



Informe de asesoría para candidatura a Retos 2026 en agricultura intensiva bajo invernadero

Resumen ejecutivo

Esta asesoría está diseñada para maximizar la probabilidad de selección y éxito del proyecto en la convocatoria de Retos Tecnológicos 2026, con foco explícito en agricultura intensiva bajo invernadero en Campo de Dalías ¹ (zona donde se concentra una parte muy relevante de la horticultura protegida almeriense), y asumiendo que tú eres un **Senior Data Engineer (20+ años)** con capacidad real para construir **pipelines productivos, modelos, agentes y sistemas de datos** rápidamente.

La convocatoria exige: (i) **cumplimiento de elegibilidad geográfica e idioma**, (ii) responder a 1 de 3 retos predefinidos, y (iii) desempeño en evaluación ponderada (aplicabilidad 20%, escalabilidad 20%, innovación 20%, equipo 25%, madurez 15%), con **exclusión automática por puntuación total <5**. La solicitud debe llenarse **en español** y con límites estrictos de caracteres en el Anexo IV (p. ej., 1.000 caracteres en la "descripción detallada", 200-500 en campos críticos, y 100 caracteres para "presupuesto estimado de piloto").

En el contexto de Campo de Dalías, el reto con **mejor relación fit-feasibility-market** es **Huella Hídrica**, si y solo si pivotáis el MVP hacia:

- 1) **software-first** (cálculo rápido estandarizado) y
- 2) **evidencia mínima creíble "bajo plástico"** (integración de riego/fertirrigación y drenaje) sin depender de sensores químicos complejos en el MVP. El reto pide explícitamente una herramienta "sencilla y accesible", que integre fórmulas simplificadas y factores adaptados al contexto productivo andaluz, y calcule agua azul/verde/gris.

La propuesta del socio ("HH low-cost solution Cajamar") tiene buen encaje temático, pero hoy arrastra tres riesgos críticos para este contexto:

- **Sobrepromesa** ("medición real de HH azul+verde+gris") en un entorno donde la HH verde suele ser marginal y la gris requiere metodología y límites trazables (no solo sensor). ²
- **Dependencia de sensores químicos de nitrato (ISE/SPE)**: operacionalmente frágil (calibración, deriva, biofouling) para un ciclo corto y para evaluación "en condiciones reales".
- **Déficit de evidencia y plan de validación** orientado a invernadero: en Campo de Dalías el problema estructural no es solo "consumo de agua", sino **drenaje y lixiviación de nitratos** a escala comarcal (acuíferos, contaminación). ³

"Clear wins" (oportunidades con ventaja clara) dentro del marco de retos:

- En Huella Hídrica: un **motor HH + "drenaje & nitratos Tier-1"** alimentado por datos de fertirrigación y drenaje (muchas explotaciones ya tienen controladores/telemetría), con reportes "audit-ready" y narrativa de mitigación de contaminación (muy alineada con Campo de Dalías). ⁴
- En Plagas/Enfermedades: un asistente centrado en **scouting operativo bajo invernadero**, con visión para trampas y síntomas, y una capa de cumplimiento que use **RAIF + Registro MAPA** (sin alucinaciones) y que

ayude a generar registros y evidencias, justo cuando la UE endurece el formato electrónico de registros de uso de fitosanitarios (aplicable desde 01/01/2026). ⁵

- En Estimación de cosecha: un MVP de **conteo/estado de fruto en 1 cultivo bajo plástico (p. ej., pimiento o tomate)** con loop de “active learning” y calibración vía datos reales de cosecha/almacén; muy defendible dada tu experiencia, pero más exigente en dataset y ground truth.

Alcance, supuestos y fuentes

Documentación analizada (aportada por ti):

- Bases reguladoras y anexos (PDF).
- Propuesta del socio (PDF).

