

INFORME TÉCNICO FINAL

Proyecto:

MONITORIZACIÓN REMOTA Y TEMPRANA DEL ESTRÉS HÍDRICO MEDIANTE LA TEMPERATURA Y EL CONTENIDO DE AGUA EN EL SUELO CON SATÉLITES PARA LA AGRICULTURA

ACRÓNIMO: RETINA-S

NÚMERO DE EXPEDIENTE Y PROYECTO: EXP 00157077/CIIP-20221048

Apartados:

1. Descripción del proyecto.
2. Cronograma y paquetes de trabajo
3. Objetivos del proyecto.
4. Resumen de las actividades realizadas.
5. Resultados y conclusiones.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

A través del proyecto RETINA-S se pretende evaluar la capacidad de la teledetección de próxima generación para proporcionar un sistema de detección de estrés hídrico rápido y fiable, que se utilizará dentro de las aplicaciones de riego inteligente. Esto es crucial ya que mejorar la eficiencia agrícola es esencial para alimentar a una población en crecimiento y tener unos sistemas de producción sostenibles. Además, el estrés hídrico de los cultivos es uno de los factores más importantes que afectan negativamente la producción de alimentos, produciendo el uso excesivo de recursos.

Para poder llevarlo a cabo, el proyecto RETINA-S ha sido desarrollado por un consorcio que incluye dos entidades alemanas (ConstellR GmbH y Helmholtz Center Potsdam German Research Center for Geosciences - GFZ) y dos empresas españolas (Ris Iberia y Spherag Teck IoT). Cada entidad aportó conocimientos especializados en las diferentes áreas necesarias para el proyecto, como la adquisición de datos de estrés hídrico y suelo a través de sensores locales e imágenes satelitales en fincas agrícolas, el análisis y tratamiento de los datos obtenidos, el desarrollo de algoritmos de riego inteligente, y la implantación de sistemas de riego automáticos.

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 (AWS), 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.

CRONOGRAMA 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
Actividad 1. Gestión de 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 hiperespectrales (HYP)													
Actividad 3. Análisis de datos													
Subtarea 3.1. Análisis de datos visuales													
Subtarea 3.2 Análisis de datos térmicos													
Subtarea 3.3 Análisis de datos en campo													
Subtarea 3.4 Análisis de datos hiperespectrales (HYP)													
Actividad 4. Modelo de riego inteligente													
Subtarea 4.1 Integración en la plataforma													
Subtarea 4.2 Modelo de riego inteligente basado en HYP + TYR.													
Subtarea 4.3 Modelo de riego inteligente basado en sensores de campo + NDVI													

Ilustración 1. Cronograma de actividades del proyecto.

En la presentación de la solicitud del proyecto, el proyecto se planificó asumiendo que proyecto comenzaría en abril de 2022, sin embargo, 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.

Durante las reuniones iniciales del consorcio se decidieron dos temas importantes.

En un inicio se decidió realizar el estudio en la zona de Barrax (Albacete), sin embargo, esta fue desestimada, puesto que los cultivos de la zona son principalmente de secano. Por ello, posteriormente se cambió a la zona de Castejón (Navarra), en la cual se pudieron conseguir fincas de regadío más apropiadas al proyecto necesitaba.



Ilustración 2. Localización de las fincas del proyecto.

Por otro lado, fue necesario llevar a cabo un 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, debido a la estación del año, otoño-invierno. El proyecto pasó entonces a desarrollarse durante la campaña de cultivo del año 2023, aunque el desarrollo tecnológico y la calibración de equipos de medición sí que pudo realizarse en otros entornos controlados.

