

INFORME TÉCNICO FINAL

RIS IBERIA S. L.

PROYECTO:

E115318 - RETINA-S

TÍTULO PROYECTO:

Monitorización remota y temprana del estrés hídrico mediante la temperatura y el contenido de agua en el suelo con satélites para la agricultura

PARTICIPANTES PROYECTO:

RIS IBERIA S.L. (España)

SPHERAG TECK IOT (España)

CONSTELLR (Alemania)

GFZ POSTDAM (Alemania)

Este proyecto ha recibido financiación del programa «Programa correspondiente» con cofinanciación de CDTI y del Programa Marco de Investigación e Innovación «Horizonte Europa» de la Unión Europea.

INTRODUCCIÓN AL PROYECTO

El proyecto RETINA buscaba establecer la metodología fundamental de búsqueda más robusta y temprana del estrés hídrico, para la optimización de modelos de riego inteligente. Esto se basará en datos de teledetección TIR (infrarrojo térmico) junto con sensores in situ (temperatura y la humedad del suelo y del aire) y un tratamiento de campo totalmente automatizado (riego inteligente).

De esta manera, la propuesta del proyecto prepara el escenario para la comercialización de los datos TIR (de teledetección) y sus servicios derivados, de modo que los agricultores puedan eventualmente mejorar la eficiencia en el uso del agua de sus sistemas de riego, lo que conducirá a "más cosecha por gota".

En el corazón del Pacto Verde, las estrategias sobre biodiversidad y «De la granja a la mesa» apuntan a un nuevo y mejor equilibrio entre la naturaleza, los sistemas alimentarios y la biodiversidad; proteger la salud y el bienestar de nuestros ciudadanos y, al mismo tiempo, aumentar la competitividad y la resiliencia de la UE

El uso adecuado de los insumos a través de sistemas automatizados tiene un impacto directo y significativo en la productividad, rentabilidad y calidad de vida de los agricultores (reducir el esfuerzo de mantenimiento). La toma de decisiones basada en datos científicos reducirá el impacto de la pérdida de conocimiento que se produce por el relevo generacional.

Para la correcta realización del proyecto ha sido necesaria la participación de cuatro empresas europeas, dos alemanas, Constellr y GFZ Postdam, y dos españolas, Ris Iberia y Spherag Teck.

ConstellR ha liderado el consorcio y ha sido el responsable técnicamente de la recopilación de datos, incluida la definición de los requisitos para la recopilación de datos, así como de todo el procesamiento y análisis realizados sobre los datos térmicos.

GFZ se ha encargado del procesamiento y análisis de datos hiperespectrales. Los datos de la misión hiperespectral de EnMAP y PRISMA se analizaron en términos de parámetros sólidos y de cultivos para detectar estrés hídrico.

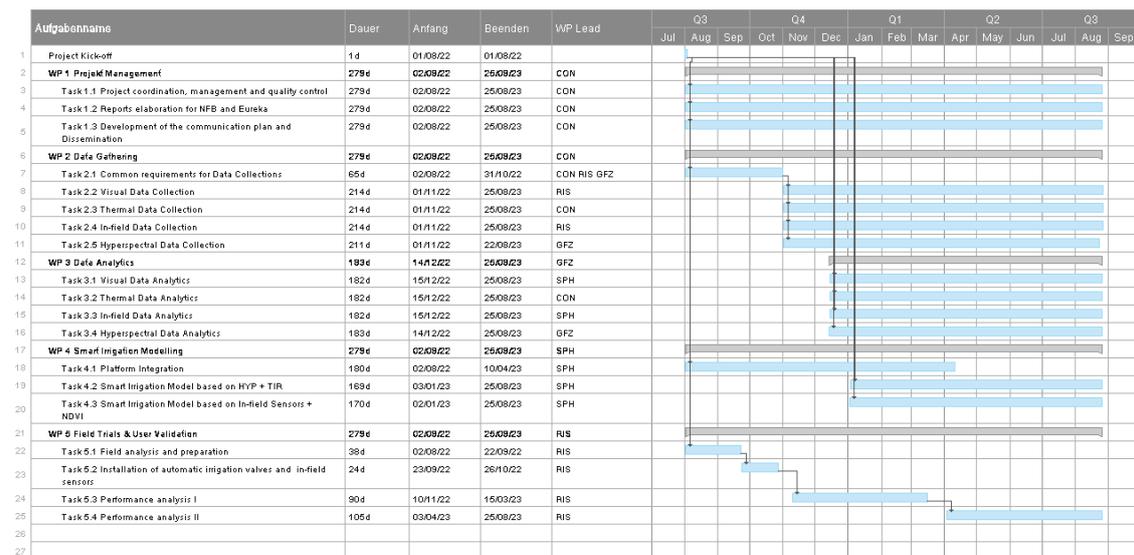
SPHERAG ofrece una combinación innovadora de IoT y servicios en la nube, gracias a la cual los clientes tienen acceso a un ecosistema en la nube que simplifica la migración digital necesaria en la gestión del agua. Esta combinación ha permitido ofrecer servicios en la nube vinculados a los equipos IoT desplegados.

RIS Iberia es una pyme del sector agroalimentario dedicada a los sistemas de riego en agricultura y jardinería, distribuyendo sus soluciones en la Península Ibérica. Centra su actividad de innovación en el desarrollo de sistemas de riego basados en la aplicación de la agricultura inteligente y en la optimización de procesos y consumo de recursos.

Los participantes en este consorcio representan toda la cadena de valor del riego inteligente. Constellr proporciona servicios de monitoreo de temperatura basados en el espacio con un modelo de suscripción a empresas como Spherag IoT, que a su vez, ofrece suscripciones de gestión de cultivos y granjas, proporcionando una solución holística aplicable a cualquier escala, las cuales Ris Iberia conoce perfectamente, al tratar con

agricultores y ganaderos en su día a día, ofreciendo la solución para riego remoto y sensores in-situ, ambos compatibles con la plataforma de Spherag, y GFZ se beneficiará de los contratos industriales y de la posible concesión de licencias.

DIAGRAMA DE GANTT y PAQUETES DE TRABAJO



	sep-22	oct-22	nov-22	dic-22	ene-23	feb-23	mar-23	abr-23	may-23	jun-23	jul-23	ago-23	sep-23	oct-23	nov-23	dic-23
Actividad 1. Gestion del proyecto																
Subtarea 1.1 Coordinación de proyecto, gestión y control de calidad																
Subtarea 1.2 Informes de progreso																
Subtarea 1.3 Desarrollo del plan de comunicación																
Actividad 2. Recopilación de datos																
Subtarea 2.1 Requisitos para la recogida de datos																
Subtarea 2.2 Recogida de datos visuales																
Subtarea 2.3 Recogida de datos de temperatura																
Subtarea 2.4 Recogida de datos en campo																
Subtarea 2.5 Recogida de datos Hiperspectrales (HVP)																
Actividad 3. Ensayos de campo y validación con usuario final																
Subtarea 3.1 Análisis y preparación de los campos																
Subtarea 3.2 Instalación de valvulas de riego automatico, caudalímetro y sensores de campo																
Subtarea 3.3 Análisis del rendimiento I																
Subtarea 3.4 Análisis del rendimiento II																

Aunque el proyecto repartía claramente los trabajos a realizar en el proyecto, los 5 paquetes de trabajo (WP), fueron tratados por todas las empresas del consorcio, siendo liderados por el principal miembro.