Fuentes externas prioritarias (España/Andalucía + académicas):

- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ⁶ : SIAR y Registro de Productos Fitosanitarios. ⁷
- Junta de Andalucía ⁸ : cartografía de invernaderos, RAIF. ⁹
- Universidad de Almería ¹⁰ : estudios regionales agua-drenaje-nitratos en Campo de Dalías. ³
- Water Footprint Network ¹¹ : manual oficial (ES) y metodología. ²
- AENOR ¹² : marco de verificación WFN/ISO 14046 (evitar “certificación” impropia). ¹³
- Regulación UE para registros fitosanitarios (aplicación 01/01/2026). ¹⁴

Supuestos críticos del entorno “bajo plástico” (para decisiones de diseño):

- En Campo de Dalías, hay evidencia académica y técnica de que el sistema hortícola intensivo bajo invernadero presenta **volúmenes de riego, drenaje y lixiviación de nitratos relevantes a escala regional**, y problemas asociados de acuíferos. ³
- **SIAR** debe tratarse como **referencia agroclimática exterior** (red de >500 estaciones y acceso público), útil como baseline/benchmark y para inputs externos, pero no sustituye medición/calibración interna en invernadero. ¹⁵

Incertidumbres que afectan recomendaciones (declaradas):

- **Fechas exactas de cierre y calendario “hasta 05/05/2026”:** la web muestra una fecha y prensa menciona otra; las Bases describen plazos relativos (7 días evaluación, 1 mes resolución) pero no fijan una fecha única verificable en el extracto analizado. Impacto: se fuerza un MVP recortado y un plan de contingencia por calendario. ¹⁶
- **Límite máximo de presupuesto:** no se identifica un cap explícito; el formulario limita a 100 caracteres el campo “presupuesto estimado para piloto”. Impacto: conviene presentar un presupuesto “frugal y defendible” por escenarios.

Requisitos de la convocatoria y checklist de cumplimiento

Extracción de requisitos “operativos” de Bases y anexos

Elegibilidad y condiciones clave: - Beneficiarios: emprendedores, grupos de investigación, startups o pymes tecnológicas, con solución adecuada al reto.

- Origen geográfico: actividad preferentemente en Andalucía; domicilio social en España/UE y sede física o centro estable en Andalucía; si no está en UE, compromiso de crear sociedad en España en 3 meses y mantener domicilio social 12 años (con matiz para pymes).

- Idioma: campos del formulario en español; adicional en inglés puede valorarse; otros idiomas no se consideran.
- Evaluación: 5 criterios ponderados, 0-10, media ponderada; exclusión <5.

Entregables y formato: - El proceso finaliza con presentación de propuesta técnica y propuesta económico-funcional (para posible implantación posterior).

- Anexo IV: límites estrictos (p. ej. 75 caracteres nombre; 1.000 descripción detallada; 200 contribución; 300 condiciones reales; 500 escalabilidad; 200 innovación; 100 tiempo; 100 presupuesto; 800 equipo; 500 trayectoria; 1.000 experiencia agro).

Tecnología e IP: - No se observan prohibiciones tecnológicas explícitas; los anexos demandan IA/visión/modelos y bases de datos/factores adaptados.

- IP: la fundación no reclama propiedad sobre la IP del proyecto; el participante no cede derechos de propiedad industrial/intelectual; se exige originalidad y no infringir derechos de terceros.

- Difusión: cesión amplia de derechos de imagen/audio para promoción/difusión, sin limitación temporal/geográfica y gratuita.

- Confidencialidad: obligación mínima de 5 años; NDA tripartito si se es beneficiario.

Checklist de cumplimiento: propuesta del socio vs reglas

Requisito de Bases/Anexos	Evidencia en propuesta del socio	Estado	Ajuste recomendado para "bajo plástico" y para puntuar alto
Elegibilidad (tipo de solicitante)	Se presenta como solución para agricultores/cooperativas/sector	□	Añadir en el anexo: forma jurídica, sede en Andalucía o plan de establecimiento.
Solicitud en español y límites de Anexo IV	Documento está en español, pero excede límites	⚠	Redactar "micro-respuesta" por campo (1.000 chars) y anexar PDF técnico.
Reto HH: herramienta sencilla con fórmulas simplificadas y factores adaptados	Propone cálculo HH + app; añade kit sensorización	⚠	MVP = software-first; sensores como opción; enfatizar factores para invernadero y Campo de Dalías.
IP y no infracción	No hay plan IP explícito	⚠	Incluir estrategia IP: software + modelos + metodología; uso de estándares WFN como "referencia", no IP propia.
Confidencialidad y derechos de imagen	No abordado	⚠	Preparar versión "publicable" del resumen y separar know-how confidencial para NDA.
"Madurez: MVP funcional"	Describe fases, pero no prueba MVP funcional	□	Demo navegable + 1 caso real de invernadero (riego, drenaje, kg) + reporte exportable.