Debido a estos cambios, el consorcio decidió no llevar a cabo la automatización completa de la instalación de riego. El hecho de poder tener datos solamente de un ciclo de cultivo, y no de varios, fue uno de los factores principales que motivó esta decisión, 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 datos locales en tiempo real del terreno, dando más veracidad a los resultados obtenidos al final del proyecto.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo general del proyecto y también para Spherag era evaluar la capacidad de la teledetección de próxima generación para proporcionar un sistema de detección de estrés hídrico mucho más rápido y fiable, que se utilice dentro de las aplicaciones de riego inteligente y que pueda integrarse en las válvulas de control de la empresa.

Además, los objetivos específicos que planteaba el proyecto RETINA-S son:

- **Evaluar el uso de imágenes de infrarrojos térmicos (TIR):** Para detectar la escasez de agua de manera más eficiente que los modelos actuales.
- **Validar el uso de imágenes hiperespectrales (HYP):** Para medir con precisión el contenido de agua en la vegetación y el suelo.
- **Desarrollar y validar un modelo de riego inteligente:** Basado en datos TIR e HYP, integrándolos en las plataformas de gestión de riego actuales.
- **Automatizar los sistemas de riego:** Facilitando la colaboración con empresas que ofrecen válvulas automáticas, aumentando así la penetración de mercado.

Con el alcance de estos objetivos, se pretendía que el proyecto RETINA-S contribuyese significativamente a la eficiencia del uso del agua en la agricultura, mejorando el rendimiento de los cultivos y reduciendo las ineficiencias. Además, apoyan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 2 (Cero Hambre) y 12 (Producción y Consumo Responsables), posicionando a las empresas del consorcio como referentes tecnológicos en el sector agrícola.

RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES

El proyecto presentado en la convocatoria Eurostars, se estructuraba en 5 Paquetes de Trabajo: WP1. Project management; WP2. Data gathering; WP3. Data analytics; WP4. Smart irrigation modelling; WP5. Field Trials & user validation.

Sin embargo, Spherag está implicada en la implementación de 4 de ellos. Por lo que el proyecto *Monitorización remota y temprana del estrés hídrico mediante la temperatura y el contenido de agua en el suelo con satélites para la agricultura* se estructura en las siguientes cuatro actividades principales:

- Actividad 1. Gestión de proyecto
- Actividad 2. Recopilación de datos
- Actividad 3. Análisis de datos
- Actividad 4. Modelo de riego inteligente.

ACTIVIDAD 1. Gestión de proyecto.

Responsable: ConstellR

Objetivos de la Actividad 1:

- Objetivo 1.1. Gestionar y coordinar eficazmente el proyecto.
- Objetivo 1.2. Garantizar los objetivos a largo plazo del proyecto.
- Objetivo 1.3. Gestionar las contingencias en caso de problemas o conflictos.
- Objetivo 1.4. Gestionar las actividades de comunicación.
- Objetivo 1.5. Informar sobre el progreso del proyecto completo de Eurostars.

Subtarea 1.1. Coordinación de proyecto, gestión y control de calidad.

El líder de esta actividad ha sido Constellr, pero tanto Spherag como el resto de los miembros, han participado activamente en todas las reuniones y comunicaciones de seguimiento realizadas.

Subtarea 1.2. Informes de progreso.

Spherag ha proporcionado toda la información necesaria para la realización de estos informes de progreso tanto en la plataforma Eureka como en la plataforma del CDTi, asegurando que la documentación era presentada en los plazos establecidos.

Subtarea 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, Spherag ha podido ofertar sus modelos de recomendaciones de riego inteligentes para la campaña inmediatamente posterior a la finalización del proyecto (año 2024). Así, 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 de la compañía.

ACTIVIDAD 2. Recopilación de datos.

Responsable: ConstellR

En esta actividad, se recopilaron los datos necesarios para alimentar los dos modelos de recomendación de riego de riego realizados durante el proyecto, el primero fue el de referencia (solución actual con datos NDVI y sensores locales) y el segundo será el enfoque novedoso que incluye conjuntos de datos no disponibles anteriormente (RETINA-S, datos TIR y la información HYP).