En la propuesta y la solicitud del proyecto, los paquetes de trabajo se planificaron asumiendo que el proyecto comenzaría en abril de 2022, sin embargo, el proyecto fue aprobado formalmente para comenzar en agosto de 2022. Según el nuevo inicio de agosto de 2022, los paquetes de trabajo y las tareas se realinearon con el nuevo cronograma en consulta con los socios del consorcio.

La reunión de lanzamiento se llevó a cabo con éxito al inicio del proyecto, y en ella se discutió el esquema del proyecto y el consorcio acordó los objetivos generales y de alto nivel de importancia del proyecto.

En las reuniones iniciales del consorcio se decidieron dos temas importantes. El primero que la zona en la que se había decidido realizar el estudio, Barrax (Albacete) fuera desestimada, dado que los cultivos de la zona son principalmente de secano, cambiando la zona por Castejón (Navarra), en la cual se podían conseguir fincas de regadío más apropiadas a lo que el proyecto necesitaba.

El segundo tema fue el nuevo aplazamiento temporal del proyecto, dado que en el último trimestre del año 2022 no podíamos conseguir fincas con las condiciones necesarias de cultivos para el proyecto. El proyecto pasó entonces a desarrollarse, en la parte de seguimiento de cultivos, desde enero de 2023.



Mapa de España con las localizaciones del proyecto

Dados estos cambios, el consorcio decidió que no era necesario llevar a cabo la parte del proyecto en la que se llevaba a cabo la gestión automática del riego mediante la plataforma de riego inteligente. Uno de los puntos decisivos en esta decisión fue el hecho de poder tener datos solamente de un ciclo de cultivo, y no de varios, por lo que la parte del presupuesto que estaba designada a la gestión del riego inteligente se derivó totalmente a la adquisición del más sensores de humedad y temperatura, que obtuvieran más datos locales de las fincas, y dar más veracidad a los resultados obtenidos al final del proyecto.

RESUMEN EJECUTIVO DE LAS TAREAS

El proyecto se estructuró en varias tareas específicas, cada una dirigida a diferentes aspectos de la investigación y desarrollo. A continuación, se detallan las actividades, los métodos y las tecnologías utilizadas, así como los desafíos y las soluciones implementadas.

WP1. Gestión de Proyectos

Subtarea 1.1: Coordinación, Gestión y Control de Calidad

La gestión del proyecto fue liderada por ConstellR, con una activa participación de todas empresas en todas las reuniones. El objetivo principal fue asegurar una ejecución eficiente y la calidad de las actividades realizadas. Durante las reuniones se discutieron y evaluaron diversas opciones para optimizar la ejecución del proyecto.

Subtarea 1.2: Informes de Progreso

Se han recopilado datos en cada paso para tomar decisiones informadas con respecto a la selección de parcelas para el proyecto. Estos informes de progreso fueron cruciales para mantener informadas a las partes interesadas y garantizar una ejecución fluida del proyecto

Subtarea 1.3: Desarrollo del Plan de Comunicación

El desarrollo de los modelos de recomendaciones de riego proyecto ha sido finalmente implantado en la plataforma de Spherag ofertada a todos sus clientes. Esto posibilita que el desarrollo haya alcanzado el mercado durante la ejecución del proyecto. De esta manera, Ris Iberia ha podido ofertar los modelos de recomendaciones de riego inteligentes para la campaña inmediatamente posterior a la finalización del proyecto (año 2024). De esta manera, se han abaratado los costes de distribución e integración en el mercado al poder incluir dichas nuevas funcionalidades en el plan de comunicaciones comerciales planificado por Ris Iberia.

Lamentablemente, no se ha avanzado en el aspecto comunicativo del proyecto. El desarrollo de un plan de comunicación sólido es esencial para una gestión eficaz de los proyectos y la participación de las partes interesadas. En los próximos meses, se realizarán intercambios de datos entre Spherag<>Constellr y GFZ<>Constellr de manera similar, para planificar una campaña de comunicación coherente a todos los mercados europeos que se pretende alcanzar.

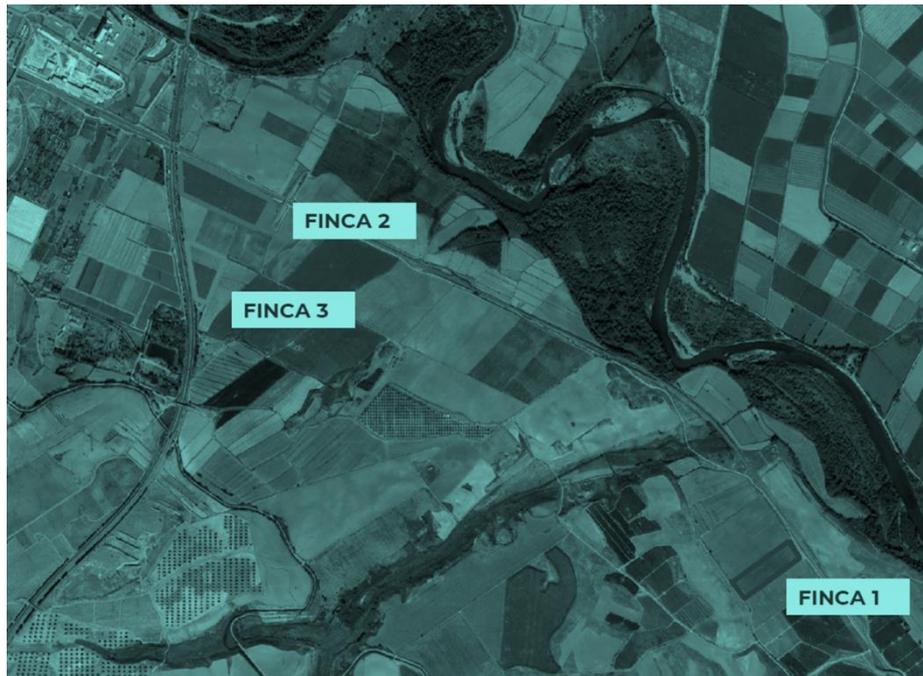
WP2. Recogida de Datos

Subtarea 2.1: Requisitos de Recopilación de Datos

Ris Iberia seleccionó y preparó las parcelas de acuerdo con las especificaciones que el proyecto necesitaba. Se localizaron las fincas que podrían entrar a formar parte del proyecto desestimando las que estaban pensadas en la zona de Barrax (Albacete), debido a sus buenas condiciones para la toma de imágenes hiper-espectrales, cambiándolas por otras más cercanas en Castejón (Navarra) con mejores condiciones.