Requisito de Bases/Anexos	Evidencia en propuesta del socio	Estado	Ajuste recomendado para "bajo plástico" y para puntuar alto
Viabilidad en condiciones reales	No incluye plan piloto específico Campo de Dalías	□	Incluir LOI con 1-2 fincas/cooperativa y plan de medida mínima (riego+drenaje).
Presupuesto piloto (100 caracteres)	Tiene comparativas de coste, no presupuesto claro y defendible	⚠	Presentar 2 escenarios: "solo software" y "software + instrumentación mínima", con rango.

Contexto de Campo de Dalías y consecuencias para los tres retos

Implicaciones "bajo invernadero" (lo que cambia de verdad)

- 1) **El agua relevante es medible y operable:** en el sistema intensivo bajo plástico, la gestión del agua suele pasar por **fertirrigación**, y la ineficiencia aparece como **drenaje** (y con ello potencial de lixiviación de nitratos). En Campo de Dalías hay evidencia académica de modelización regional de **riego aplicado, drenaje y NO3- lixiviado** para los principales cultivos bajo invernadero. ¹⁷
- 2) **La HH gris es especialmente "dolor" local:** además de ahorro de agua/energía, existe presión por contaminación de nitratos y por demostrar sostenibilidad hídrica: el problema regional se describe explícitamente (sobreexplotación de acuíferos y contaminación por nitratos). ¹⁸
- 3) **Las plagas y enfermedades tienen dinámica distinta:** bajo plástico hay ciclos continuos, presión alta, y fuerte uso de control biológico e IPM; un asistente que no integre enemigos naturales y guías oficiales será percibido como "poco real". El propio reto exige recomendaciones de materias activas registradas y enemigos naturales.
- 4) **La visión artificial puede ser más viable:** iluminación y estructura son más uniformes que en aire libre, pero el oclusión foliar es muy alta y el "ground truth" de cosecha es imprescindible para credibilidad.

SIAR "en Campo de Dalías": valor real y limitación

El SIAR ¹⁹ ofrece datos agroclimáticos accesibles y fiables (red >500 estaciones, acceso libre), y es útil como **referencia exterior** y para completar inputs (radiación/temperatura/episodios) o como baseline comparativo. ¹⁵

Pero para un MVP serio "bajo plástico", SIAR debe combinarse con **(a) datos internos de riego y (b) calibración/medida interna mínima**. La forma más práctica (y barata) no es desplegar una estación completa, sino **aprovechar telemetría existente** (controlador, contador, fertirrigación) + 1-2 puntos de drenaje.

Evaluación crítica de la propuesta del socio (re-evaluada para Campo de Dalías)

Lectura técnica/comercial del concepto actual

La propuesta plantea: cálculo HH (azul/verde/gris) con datos básicos + “medición real en campo” mediante kit low-cost (ESP32, conductividad, nitratos ISE/SPE) para reducir dependencia de consultoría y hardware premium.

En Campo de Dalías esto **tiene sentido** porque existe evidencia de que el drenaje y la lixiviación de nitratos son dimensiones relevantes del sistema. ¹⁷ Sin embargo, tal como está, la propuesta sufre desalineación con cómo se puntuá y con lo que pide el Anexo III: herramienta “sencilla y accesible” para estimar HH rápida/estandarizada mediante fórmulas simplificadas y factores adaptados a Andalucía.

Supuestos explícitos/implícitos (y dónde faltan pruebas)

Supuesto en la propuesta	Riesgo en Campo de Dalías	Evidencia que falta	Cómo cerrarlo en 2-4 semanas
“Medición real HH verde”	En invernadero la contribución “verde” suele ser marginal; riesgo de confusión metodológica	Definición operativa bajo plástico	Declarar “verde = 0 por defecto”; permitir input de agua de lluvia captada (si existe). Basarse en WFN como metodología de referencia. ²
“HH gris se mide con nitratos ISE/ SPE”	Sensor nitrato in-situ es frágil; HH gris requiere metodología + estándares de calidad	Protocolo de calibración, QA, representatividad	MVP: gris Tier-1 derivada de N aplicado + fracción de lixiviación + estándares; nitrato sensor, solo como <i>enhancement</i> . ²⁰
“Sin consultorías ni labo”	Para reportes a terceros (AENOR/ retailers) se exige trazabilidad; “certificado” no es automático	Reglas y exportables orientados a verificación	Salida “audit-ready” (inputs versionados, supuestos, fuente) y posicionarse como previo a verificación, usando el marco de verificación de AENOR ¹² . ¹³
“Kit low-cost sensoriza finca completa”	Operación, mantenimiento, logística y soporte son el verdadero coste	Modelo OPEX (reposición, soporte)	MVP sin kit; solo 1 punto de riego + 1 drenaje demostrativo y plan de escalado.