Objetivos de la Actividad 2:

- Objetivo 2.1. Adquisición de datos de estrés hídrico mediante tecnologías convencionales (NDVI) y enfoque RETINA-S (imágenes TIR)
- Objetivo 2.2. Adquisición de datos del estado del suelo mediante tecnologías convencionales (sensores) y enfoque RETINA-S (HYP).

Subtarea 2.1. Requisitos para la recogida 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, dicha decisión se tomó dados los siguientes condicionantes:

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



Ilustración 3. Localizaciones del 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: Recogida 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 creó un gemelo virtual de la finca a través de la plataforma Spherag y se dibujaron los sectores/campos a estudiar. 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. Para estas subtareas se realizaron un total de 5 vuelos de test de dron gobernados por Constellr en las posibles fincas comentadas en la zona de Barrax alineados con el paso de los satélites. A pesar de que finalmente esta no fue la zona seleccionada, esta toma de datos permitió ajustar las herramientas para aumentar la precisión en la toma de datos térmicos y satelitales en los emplazamientos finales del proyecto, donde los vuelos se realizaron de forma continua durante los meses de cultivo.

Subtarea 2.3: Recogida de datos de Temperatura.

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 y de manera continua durante toda la duración del proyecto. Ris Iberia y Spherag se encargaron de que los equipos se mantuvieran en óptimas condiciones para el registro de datos.

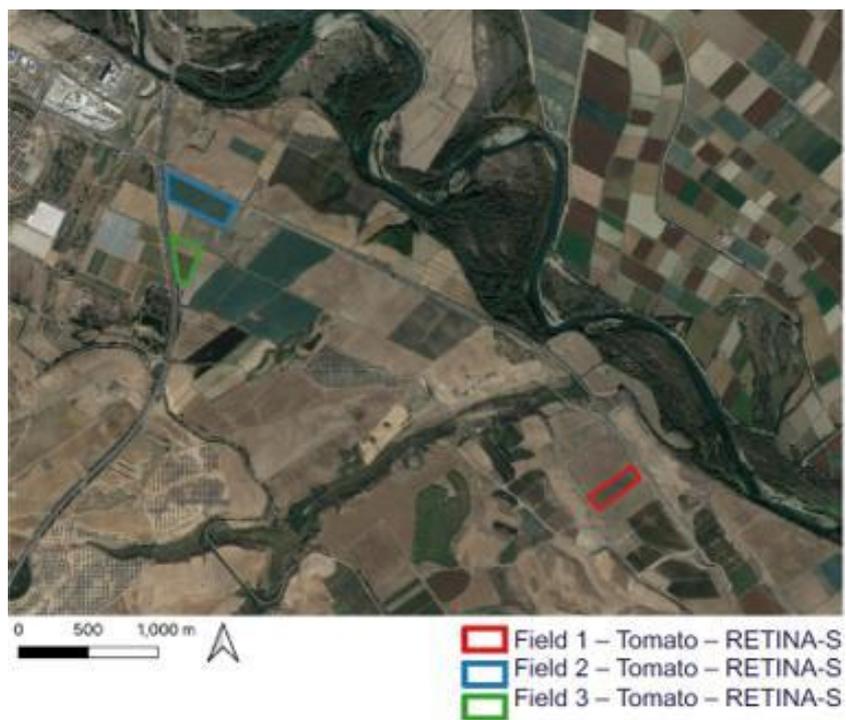


Ilustración 4. Fincas del proyecto.

Subtarea 2.4 Recogida de datos en campo.

En un primer viaje a las fincas, se instalaron 11 dispositivos electrónicos Atlas que gracias a los sensores de suelo y ambiente conectados a los mismos recopilaban los datos en campo durante toda la campaña de riego, monitorizando en tiempo real desde el momento de su instalación la realidad del suelo.

En un viaje posterior dedicado a realizar mantenimiento, Spherag por la parte de las telecomunicaciones se aseguró de que los equipos Atlas que recopilaban los datos estuvieran en perfectas condiciones, sin interferencias y problemas con los operadores móviles para que el proyecto no sufriese ningún inconveniente.