Como se ha explicado también anteriormente, dicha decisión se tomó dados los siguientes condicionantes:

- Cercanía a las oficinas centrales de Ris Iberia en Zaragoza, a apenas 100 km de las fincas. Las fincas de Barrax estaban situadas a más de 400km.
- Las fincas por seleccionar en Castejón tendrían cultivos de regadío hortícola desde abril hasta septiembre, y no como en Barrax que era una zona predominantemente cerealista, incluso con zonas sin riego.



Fincas seleccionadas para el proyecto

Además, se capacitó tanto al administrador de la parcela como a los diferentes operarios, en el manejo de los dispositivos instalados, para facilitar su correcto funcionamiento y mantenimiento, e incluso en la correcta recopilación de la información para enviarla al consorcio, en el caso de que fuera necesario.

Subtarea 2.2: Recopilación de Datos Visuales

Los técnicos de Ris Iberia fueron los encargados de asegurar durante todo el proyecto, que los datos que se estaban recogiendo por todos los sensores e imágenes satelitales, fueran acordes a la realidad, estando alineados en todo momento con las observaciones visuales en las parcelas.

Spherag, en primer lugar, creó un gemelo virtual de la finca en la plataforma Spherag y se dibujaron los sectores/campos. Gracias a este gemelo, de forma continua durante las semanas sucesivas del proyecto se obtuvieron los datos NDVI necesarios para implementar en los modelos de recomendación.

Por otro lado, GFZ y Constellr se encargaron de una manera también continua de realizar los vuelos de dron para poder posteriormente ser implementados en la plataforma Spherag

Subtarea 2.3: Recopilación de Datos de Temperatura

Principalmente, los datos térmicos se recopilaban con un dron térmico, que realizaba vuelos regularmente, cada cuatro días, para alinearlos con los pasos elevados de los satélites Sentinel 2A y Sentinel 2B.

Además, la temperatura de control se recopiló mediante un sensor térmico sin contacto al mismo tiempo que los vuelos de los drones. Los vuelos de drones se llevaron a cabo ± 3 horas de los pases de Sentinel 2 para aumentar la calidad de la correlación de los datos de drones con los datos satelitales.

Aparte de eso, los datos de temperatura del suelo y del ambiente se recopilaban utilizando los equipos Atlas de la empresa Spherag. Los dispositivos Atlas registraron datos con precisión durante toda la duración del proyecto. Ris Iberia se encargó de que los equipos se mantuvieran en óptimas condiciones para el registro de datos.

Subtarea 2.4: Recopilación de Datos de Campo

Los equipos Atlas, para la medición de datos de Humedad y Temperatura de Suelo y ambiente, fueron instalados en las fincas por parte del personal de Ris Iberia y de Spherag.

También el equipo de Ris Iberia fue el encargado de que se mantuvieran en condiciones óptimas para garantizar la precisión en la recopilación de datos durante todo el proyecto. Ris Iberia tomó medidas para asegurar el buen funcionamiento de estos equipos



Equipo Atlas con sensores Temp. y humedad

Subtarea 2.5: Recopilación de Datos Hiperespectrales

Se decidió cambiar las fincas de Barrax (Albacete) a Castejón (Navarra) para una mejor recolección de datos. Ris Iberia validó esta decisión basándose en la idoneidad de las nuevas ubicaciones para las mediciones hiperespectrales.

Una vez establecidas dichas fincas agrícolas, se obtuvieron datos HYP tomados por el satélite PRISMA que había sido testeado previamente en la primera anualidad.

WP 3. Análisis de datos

Subtarea 3.1. Análisis de datos visuales.

Todos los socios del consorcio realizaron un seguimiento continuo durante las reuniones, de todos los datos que iban siendo tomados de manera diaria por los satélites, para asegurar que no había incoherencias en los mismos y poder solucionar posibles problemas ocasionados por la falta de lecturas por parte del satélite.

Subtarea 3.2 Análisis de datos térmicos.

Tras varios ajustes previos de la anualidad anterior, los datos de los drones en los campos finales pudieron ser tomados sin mayor inconveniente. Para el análisis de estos datos, los expertos del consorcio los compararon con el resto de los datos obtenidos basándose en sus conocimientos técnicos y las pruebas realizadas previamente en la anualidad 2022, asegurando que no había desviaciones.

Subtarea 3.3 Análisis de datos en campo.

En base a los resultados obtenidos en la primera anualidad, donde se definió que los sensores debían ser calibrados para cada tipo de suelo, los sensores debían distribuirse de forma uniforme en el campo cubriendo la mayor cantidad posible de espacio (laterales y centro del campo) y debían ser colocados cubriendo el sistema radicular de las plantas, en el caso del cultivo de tomate entre 10-30cm.

Siguiendo estas premisas, los sensores se instalaron en el campo cumpliendo todas las necesidades citadas.

Una vez iniciada la campaña de riego, se hizo un seguimiento continuo con una frecuencia superior a la semanal por parte de Spherag de los datos registrados por los sensores en la plataforma Spherag, evaluando la correcta medición de los datos. Esta evaluación se llevó a cabo gracias a una correcta comunicación con el agricultor, quien aportó su experiencia y conocimiento de los cultivos, en base a sensores instalados en otras condiciones y áreas de clientes de Spherag o colaboradores suyos y en base a los datos obtenidos en la anualidad 2022.

Subtarea 3.4 Análisis de datos Hiperespectrales (HYP).

Esta actividad fue liderada por GFZ Potsdam, apoyados por Spherag en su evaluación de los datos, para coordinar las actividades ejecutadas en la toma de estos y que los datos obtenidos fuesen adecuados para su introducción en los modelos de recomendación. De esta forma, la implementación posterior de los datos en los modelos fue muy sencilla.

En general, se puede calificar esta actividad con muy buena nota puesto que los datos obtenidos fueron precisos desde el momento inicial y esto facilitó mucho el trabajo conjunto de todas las partes del consorcio en la ejecución de las tareas.

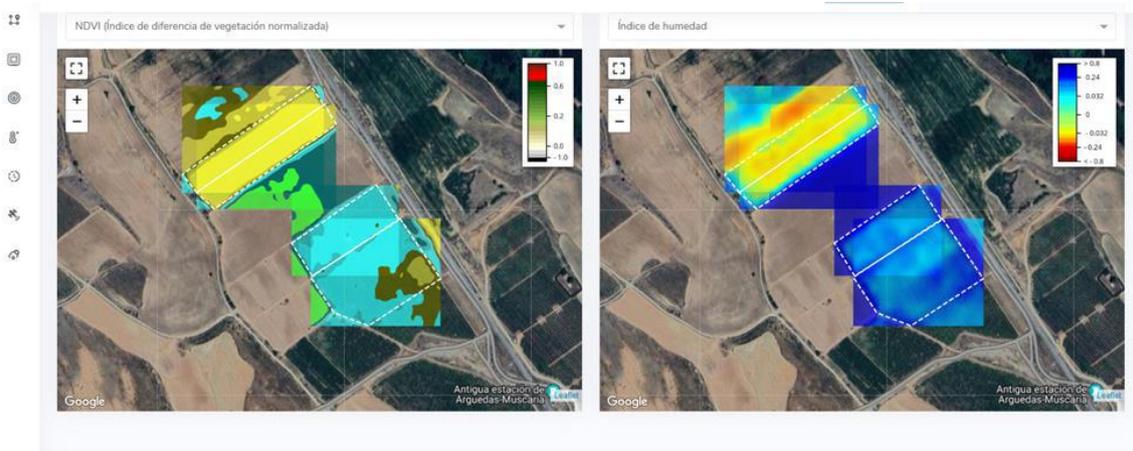
WP4. Modelo de riego inteligente.

