficio considerando los vectores económico, social y ambiental. En **conjunto, el modelo aporta beneficios globales considerables**. En **el balance total los beneficios agregados superan ampliamente los costes conjuntos**, debido a que el vector ambiental proporciona beneficios conjuntos elevados, el vector económico se salda también con beneficios, aunque ligeros, y el vector social es algo negativo (por su peso mayor de costes que de beneficios).

En **cultivos leñosos** el modelo es eficiente, genera impactos elevados con costes reducidos. En **cultivos herbáceos** el impacto **conjunto del modelo es bajo pero considerable si se actúa desde las distintas líneas**. El beneficio ambiental se ve menguado con los costes económicos y sociales de adopción del modelo. Por ello **el manejo de baja intensidad debe circunscribirse en el marco de una rotación de cultivos que permita** alternar campañas intensas con otras de menor intensidad. Se obtendrá con ello también los beneficios agronómicos de las rotaciones.

- 7) La gestión del secuestro de carbono y la mitigación de GEI no se sitúan entre los objetivos de las explotaciones agrarias, de manera que el potencial de su coste-efectividad tendrá una baja influencia en las decisiones. Para **la adopción del modelo es importante demostrar que las prácticas pueden ayudar a lograr objetivos relacionados con la productividad o la rentabilidad**.

Los **manejos win-win del modelo**, es decir las que además de la mitigación del cambio climático generan beneficios económicos al agricultor, serían los de mayor potencial de aceptación entre los agricultores. **Son principalmente la sustitución parcial de abonos minerales por orgánicos, el uso de cubiertas vegetales, el marco de riego 12x15T en redes dependientes de bombeo y el telecontrol para el manejo del riego**. En los cultivos leñosos, la etapa inicial de implantación genera costes ligeramente superiores, por lo que el apoyo inicial podría estimular su adopción. El cambio a manejo de suelos poco intensivo requiere ser incentivado. También el marco de riego propuesto si se aplica en redes no dependientes de bombeo.

- 8) **Es la sociedad en general la que recoge los beneficios en mayor medida (beneficio de la mitigación), mientras que los costes más relevantes recaen sobre las explotaciones**.

- 9) La **implantación del modelo a gran escala es factible** pero requiere tratar cada manejo de forma específica con estrategias adecuadas. Las **principales dificultades** se relacionan con la menor rentabilidad de los manejos poco intensivos, el control de los manejos para que sean eficaces, la disponibilidad de fertilizantes orgánicos y de maquinaria de reparto o servicios relacionados con la gestión y las inercias de los manejos tradicionales. La formación, el asesoramiento y las actividades de demostración son herramientas de apoyo que permiten atenuar los obstáculos y lograr el éxito de la implantación. Son también **necesarios nuevos estudios** para consolidar la base de conocimiento, para ajustar los manejos del modelo y para optimizar las sinergias con otras prácticas.

- 10) El modelo **ha mostrado potencial y ha aportado fundamentos para desarrollar políticas eficaces** para la mitigación centradas en el manejo de los regadíos. Se ha demostrado también un **valor añadido adicional del regadío que beneficia a la sociedad en su conjunto**. La política de desarrollo rural y medioambiental en Navarra cuenta ya con instrumentos adecuados para apoyar la implementación del modelo diseñado en el proyecto, que constituyen una buena oportunidad para la implantación a gran escala.

6.1. Propuestas dirigidas a responsables de políticas públicas

Apoyándose en los resultados de la evaluación del impacto socioeconómico potencial del sistema de gestión sostenible de regadío, el presente apartado elabora propuestas para la implementación del modelo y para su integración en las políticas agrarias.

Las recomendaciones se centran en el ámbito de la CF de Navarra, no obstante, pueden hacerse extensivas al ámbito de interés del proyecto:

- Zonas con regadío del sur de Europa con regímenes climáticos similares a las zonas del proyecto;
- Zonas húmedas del norte y centro de Europa, donde actualmente no necesitan regar, pero que valoran el riego como una herramienta para afrontar los retos de la adaptación al CC y una fórmula de asegurar cosechas en el futuro.

Los resultados de Regadiox son de gran utilidad para la definición de **acciones dirigidas a lograr una economía baja en carbono relacionada con el sector agrario**, y que pueden ser valoradas y promovidas a través de distintos elementos de programación de las políticas regionales existentes (hoja de ruta del CC, Programa de Desarrollo Rural, Plan energético de Navarra ...), o de nuevas iniciativas³⁹. Se mencionan a continuación distintos tipos de intervención a considerar.

A) Promover en el sector productor agrario la adopción de prácticas de manejo agrícolas basadas en el modelo Regadiox, con efectos positivos sobre la mitigación del CC. Estas prácticas han de ser tipo win-win, lo que supone que todas las partes salgan beneficiadas (sector y sociedad).