Riesgos priorizados y mitigaciones (acciones concretas)

Prioridad	Riesgo	Por qué es crítico (bases + Campo de Dalías)	Mitigación recomendada (realista)
1	MVP demasiado amplio (software + kit + química)	Penaliza "madurez" y "viabilidad en condiciones reales".	Enfocar MVP en motor HH + integración riego/drenaje; sensores químicos fuera del "critical path".
2	Metodología HH gris insuficientemente defendible	HH gris depende de supuestos y estándares (p. ej., nitratos)	Adoptar WFN y un Tier-1 para gris; documentar supuestos; permitir escenarios. ²⁰
3	"Certificados" sin marco de verificación	Riesgo reputacional/ credibilidad	Hablar de "informe preparado para verificación"; mapear a WFN/ ISO 14046 y verificación AENOR. ²¹
4	Falta de evidencia de piloto bajo plástico	En Campo de Dalías el diferenciador es drenaje/nitratos; hay que probarlo	Caso de uso mínimo: 1 campaña, 1 invernadero, 8-12 semanas de datos históricos de riego + 2 semanas de drenaje medido. ²²
5	Integración de datos "del mundo real" con múltiples formatos	Problema típico de cooperativas (varios controladores, Excel, ERPs)	Apostar por tu ventaja: conectores, normalización, modelo de datos simple, y trazabilidad.

"Oportunidades win" dentro del reto HH, dadas tus fortalezas

- 1) **HH orientada a drenaje y nitratos:** construir un "MVP audit-ready" que cuantifique azul (riego), y trate gris con Tier-1 basado en fertilización y drenaje (con opción de validación por muestreo), atacando el problema diferencial de Campo de Dalías. ²³
- 2) **Integración nativa con datos de fertirrigación:** muchas explotaciones bajo plástico ya registran volúmenes/pulsos; ganaréis por "time-to-value" y por reducción de fricción (tu especialidad).
- 3) **Reporte y trazabilidad "estilo verificación":** siguiendo el framing de verificación WFN/ISO que describe AENOR (sin prometer certificación propia). ¹³

Conceptos de solución por reto con roadmaps, datos, presupuesto y MVP

A continuación se proponen **dos conceptos por reto**, ambos realistas bajo invernadero. Los presupuestos se dan como rangos porque la convocatoria no fija tarifas ni cap y las tasas de ingeniería no están especificadas.

Asistente virtual de plagas y enfermedades

Concepto A: "Scouting Copilot bajo plástico" (visión + RAG + compliance)

- **Propuesta:** app móvil para técnicos/encargados que:
 - 1) organiza tareas de scouting (fotos geolocalizadas, checklist),
 - 2) ejecuta visión para síntomas y/o conteo simple,
 - 3) produce recomendaciones **acotadas:** enemigos naturales + medidas IPM + "posibles materias activas registradas" siempre referenciadas a fuentes oficiales (MAPA) y a RAIF. ²⁴
- **Clear win:** además, genera un "registro de intervención" reutilizable, justo cuando la UE obliga formato y contenido de registros de uso (aplicable 01/01/2026). ¹⁴
- **Datos:**
 - RAIF para avisos/boletines y red agroclimática andaluza. ²⁵
 - Registro MAPA (actualización semanal) como fuente "ground truth" de autorizaciones. ²⁶
 - Dataset propio: 500-2.000 fotos reales de invernadero (pimiento/tomate) para "fine-tuning" o clasificación básica.
 - **Stack:** RAG (vector DB) sobre RAIF+GIP+MAPA; CV ligero (MobileNet/YOLOv8-n) para triage; agente para llenar informes y proponer tareas, con "policy layer" para no inventar fitos.
 - **MVP (6-8 semanas):** 1 cultivo (pimiento o tomate) + 6-10 problemas frecuentes + módulo de reportes PDF/Excel; sin "diagnóstico absoluto" (top-3 + nivel de confianza + derivación a experto).
 - **Equipo mínimo:** 1 ML/CV, 1 full-stack (tú puedes asumir data + backend), 0,2 agrónomo/fitopatólogo.
 - **Presupuesto MVP:** 35k-85k € (principalmente etiquetado y desarrollo).
 - **Impacto esperado:** reducción de tiempo de scouting, mejor trazabilidad, menor riesgo de tratamientos no conformes.