Ilustración 5. Instalación de equipos Spherag.

Subtarea 2.5 Recogida de datos hiperespectrales (HYP).

Una vez establecidos los campos agrícolas, se obtuvieron datos HYP tomados por el satélite PRISMA que había sido testeado previamente en la primera anualidad.

Actividad 3. Análisis de datos

Responsable: GFZ Potsdam

En esta actividad se analizaron y validaron las diferentes fuentes de datos implementadas en la Actividad 2.

Objetivos de la Actividad 3:

- Objetivo 3.1. Validar los datos satelitales y procedentes de drones.
- Objetivo 3.2. Verificar la posición y profundidad óptimas para la colocación de sensores, de forma que se optimice el gasto en equipos.

Subtarea 3.1. Análisis de datos visuales.

Todos los socios del consorcio colaboraron para realizar un seguimiento continuo durante las reuniones semanales de los datos que iban siendo tomados de manera diaria y autónoma por los satélites para asegurar que no había incoherencias en los mismos y poder solucionar posibles problemas ocasionados de posibles no lecturas erróneas por parte del satélite.

Subtarea 3.2 Análisis de datos térmicos.

Con los 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. Por parte de Spherag, se colaboró en la ratificación de estos datos durante las reuniones de seguimiento, ampliando además los conocimientos en el tema agrícola sobre la evolución del cultivo.

Subtarea 3.3 Análisis de datos en campo.

En base a los resultados obtenidos en la primera anualidad, se definió que los sensores debían ser calibrados para cada tipo de suelo, 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 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 de manera continua y automática, 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, y en base a sensores instalados en otras condiciones y áreas de clientes de Spherag y Ris Iberia o colaboradores suyos.

Subtarea 3.4 Análisis de datos hiperespectrales (HYP).

Esta actividad fue liderada por GFZ Potsdam, a quien Spherag apoyo 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.

ACTIVIDAD 4. Modelo de riego inteligente.

Objetivos de la Actividad 4:

- Objetivo 4.1. Desarrollar un modelo de inteligencia para el riego de explotaciones agrícolas mediante la integración de datos NDVI y sensores.

- **Objetivo 4.2.** Desarrollar un modelo de riego inteligente basado en el enfoque RETINA-S, es decir, que incluya los datos TIR e HYP.

Subtarea 4.1 Integración en la plataforma.

Siguiendo con el cronograma del proyecto, finalizó la implementación de la plataforma de gestión de riego autónoma.

En el Font-end de dicha plataforma se han creado diferentes paneles que permiten al usuario hacer una correcta interpretación de los datos. Hay una sección dedicada a la visualización y comparación de índices NDVI, NDWI y humedad del suelo, otra destinada al análisis y comparación de los datos de humedad y temperatura de suelo y otra a la visualización del estado actual de la recomendación de riego.