Subtarea 4.1 Integración en la plataforma.

El equipo de Spherag fue quien se encargó de prácticamente todo el trabajo relacionado con la integración de todos los datos, tanto los tomados por los sensores locales como por las imágenes satelitales.

En el Font-end de dicha plataforma se crearon diferentes paneles que permitirán al usuario hacer una correcta interpretación de los datos. Se crearon 3 nuevas secciones en la plataforma Spherag:

1. visualización y comparación de índices NDVI, NDWI y humedad del suelo.
2. análisis y comparación de los datos de humedad y temperatura de suelo
3. visualización del estado actual de la recomendación de riego.



Panel de visualización de índices NDVI, NDWI y humedad de suelo.

Todos los paneles han sido diseñados teniendo en cuenta las experiencias de diferentes usuarios de la plataforma de riego de Spherag, y a las impresiones del encargado de las fincas del proyecto, que ha liderado la gestión de riego a pie de campo. De esta forma, se ha ejecutado una integración basada en el usuario, que permite crear una tecnología accesible para todo el mundo sin necesidad de unos grandes conocimientos tecnológicos.

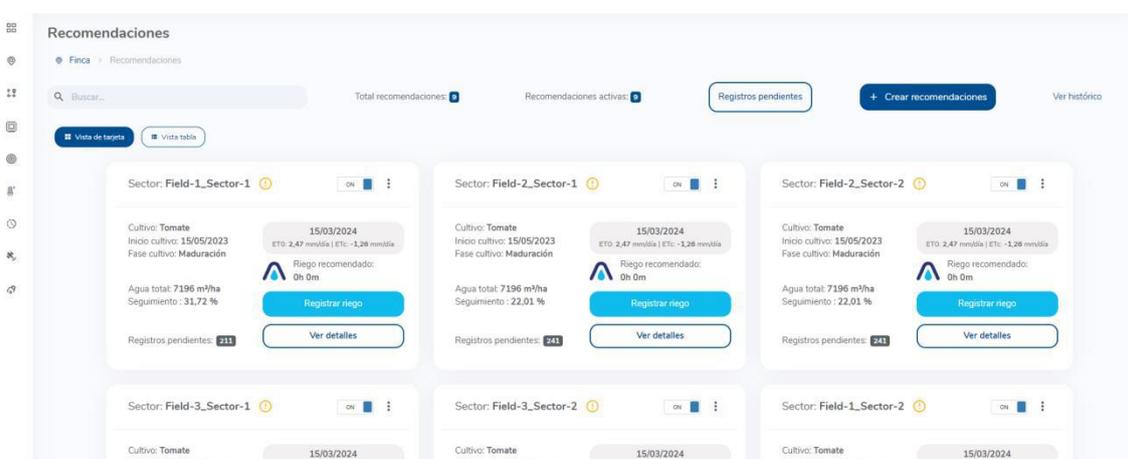


Panel de visualización de datos de sensores locales.

Subtarea 4.2 Modelo de riego inteligente basado en HYP + TYR.

Dentro de la misma recomendación de riego creada en la anterior subtarea, se desarrolló un apartado para introducir los datos de este nuevo modelo. Gracias a las imágenes HYP+TYR se calcularon los datos de evapotranspiración (ETc y ET0) que, mediante la importación en la plataforma a través de un Excel, que generaba ConstellR, proporcionaban al agricultor el tiempo a regar tras su procesamiento en los algoritmos calculados en el back-end de la plataforma.

De este modo, aunque en cada campo se aplicase una recomendación de riego, el agricultor y los socios del consorcio pudimos ver las variaciones entre las cantidades de agua aportadas en cada parcela.



Panel de recomendaciones de riego

Subtarea 4.3 Modelo de riego inteligente basado en sensores de campo + NDVI.

A la hora del desarrollo de los modelos de riego, se invirtió el orden de las subtareas, desarrollando en primer lugar el modelo de riego inteligente basado en sensores y datos NDVI y posteriormente el otro modelo (imágenes TIR e HYP).

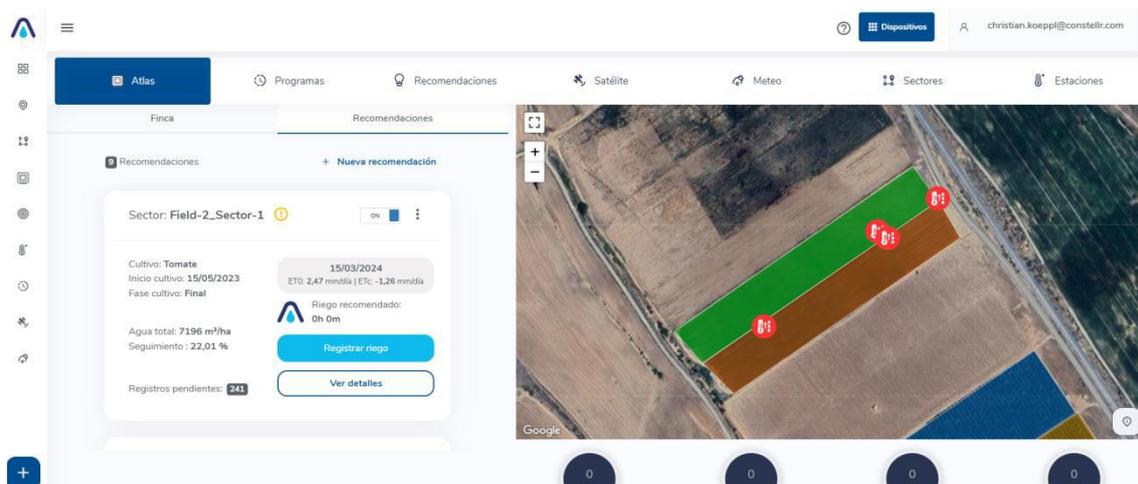
Mediante la revisión de bibliografía científica previa, como la fórmula de Jensen Haise y su desarrollo, se diseñaron y desarrollaron los algoritmos necesarios para ejecutar esta recomendación de riego.