Concepto B: "Trampas inteligentes + planificación de control biológico"

- **Propuesta:** foco específico en **trampas cromotrópicas/feromonas** (muy operables en invernadero). Captura con móvil, conteo automático y tendencia; recomendación de acciones (refuerzo de biocontrol) y alerta temprana.
- **Competencia/benchmark:** xarvio introdujo análisis automático de trampas en su app; prueba que la funcionalidad tiene valor y es técnicamente factible. ²⁷
- **Datos:** dataset propio de trampas locales (Tuta, mosca blanca, trips), con etiquetado más rápido que síntomas foliares.
- **MVP (5-7 semanas):** conteo + series temporales + tablero de alertas; integración RAIF; nada de recomendación de fitos al inicio (reduce riesgo).
- **Presupuesto:** 25k-60k €.
- **Impacto:** mejora de prevención y reducción de pérdidas por brotes.

Herramienta de huella hídrica a nivel de explotación (recomendado)

Concepto A: "HH bajo plástico audit-ready" (software-first + drenaje mínimo)

- **Propuesta:** herramienta web que calcula HH azul/verde/gris con enfoque invernadero:
- **Azul:** volumen riego (ideal: logs de fertirrigación; fallback: manual).
- **Verde:** por defecto 0 en invernadero; input opcional si hay captación de lluvia.
- **Gris:** Tier-1 trazable a partir de N aplicado + supuestos de lixiviación + estándar (p. ej., nitratos 50 mg/L como referencia regulatoria/ambiental ampliamente usada en UE). ²⁰
- Reporte: litros/kg + supuestos versionados + export para verificación.
- **Por qué es "clear win" en Campo de Dalías:** hay evidencia de relevancia de drenaje y lixiviación de

nitratos en el sistema regional y cooperación de actores locales (UAL/Fundación/IFAPA) en trabajos técnicos.

17

- **Fuentes y datos:**

- SIAR como referencia exterior y para completar clima base (no “mide” interior). 15
- Inputs de finca: riego, fertilización, cosecha, superficie, calendario.
- Drenaje: 1 punto demostrativo (bandeja + célula de carga o medición volumétrica simple) para ganar credibilidad.

- **Sensing mínimo para credibilidad (MVP):**

- 1) **Volumen de riego** (del controlador o caudalímetro económico).
 - 2) **Drenaje** en al menos 1 sección representativa (aunque sea por muestreo).
 - 3) **EC del drenaje o fertilización N** (si no hay sensor, usar registros de fertirrigación).
- **MVP (4-6 semanas):** 1-2 cultivos (pimiento y/o tomate), cálculo + reporte + dashboard de comparativas por campaña.
 - **Equipo:** tú (data/backend), 1 front, 0,2 experto HH/agrónomo.
 - **Presupuesto:** 25k-65k € (más 500-2.500 € de instrumentación mínima si no existe).
 - **Impacto:** transparencia, negociación con clientes, reducción de agua y de riesgo de contaminación; base para verificación.

Concepto B: “HH + Water Ops: anomalías de riego y drenaje” (producto que se paga solo)

- **Propuesta:** mismo motor HH, pero añadido de alto valor operativo:
 - detección de anomalías (fugas, sobreriego, drenaje “excesivo” por sector),
 - KPI por ejecución (L/kg, % drenaje/ingreso, €/kg en agua+fertilizante),
 - recomendaciones accionables (no genéricas) basadas en historial.
- **Diferenciación:** compites contra plataformas HH “de certificación” ofreciendo **ahorro inmediato** (OPEX) y derivado, HH mejor. El mercado ya valida demandantes de HH con sensorización y WFN (ej. IKOS). 28
- **MVP (6-8 semanas):** integración con 1 tipo de controlador + 1 finca; “alertas” simples.
- **Presupuesto:** 45k-95k € (más integración).
- **Impacto:** reduce consumo y drenaje; convierte HH en herramienta de gestión, no solo reporte.