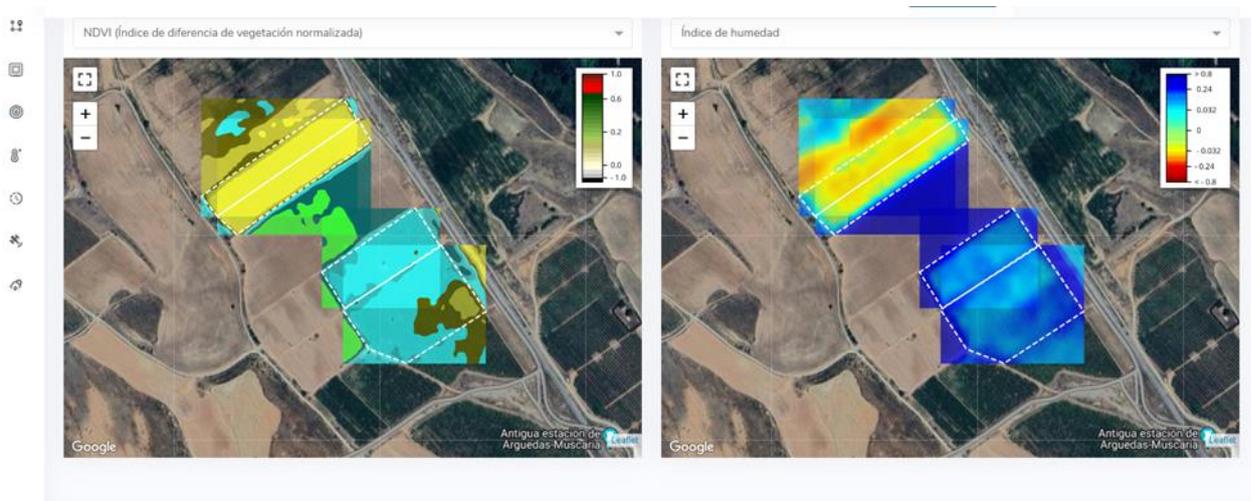


Ilustración 6. Panel de visualización de índices NDVI, NDWI y humedad de suelo.

Todos los paneles han sido diseñados teniendo en cuenta la experiencia de usuario de Andres, el agricultor 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 granes conocimientos tecnológicos.

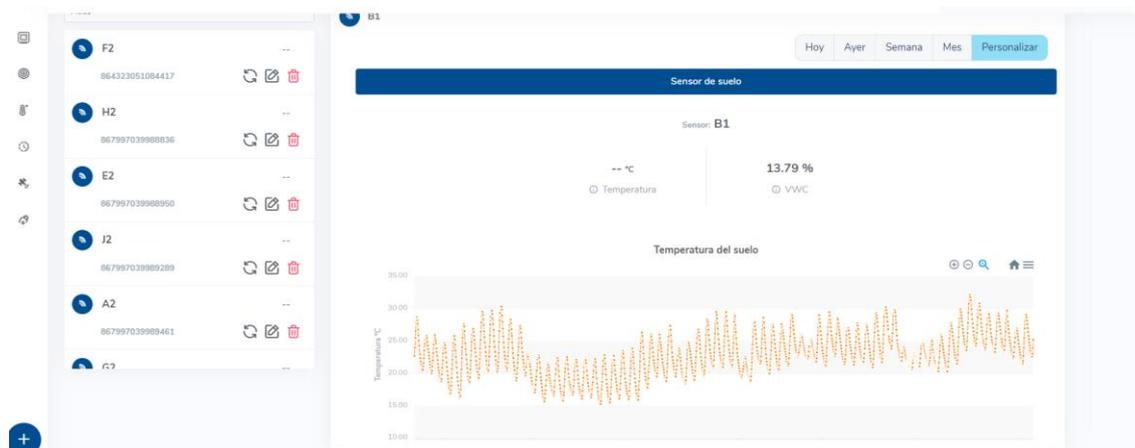


Ilustración 7. Panel de visualización de datos de sensores locales.

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, en primer lugar, se desarrolló 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
- Etc.

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 actualizados obtenidos de forma tanto manual (registro de riegos) como automática (lecturas de sensores, lluvias registradas...) proporcionaba al agricultor la cantidad de tiempo que debía regar de manera diaria, así como los valores de ET_c y ET_0 del campo y la capacidad del campo. Valores cruciales para la interpretación del estado del campo.