Como datos de entrada, se establecieron entre otros los siguientes parámetros:

- Tipo de suelo
- Tipo de cultivo
- Humedad y temperatura del suelo

- Índice NDVI
- Caudal del sistema de riego
- Registro de riegos
- Fases del cultivo

Una vez introducidos todos estos datos, se comenzó a trabajar con el modelo de recomendación. Este modelo junto con la aportación continua de los datos obtenidos de forma tanto manual (registro de riegos) como automática (lecturas de sensores, lluvias registradas...), era capaz de proporcionar al agricultor la cantidad de tiempo que debía regar de manera diaria, así como los valores de ETC y ET0 del campo y la capacidad del campo. Valores cruciales para la interpretación del estado del campo.



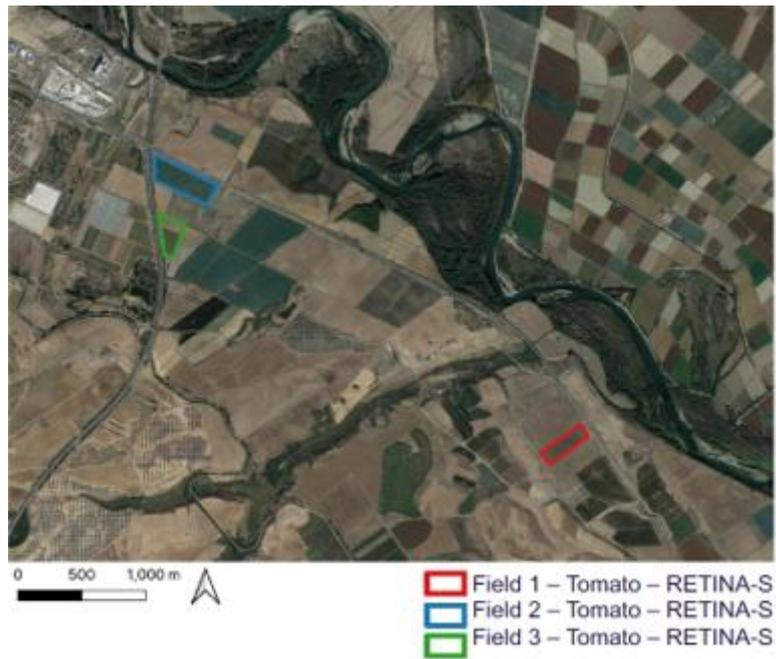
Dashboard con recomendaciones de riego y sectores.

WP5. Prueba de Campo y Validación del Usuario Final

Subtarea 5.1: Análisis y Preparación de Campo

El proceso de selección de campo se basó en varios factores:

- Usabilidad satelital: Garantizar la compatibilidad con imágenes infrarrojas térmicas (TIR) de la zona de las parcelas.
- Homogeneidad del suelo: Elección de parcelas con características de suelo consistentes.
- Consistencia del recorte: Selección de campos con el mismo tipo de recorte y forma para facilitar la toma de imágenes.
- Alineación de la infraestructura: Utilización de la infraestructura y las metodologías de riego existentes en las fincas, dado que no se iban a implementar las tecnologías para el riego inteligente.



Fincas del proyecto en Castejón

Subtarea 5.2: Instalación de Equipos de Monitoreo

Previo al inicio del riego en las parcelas, el consorcio realizó el estudio sobre los lugares más idóneos para la colocación de los diferentes sensores. Una vez decididos, el equipo de Ris Iberia, juntamente con el de Spherag, realizaron la instalación de los equipos Atlas y los diferentes sensores de humedad y temperatura ambiente y de suelo.

Estas instalaciones facilitaron la recopilación precisa de datos relacionados con parámetros hidráulicos, ambientales y de suelo. Los datos de todos los sensores instalados fueron recogidos a través de la plataforma Spherag. se aumentarán con las aportaciones del agricultor.



Instalación de equipos Atlas en las parcelas

En cuanto a la toma de datos de riego, tal y como se ha explicado anteriormente se decidió no instalar ni las válvulas de riego automático ni los medidores de flujo, aumentando así el número de dispositivos Atlas para recopilar datos sobre la temperatura del suelo, la humedad y la humedad y temperatura ambiental.

Esto se decidió porque se consideró que un ciclo de cultivo era insuficiente para proporcionar datos estadísticamente útiles sobre el riego que se correlacionaran con el rendimiento de los cultivos. La decisión de recopilar más datos sobre la humedad y la temperatura del suelo sirvió para ofrecer una resolución más alta para ayudar a correlacionar el estado de la disponibilidad/estrés hídrico con la salud de las plantas

Subtarea 5.3: Análisis del rendimiento I

Esta subtarea pretendía llevar a cabo el análisis de las distintas estrategias de riego/escenarios, implementados en cada campo, en términos de rendimiento de cultivo, energía y consumo de agua. Todas las bombas y válvulas de riego deberían haber estado conectadas a la plataforma desarrollada por RIS y Spherag, por lo que el consumo de agua de agua y energía estarán monitorizados.

Tal y como se ha explicado anteriormente, se decidió por parte de todo el consorcio, no realizar la instalación de equipos de automatización de riego, ni de lectura de consumos de energía o agua, por lo que no se realizó una comparación entre los datos recogidos entre las 3 fincas, pero en su lugar se pudieron obtener mayor número de datos de los sensores locales, al tener mayor número de referencias, de cara a la comparativa en los datos TIR e HYP.

Al ser el consumo de agua, uno de los valores importantes del proyecto, se mantuvo por parte de RIS y de Spherag, un contacto constante con los responsables de las fincas, para conocer los datos de consumos de agua, y poder introducirlos a mano, en la plataforma desarrollada.

Subtarea 5.4: Análisis del rendimiento II

Para poder completar esta tarea, se necesitaba de mayor tiempo de proyecto, como se ha explicado anteriormente.

El consorcio consideró que un ciclo de cultivo era insuficiente para proporcionar datos estadísticamente útiles, por lo tanto, se necesitan más ciclos de crecimiento y riego de los cultivos para obtener resultados definitivos. Sin embargo, ha habido una fuerte correlación entre el estrés hídrico detectado a través de los datos térmicos recopilados por los drones térmicos y la salud y el rendimiento de los cultivos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que se necesitan más datos para llegar a una conclusión definitiva.

Los rendimientos económicos, basados en los rendimientos del cultivo vs los costes de consumos, no van a poder tenerse en cuenta en las conclusiones del proyecto, pero sí que se han tenido en cuenta para el desarrollo de la plataforma de recomendaciones basadas en las imágenes hiperespectrales que se ha podido desarrollar.

A pesar de tener solo un ciclo de cultivo, se obtuvo una fuerte correlación entre el estrés hídrico detectado por los datos térmico y el rendimiento de los cultivos.