Estimación de cosecha por visión artificial

Concepto A: “Yield Forecast bajo plástico para 1 cultivo” (conteo + estado fenológico)

- **Propuesta:** en invernadero, apostar por un solo cultivo de alto impacto (pimiento o tomate):
 - captura móvil por pasillo (vídeo corto, protocolo fijo),
 - detección/conteo y proxy de madurez/tamaño,
 - calibración con cosecha real semanal (kg y nº cajas).
- **Competencia/benchmarks:** plataformas como Aerobotics y Pixofarm muestran que el mercado paga yield forecasting basado en imágenes y datos complementarios (aunque se centran en frutales). 29
- **Datos:** el cuello de botella es ground truth: necesitas un acuerdo con cooperativa o finca para recibir cosecha real.
- **MVP (8-12 semanas):** 1 invernadero, 1 cultivo, 1 variedad; métrica MAPE y correlación versus cosecha real.
- **Presupuesto:** 60k-140k € (etiquetado + iteración campo).
- **Impacto:** mejora planificación de almacén, contratos, logística.

Concepto B: “Forecast cooperativa: CV en campo + ground truth de almacén”

- **Propuesta:** usar CV en campo para señal temprana, pero entrenar/validar con datos robustos de central (entradas por agricultor, calibres, kg) para acelerar learning loops.

- **Ventaja por tu perfil:** puedes construir un pipeline de datos sólido (ingesta, normalización, feature store, lineage) y un proceso de “active learning” para reducir etiquetado.
- **MVP (10-14 semanas):** más largo; si el calendario es corto, se recomienda como “roadmap” y presentar un MVP reducido (forecast con pocos datos + baseline).
- **Presupuesto:** 80k-180k €.

Tabla comparativa de alternativas (feasibility vs impacto)

Reto	Concepto	Time-to-MVP	Dependencia de datos	Riesgo regulatorio	Potencial de mercado en Campo de Dalías	Nota
Plagas	Scouting Copilot + compliance	Medio	Medio	Medio-alto (fitos)	Alto	Ganar por cumplimiento RAIF+MAPA y trazabilidad <small>24</small>
Plagas	Trampas inteligentes	Rápido	Bajo-medio	Bajo-medio	Alto	Benchmark: xarvio trampas <small>27</small>
HH	HH audit-ready bajo plástico	Rápido	Bajo	Bajo	Muy alto	Encaje directo con problema agua+drenaje+nitratos <small>30</small>
HH	HH + anomalías Water Ops	Medio	Medio	Bajo	Muy alto	Más monetizable a corto plazo (ahorro)
Cosecha	Yield 1 cultivo	Medio-lento	Alto	Bajo	Alto	Más difícil por dataset/GT
Cosecha	Forecast cooperativa	Lento	Muy alto	Bajo	Alto	Excelente a largo plazo; duro como MVP corto

Recomendación final, pitch y métricas

Tema recomendado

Recomendación: aplicar al reto **Huella Hídrica** con un enfoque **bajo plástico** y MVP “software-first + evidencia mínima” (Concepto A), y presentar Concepto B como extensión. El propio reto define la solución como software sencillo + fórmulas y factores adaptados al contexto andaluz, y enfatiza facilidad de introducción de datos e interpretación de resultados.

Esto maximiza puntuación esperable en:

- **Aplicabilidad** (problema crítico local y medible),
- **Madurez** (MVP alcanzable), y
- **Equipo** (tu ventaja en ingeniería de datos + agentes + producto).