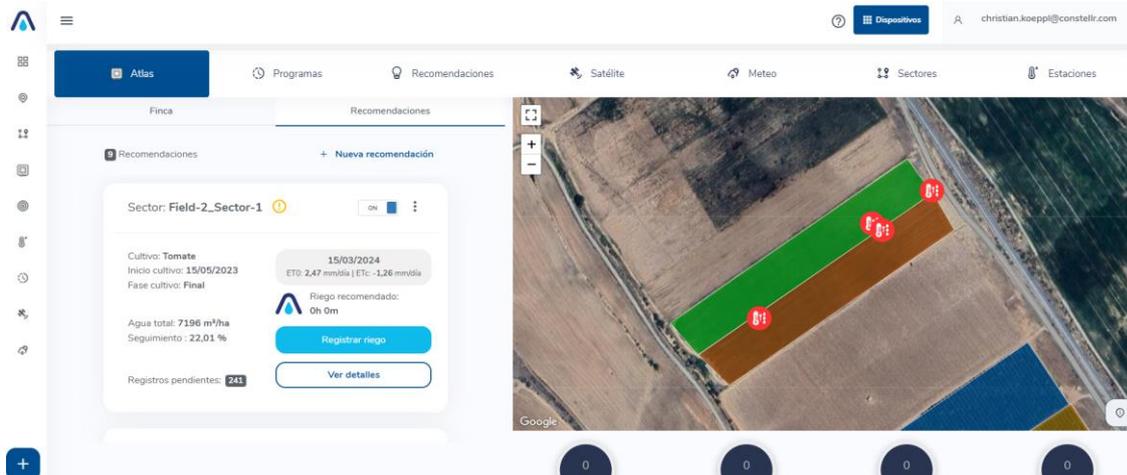


Ilustración 8. Dashboard con recomendaciones de riego y sectores.

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 proporcionaban al agricultor el tiempo a regar tras su procesamiento en los algoritmos Enel backend 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.

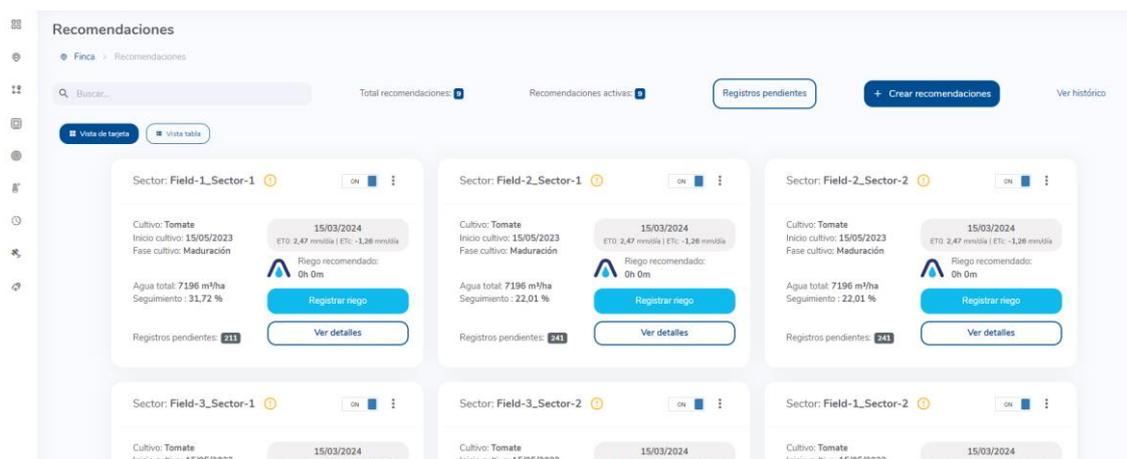


Ilustración 9. Panel de recomendaciones de riego.

ACTIVIDAD 5. 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.

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, realizó 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 gracias a sus dispositivos.

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

Dado que se decidió por parte del consorcio no automatizar el riego, para poder tener un mayor número de sensores locales, que surtieran de mayor número de datos, no se pudieron obtener resultados de consumos reales, dado que no se conectaron a la aplicación ningún dispositivo de lectura de consumos.

Subtarea 5.4: Análisis del rendimiento II

A pesar de no haberse conectado ningún equipo para la medida de consumos, la obtención de los datos de cara a calcular las recomendaciones de riego, fueron realizadas por el

agricultor, que fue capacitado para poder obtener los datos de consumo de agua, los cuales eran introducidos manualmente en la plataforma.