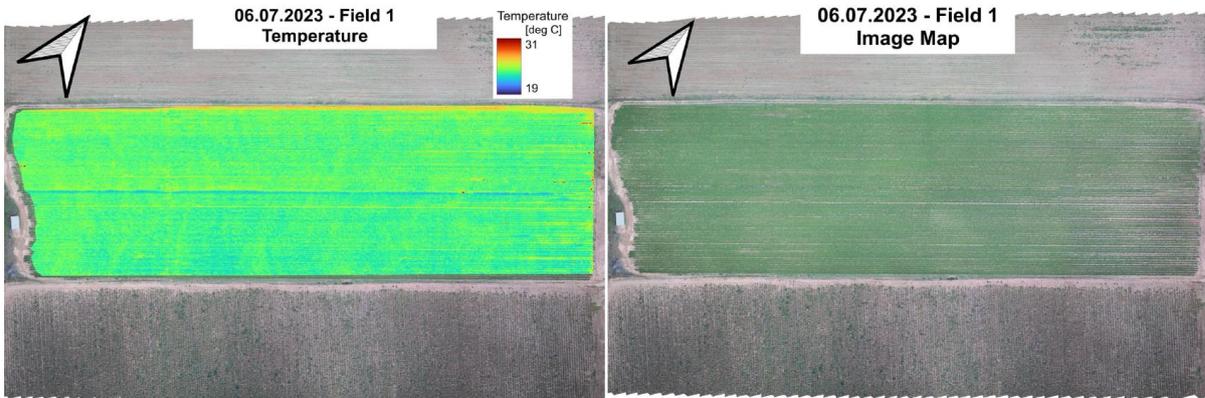
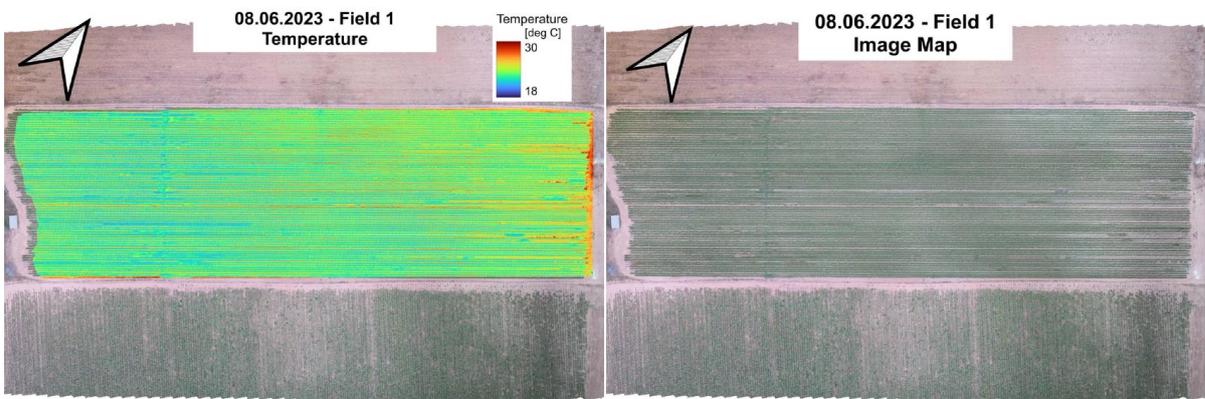
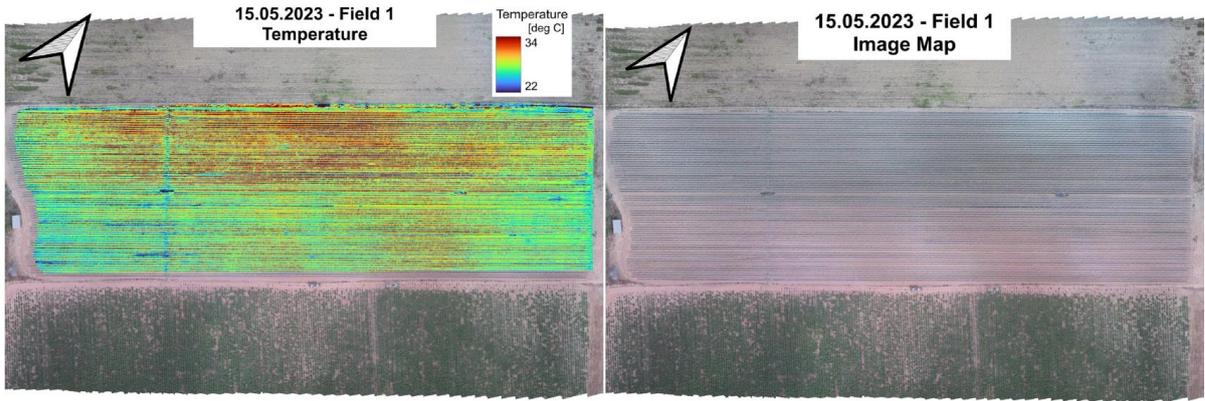
CONCLUSIONES DEL PROYECTO

El proyecto llevado a cabo por el consorcio avanzó significativamente a pesar de algunos desafíos técnicos y temporales. La recopilación y análisis de datos, junto con la instalación de equipos de monitoreo, permitieron obtener información valiosa sobre las condiciones de las parcelas y el rendimiento de los cultivos.