Para ello deberían considerarse intervenciones del tipo siguiente:

- Para la implantación de las prácticas del manejo económicamente viables (mejoran el margen bruto o no lo modifican), difundir las prácticas y sus beneficios a través de **campañas de información específicas y de acciones de formación**. Las acciones de formación deberían dirigirse tanto a técnicos como a productores agrarios. Las acciones específicas favorecerán la visibilidad de los manejos, pero es recomendable también integrar contenidos relacionados como materia transversal en cursos en marcha, especialmente los dirigidos a la nueva incorporación de jóvenes agricultores.
- Para apoyar prácticas de manejo con balances “captadores” de C atmosférico, pero con cierto coste para el agricultor (por reducir su margen bruto frente al manejo tradicional), poner en marcha **medidas agroambientales compensatorias**. Pueden plantearse dos tipos de ayudas:
 - Medidas agroambientales de apoyo a las cubiertas vegetales en cultivos leñosos, que compensen los costes iniciales de la implantación.
 - Apoyo a rotaciones de regadío que introduzcan cultivos forrajeros plurianuales

³⁹ En este sentido, existen ejemplos de programas públicos regionales cuyo objetivo es la mitigación del CC (programa Agroclima Aragón).

El diseño de medidas de apoyo debe considerar las características de los procesos de captación de carbono en el suelo. Los resultados se obtienen a medio plazo y pueden ser reversibles en función de las condiciones y duración del manejo.

Estas medidas deberían **incorporar sistemas de evaluación de sus resultados basados en indicadores ambientales** (por ejemplo a través de indicadores Proxy como el Carbono orgánico del suelo) e incorporar **instrumentos de seguimiento del manejo** (al estilo del actual cuaderno de explotación exigido para otras medidas agroambientales). Esto permitirá garantizar que la aplicación sea adecuada y valorar de forma más precisa la eficacia.

- Promover **actividades demostrativas** en las que se impliquen fincas reales, especialmente de “agricultores referentes” en cada zona, con el fin de aumentar el efecto multiplicador de las experiencias. La utilización de estos agentes implica apoyo técnico y económico al agricultor (en relación a pequeñas inversiones necesarias, como el programador de riego), pero garantiza en mayor medida la confianza de otros agricultores en adoptar las prácticas.
- Facilitar **apoyo mediante programas de asesoramiento** para la puesta en marcha de las prácticas y para asegurar su eficacia.
- Fortalecer y promover el mercado de fertilización orgánica con medidas de apoyo y fomento a la gestión organizada y a servicios de gestión de los residuos como fertilizantes.

B) Incorporar la variable de cambio climático dentro de las ayudas a inversiones, como criterio transversal de elegibilidad o priorización de solicitudes en las medidas sujetas a concurrencia competitiva. Especialmente en apoyo a inversiones en explotaciones agrarias (sistemas de riego en parcela), infraestructuras de riego (diseño de redes atendiendo a criterios de reducción de huella de carbono), industria agroalimentaria, o estrategias de desarrollo local. Requisitos como la obligatoriedad de utilizar productos de empresas registradas en el Registro de Huella de Carbono del MAGRAMA (RD163/2014, del 14 de marzo) podría fomentar el cálculo y la reducción de la huella de carbono en el sector.

El uso de criterios de evaluación relacionados con el CC, puede hacerse extensivo a procesos de selección de proyectos en programas y redes internacionales (por ejemplo la oficina del Cambio climático).

C) Promover iniciativas tractoras para la valorización de productos agroalimentarios que optimicen su huella de carbono, teniendo en cuenta toda la cadena agroalimentaria. Para suscitar interés en el sector, estas iniciativas son factibles si existen nichos de mercado con posibilidad de diferenciación⁴⁰, de repercutir un mayor precio a los productos acogidos, o si es posible lograr una visualización conjunta para diferenciarse de los competidores (siendo éstos los mercados exteriores de otros países, otras regiones...). Vino, olivar y alimentación infantil son sectores potenciales, y se están dando pasos en la industria de congelación. Sin embargo hay experiencias que muestran falta de interés de sectores como la producción láctea, que no cumplen con las condiciones anteriores. Por otro lado aún el nivel de desarrollo es incipiente, estas iniciativas

requieren disponer de metodologías y herramientas de valoración de la huella de carbono a nivel de producto final y de entidades certificadoras sólidas.

D) Avanzar en nuevas herramientas y metodologías para desarrollar sistemas o procesos de producción con bajas emisiones:

- Trabajar en una Clasificación energética de materiales para riego dirigida a los proyectistas (al estilo de los electrodomésticos). LIFE Regadiox intentó elaborar una primera propuesta pero se observó que muchos de los materiales no estaban catalogados siquiera, y que era necesario cubrir grandes lagunas de información para ello. También se identificó la necesidad de mejorar las metodologías del cálculo de la huella de carbono, incluyendo el transporte y la instalación en la zona regable.
- Utilizar los aprendizajes de Regadiox para promover nuevos proyectos que estudien los vínculos entre prácticas agrarias (relacionadas con el manejo del suelo, la fertilización y el riego) y resultados sobre la captación de carbono. Una posible aplicación sería la elaboración de metodologías para contabilizar en los inventarios de emisiones la cuantificación del secuestro de carbono por parte de los suelos agrícolas.

E) Apoyar programas de comunicación entre el sector agrario y la sociedad en general, para difundir los beneficios y capacidades de la agricultura en relación a la mitigación del CC, y sensibilizar y concienciar a los consumidores a medio y largo plazo. Este paso es indispensable para que el consumidor esté dispuesto a pagar algo más por productos con identificación de huellas de carbono, o con diferenciación por proximidad (en relación a reducir las emisiones por transporte) y la mitigación repercuta en la cadena de valor.