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.

Resultados y conclusiones

Todas las empresas participantes en el consorcio han cumplido con los objetivos en relación con la Actividad 1 correspondiente a la coordinación del proyecto.

Se ha garantizado la correcta ejecución del proyecto a largo plazo, estableciendo un plan de comunicación efectivo y asegurando que se realizan los informes necesarios en relación con el proyecto por parte de todos los socios. Como resultado, se estableció una comunicación basada en reuniones semanales que permitieron exponer frente a representantes de todos los miembros del consorcio los avances y dificultades enfrentadas por parte de cada una de las empresas. De estas reuniones han derivado otras más específicas para tratar temas en detalle como la redacción de informes de justificación o la implementación de los datos recabados por una empresa en los desarrollos de otra.

Con relación a la Actividad 2, pese a las dificultades iniciales del proyecto para la definición de las fincas donde serían establecidas las actuaciones del mismo, en esta segunda anualidad y definidos los campos, toda la recopilación de datos fue tomada sin mayor inconveniente, tanto para las imágenes satelitales y de drones como para los sensores locales. Por parte de Spherag se realizaron dos viajes al campo con el objetivo de instalar los materiales necesarios, ejecutar el mantenimiento de estos y obtener información del usuario agricultor.

Para la actividad 3, al igual que sucede en el caso anterior, 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.

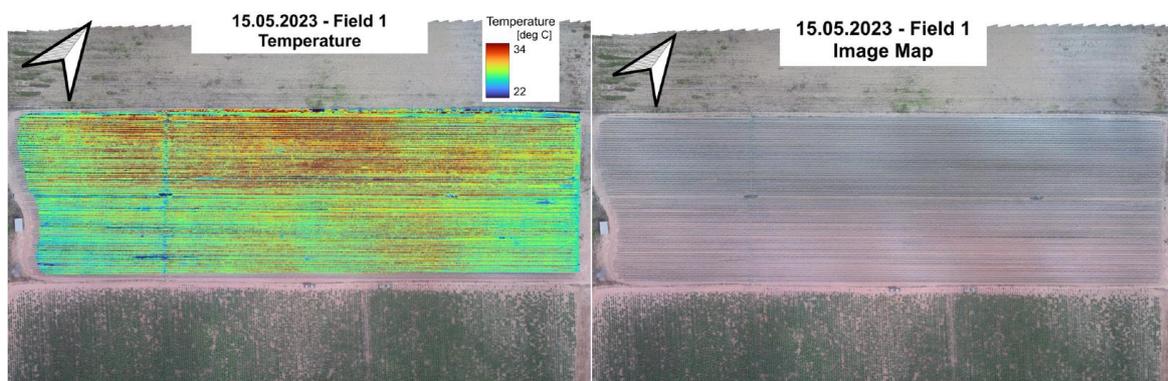


Ilustración 10. Temperatura del campo vs imagen satelital.