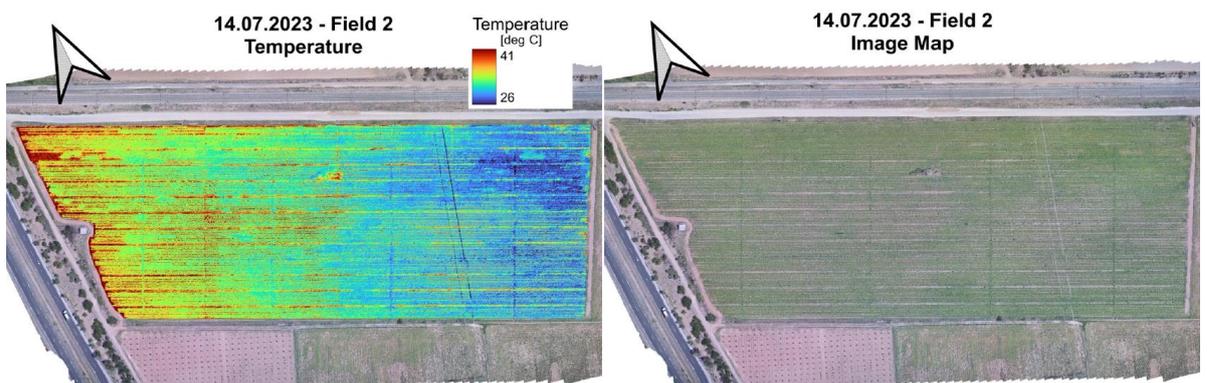
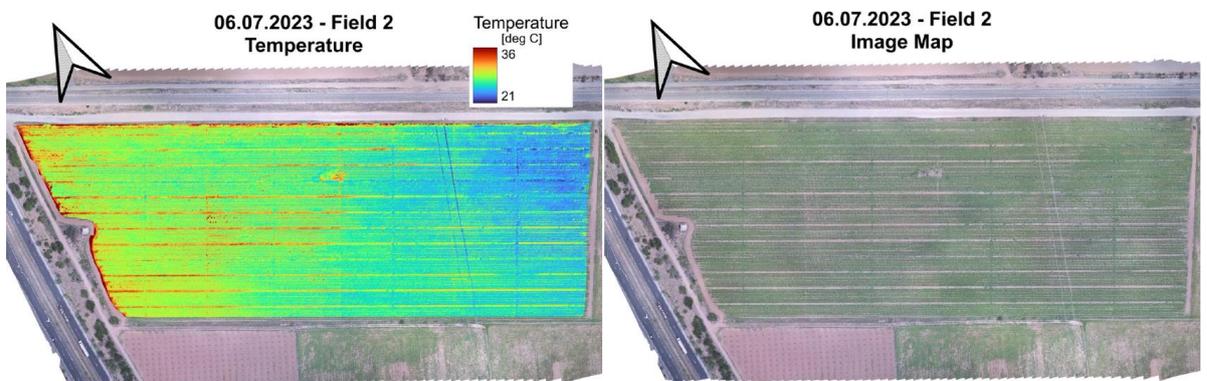
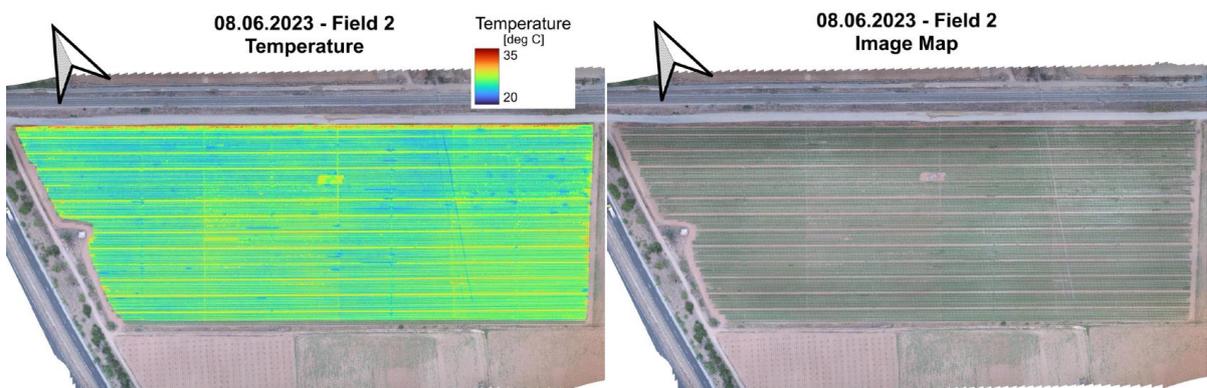
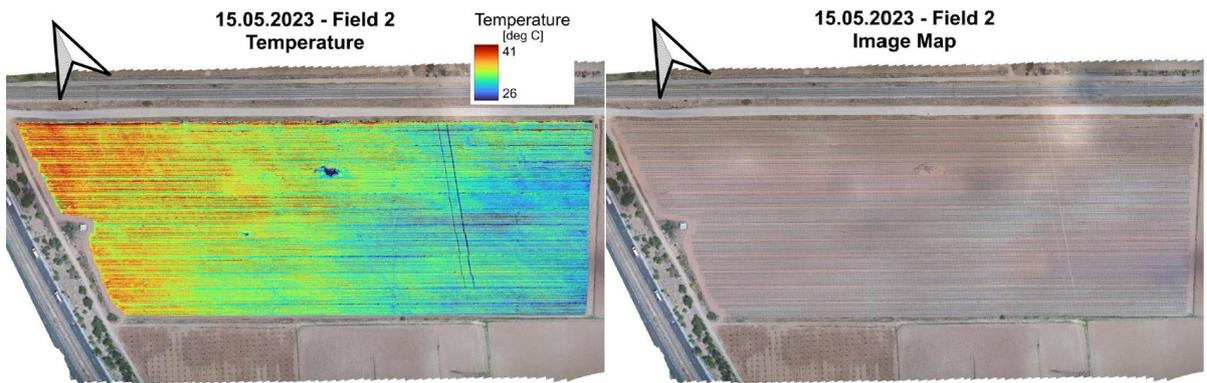
Una vez tomados los datos, de una forma continua se realizó el análisis de estos. Esto no supuso ninguna complicación, los datos obtenidos fueron precisos gracias a la previa calibración y evaluación de todos los materiales.

Podemos decir con cierta confianza que podemos derivar una buena correlación entre el LST y la salud/rendimiento del cultivo. Las imágenes de abajo muestran series temporales de uno de los tres campos donde se pueden ver las imágenes térmicas y visuales una al lado de la otra. Se puede observar que las áreas con mayor temperatura en las imágenes térmicas también corresponden a suelos más desnudos y menos áreas verdes.

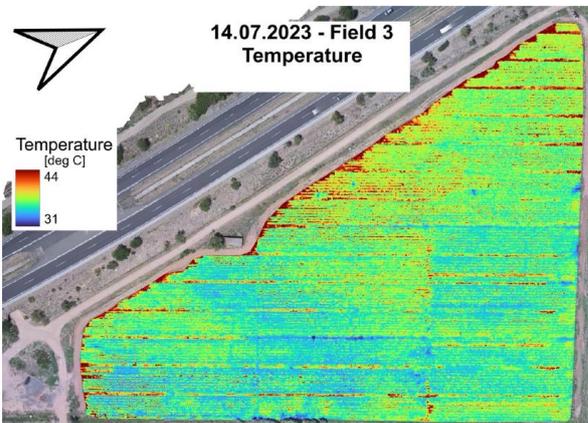
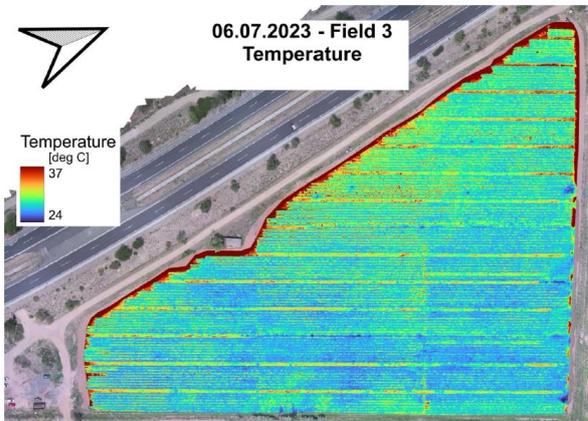
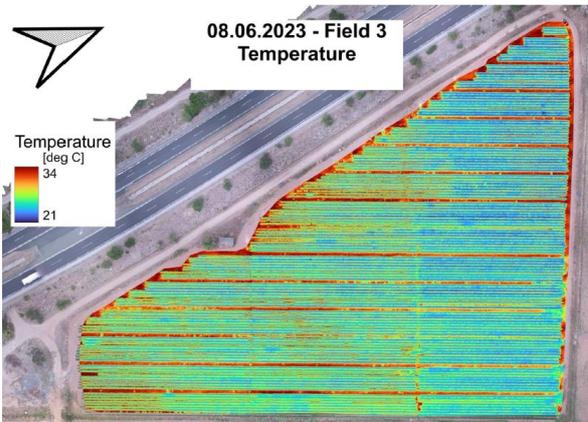
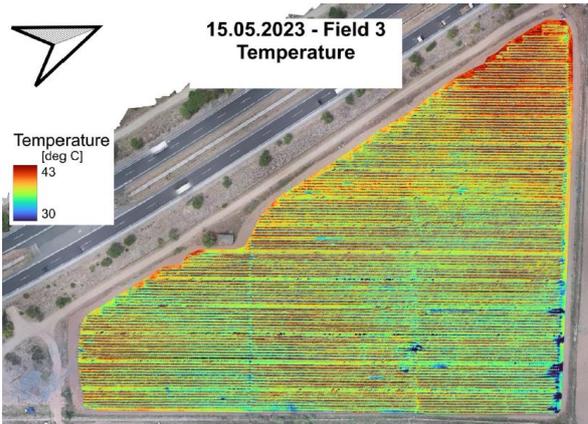
Parcela 1