Estructura de pitch sugerida (alineada a los criterios)

- 1) **Dolor local cuantificable:** Campo de Dalías concentra horticultura bajo plástico y presenta retos de agua, drenaje y nitratos. ³
- 2) **Propuesta de valor:** calcular HH azul/verde/gris “bajo plástico” con inputs mínimos y reporte audit-ready (WFN) orientado a clientes/verificación. ³¹
- 3) **Por qué ahora:** presión de sostenibilidad, eficiencia hídrica, y trazabilidad. (Incluso la administración andaluza impulsa narrativa de eficiencia hídrica del invernadero). ³²
- 4) **Demo:** onboarding + cálculo + reporte (PDF/Excel) + comparativa campaña.
- 5) **Validación:** piloto con 1-2 fincas y 1 cooperativa (LOI), medición mínima de riego+drenaje.
- 6) **Escalabilidad:** replicable a otros cultivos y comarcas; conectores a múltiples controladores.
- 7) **Modelo de negocio:** SaaS por explotación/cooperativa + módulo “Water Ops” (alertas) + servicios de integración.
- 8) **Equipo:** resaltar tu track record de sistemas de datos productivos; complementar con agronomía/HH.

Métricas clave (para incluir en formulario Anexo IV y en entrevistas)

Madurez/operación - Tiempo a “primer informe HH”: objetivo <60 min desde onboarding.

- % de explotaciones con datos suficientes (completitud).
- Cobertura de integración: nº controladores/formatos soportados.

Impacto hídrico y ambiental - Litros/kg (HH total y azul).

- % drenaje vs riego aplicado (KPI operativo).
- Estimación de carga de N y huella gris (con escenario). ²⁰

Economía - Ahorro de agua y fertilizante (€/ha, €/kg) derivado de alertas/anomalías.

- Retorno estimado en una campaña (payback).

Diagramas mermaid solicitados

```
graph TD
    U[Usuario: finca/cooperativa] --> UI[Web/App HH bajo plástico]
    UI --> API[API + Auth]
    API --> ETL[Ingesta & normalización\nExcel/CSV/API controlador]
    ETL --> DWH[(Lakehouse/DB)]
    DWH --> CALC[Motor HH\nWFN + Tier-1 gris\nversionado supuestos]
    CALC --> REP[Reporte audit-ready\nPDF/Excel/JSON]
    CALC --> OPS[Water Ops (opcional)\nalertas drenaje/sobreriego]

    subgraph Fuentes externas
        SIAR[SIAR (clima exterior)\nbaseline]
        SIAR --> ETL
    end
```

```

end

subgraph Medición mínima invernadero
    IRR[Riego: caudal/logs controlador] --> ETL
    DRN[Drenaje: muestreo o célula carga] --> ETL
    NIN[N aplicado (fertilización)\no EC drenaje] --> ETL
end

```

```

gantt
    title Plan de ejecución (asumiendo incertidumbre de fechas)
    dateFormat YYYY-MM-DD
    axisFormat %d/%m

    section Candidatura
    Redacción campos Anexo IV (ES) :a1, 2026-02-16, 7d
    Anexo técnico + demo navegable :a2, 2026-02-16, 14d
    LOI piloto + dataset mínimo (riego) :a3, 2026-02-18, 10d

    section MVP HH bajo plástico
    Modelo de datos + conectores (1 fuente) :b1, 2026-03-01, 10d
    Motor HH + supuestos versionados :b2, 2026-03-05, 12d
    Reporte audit-ready + dashboard :b3, 2026-03-12, 10d
    Validación (1 finca + drenaje mínimo) :b4, 2026-03-20, 14d
    Presentación final (técnica + económica) :milestone, b5, 2026-04-10, 0d

```

Gráficos solicitados (ilustrativos) en mermaid

```

pie title Distribución orientativa de presupuesto MVP HH (software-first)
    "Ingeniería de datos + backend" : 35
    "Front-end + UX" : 15
    "Motor HH + QA metodológica" : 20
    "Integraciones (1 controlador / 1 formato)" : 15
    "Piloto y medición mínima (riego+drenaje)" : 15

```

```

pie title Drivers de compra en Campo de Dalías (HH + Water Ops)
    "Ahorro agua/energía/fertilizante" : 40
    "Exigencias clientes / auditoría" : 25
    "Riesgo drenaje/nitratos y sostenibilidad" : 25
    "Benchmarking y reputación" : 10

```

Fuentes principales utilizadas

- Convocatoria y anexos (Bases + Anexo IV límites, IP/confidencialidad, definición de retos).