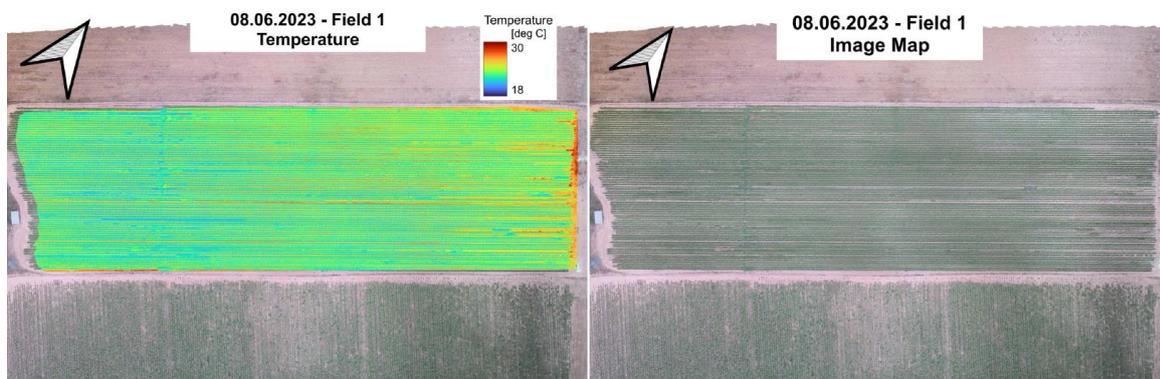


Ilustración 11 Temperatura del campo vs imagen satelital.

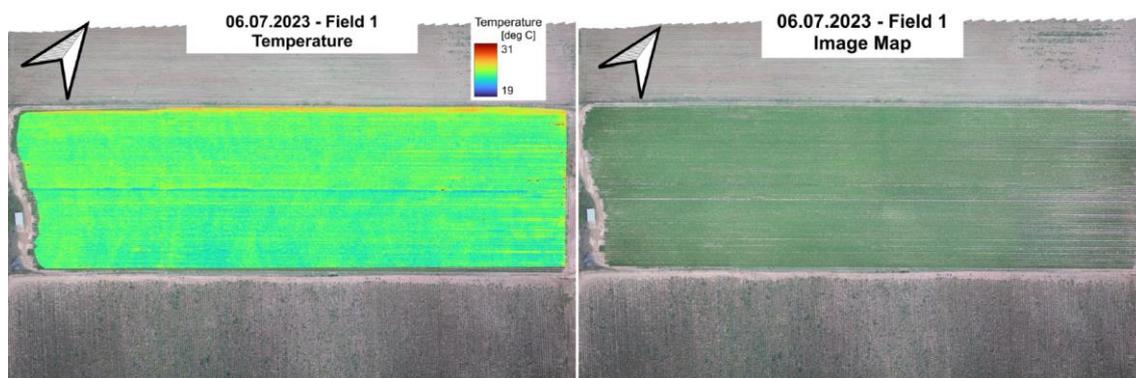


Ilustración 12 Temperatura del campo vs imagen satelital.

Para la actividad 4, 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 de este:

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

Por último, para la actividad 5, a pesar de no haber podido instalar los equipos de monitoreo de consumo en las instalaciones, todos los datos obtenidos del testimonio del agricultor se continúan utilizando para la mejora de las recomendaciones ofrecidas en la plataforma de Spherag. Sin embargo, si que se pudieron implementar todos los equipos necesarios para llevar a cabo la recomendación de riego sin su completa automatización por lo comentado con relación a la automatización física de la instalación.

En definitiva, pese a las dificultades superadas en la anualidad del 2022 no se han producido mayores desviaciones técnicas a lo largo del resto del proyecto y los objetivos de este han podido ser cumplidos en los plazos establecidos.

Con esta evaluación, podemos obtener tres claras conclusiones del proyecto:

1. Hoy en día, en los sectores mas tradicionales como la agricultura, la gente sigue siendo reticente a fiarse al cien por cien de las nuevas tecnologías. Por ejemplo, en nuestro caso fue muy complicado hacer que el agricultor se fiase plenamente de las recomendaciones y siguiese el tiempo marcado que estas indicaban que se debía regar.
2. Lo anterior a su vez nos ha permitido confirmar que los agricultores que riegan en base a su experiencia y sin la ayuda de nuevas tecnologías como sensores, riegan de manera excesiva y hacen un uso excesivo de los recursos hídricos disponibles.
3. Pese a que el modelo de recomendaciones basado en imágenes TRI e HYP ha sido desarrollado para el proyecto, es una tecnología que se encuentra aun en una fase muy poco madura como para ser implantada a gran escala, por la complejidad de llevar a cabo los vuelos de los drones de manera económica y continua.