Parcela 2

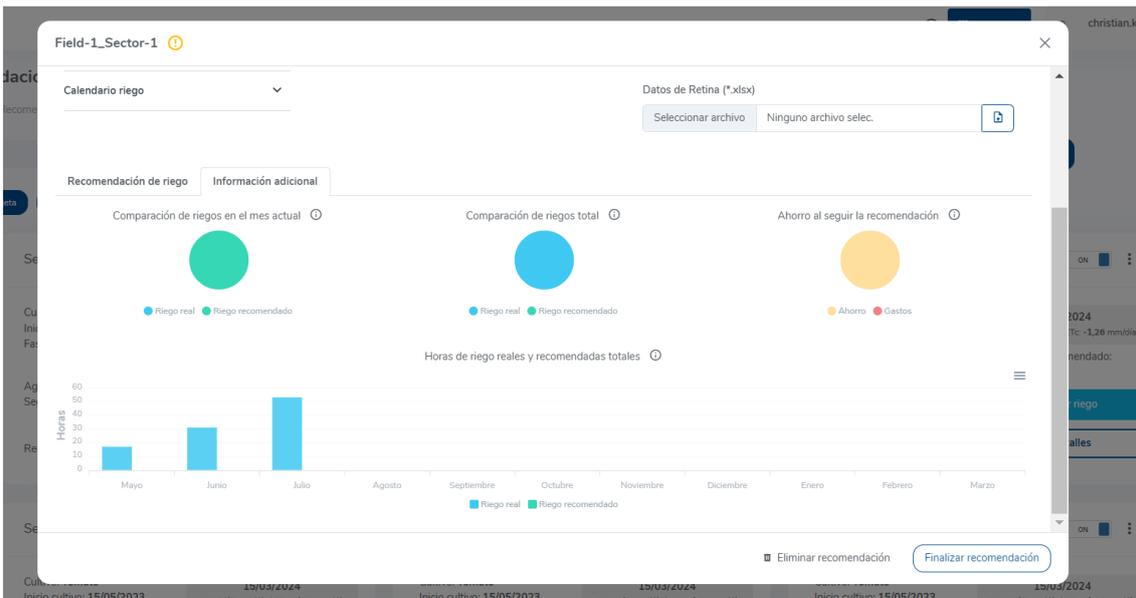


Parcela 3

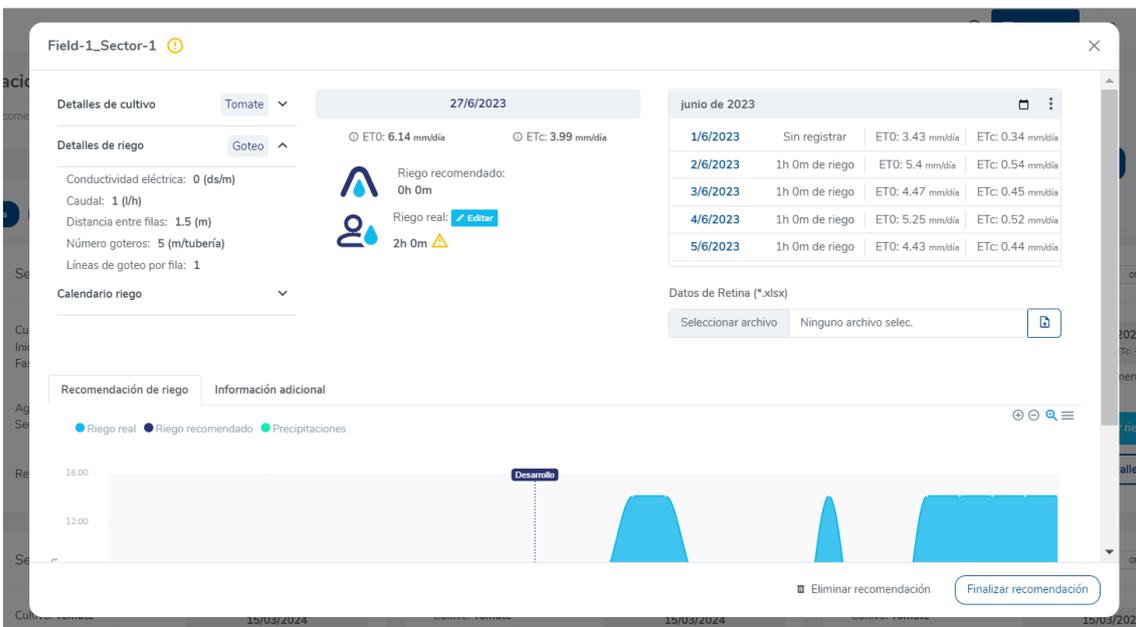


Los modelos de recomendación han sido desarrollados cumpliendo los hitos establecidos según el diagrama de Gantt para el año 2023 y se han conseguido todos los resultados/objetivos:

- Integración de todos los datos (los dos modelos de recomendación, índices NDVI, datos de sensores de humedad...)
- Desarrollo, integración de ambos modelos de recomendación.
 - Basados en sensores locales y datos NDVI
 - Basados en imágenes TIR e HYP



Introducción manual de datos de cultivo en plataforma



Vista de la sección de la plataforma de recomendación de riego

Las desviaciones del plan original fueron manejadas de manera efectiva, asegurando el cumplimiento de los objetivos del proyecto. Estas desviaciones se hubieran corregido, y se recomienda para futuros estudios, modificando el tiempo de ejecución del proyecto. El proyecto debió de comenzar en agosto de 2022, pero nos encontramos con falta de cultivos que hicieron retrasar unos meses el inicio. Seleccionando con anterioridad las parcelas, se hubiera podido conseguir 2 ciclos de cultivo, y de esta manera obtener resultados cuantitativos referentes al rendimiento.