- Propuesta del socio (HH low-cost; sensores y narrativa).
 - SIAR (descripción, red y acceso). [15](#)
 - Registro MAPA de productos fitosanitarios (actualización semanal) y FAQ regfiweb. [26](#)
 - RAIF (web oficial y descripción de red/agroclima/alertas). [33](#)
 - Estudios Campo de Dalías agua–drenaje–nitratos (UAL + SECH PDF). [3](#)
 - WFN manual oficial en español. [2](#)
 - AENOR (verificación huella hídrica WFN/ISO 14046). [13](#)
 - Regulación UE sobre registros fitosanitarios (aplicable desde 01/01/2026). [14](#)
 - Contexto de superficie de invernaderos (Junta de Andalucía, cartografía 2021). [32](#)
 - Benchmarks de soluciones de mercado: xarvio trampas (BASF), Agrio scouting, Aerobotics yield forecast, Pixofarm yield estimation, IKOS Aqua huella hídrica. [34](#)
-

- [1](#) [6](#) [11](#) [17](#) [22](#) [23](#) [30](#) <https://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2060.%20XIII%20Congreso%20Nacional%20de%20Estimaci%C3%B3n%20regional%20del%20drenaje%20y%20la%20lixiviaci%C3%B3n%20de%20nitrato%20del%20sistema%20hor>
<https://www.sech.info/ACTAS/Acta%20n%C2%BA%2060.%20XIII%20Congreso%20Nacional%20de%20Ciencias%20Hort%C3%ADcolas/Fertilizaci%C3%B3n%20de%20estimaci%C3%B3n%20regional%20del%20drenaje%20y%20la%20lixiviaci%C3%B3n%20de%20nitrato%20del%20sistema%20hort%C3%ADcola%20intensivo>
- [2](#) [20](#) [31](#) https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Spanish.pdf
https://www.waterfootprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_Spanish.pdf
- [3](#) [4](#) [10](#) [12](#) [18](#) [19](#) <https://w3.ual.es/GruposInv/nitrogeno/estudios%20regionales.shtml>
<https://w3.ual.es/GruposInv/nitrogeno/estudios%20regionales.shtml>
- [5](#) [24](#) [25](#) [33](#) <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturapescaaguaydesarrollorural/raif/nueva-web-de-la-red-de-alerta-e-informacion-fitosanitaria-de-andalucia/>
<https://www.juntadeandalucia.es/agriculturapescaaguaydesarrollorural/raif/nueva-web-de-la-red-de-alerta-e-informacion-fitosanitaria-de-andalucia/>
- [7](#) [15](#) <https://servicio.mapa.gob.es/siarweb/home>
<https://servicio.mapa.gob.es/siarweb/home>
- [8](#) [13](#) [21](#) <https://www.aenor.com/certificacion/empresas/medio-ambiente/huella-hidrica>
<https://www.aenor.com/certificacion/empresas/medio-ambiente/huella-hidrica>
- [9](#) [32](#) <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturapescaaguaydesarrollorural/servicios/actualidad/noticias/detalle/377680.html>
<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturapescaaguaydesarrollorural/servicios/actualidad/noticias/detalle/377680.html>
- [14](#) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/AUTO/?qid=1764999727128&rid=1&uri=CELEX%3A32023R0564>
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/AUTO/?qid=1764999727128&rid=1&uri=CELEX%3A32023R0564>
- [16](#) https://www.elespanol.com/castilla-y-leon/economia/20260209/retos-tecnologicos-impulsar-innovacion-agroalimentaria-cajamar-innova-agrotech/1003744122914_0.html
https://www.elespanol.com/castilla-y-leon/economia/20260209/retos-tecnologicos-impulsar-innovacion-agroalimentaria-cajamar-innova-agrotech/1003744122914_0.html
- [26](#) <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>
<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/menu.asp>

²⁷ ³⁴ <https://www.bASF.com/es/es/media/news-releases/2022/xarvio--scouting-introduce-una-nueva-funcionalidad-para-el-anali>

<https://www.bASF.com/es/es/media/news-releases/2022/xarvio--scouting-introduce-una-nueva-funcionalidad-para-el-anali>

²⁸ <https://help.ikosadvanced.com/doc/aqua-certifica-huella-hidrica/>

<https://help.ikosadvanced.com/doc/aqua-certifica-huella-hidrica/>

²⁹ <https://aerobotics.com/>

<https://aerobotics.com/>