

↑ Agro up!

Desarrollo de servicios interoperables usando la integración de datos IoT y algoritmos de inteligencia artificial (ML y DL) para el seguimiento de cultivos en zonas vulnerables a nitratos

ADAPTACIÓN Y MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS AGRÍCOLAS REGIONALES

28 DE MAYO DE 2025



Cofinanciado por
la Unión Europea



Instituto Murciano de
Investigación y Desarrollo
Agrario y Medioambiental



↑ Agro up!

Resumen

Este proyecto busca innovar en la monitorización y gestión de los cultivos en áreas vulnerables a la contaminación por nitratos, empleando tecnologías geoespaciales como el Internet de las Cosas (IoT) y algoritmos de aprendizaje automático (ML) y aprendizaje profundo (DL).

Objetivos

- Estudiar las zonas vulnerables: Para reducir el impacto ambiental en áreas agrícolas susceptibles al exceso de nitratos en el suelo y las masas de agua.
- Promover la interoperabilidad: Crear servicios que integren diferentes fuentes de datos geoespaciales de interés agrícola.
- Aplicación de modelos avanzados de clasificación que nos permita obtener información sobre el uso del suelo agrícola en zonas vulnerables a nitratos.
- Mejorar la sostenibilidad agrícola: Reducir la contaminación por nitratos mediante una monitorización más precisa de los cultivos.



Cofinanciado por
la Unión Europea



Instituto Murciano de
Investigación y Desarrollo
Agroalimentario



<https://sigdata.imida.es/omm/>

↑ Agro up!

Actividades en desarrollo

- Desarrollo de servicios interoperables: Creación de una plataforma accesible que permita visualizar los datos disponibles y los servicios interoperables.
- Estudio inicial: Identificación de las zonas agrícolas más vulnerables, recopilación de la información sobre el estado de las diferentes masas de agua.
- Despliegue de sensores IoT: Instalación de nuevos sensores para recolectar datos en tiempo real sobre las condiciones del suelo, agua y el ambiente.
- Desarrollo de algoritmos: Diseño e implementación de algoritmos para analizar los datos recopilados mediante IA y una plataforma de ciencia de datos (EDA).
- Pruebas piloto y validación: En las parcelas experimentales del IMIDA.
- Formación y capacitación: Enfocado a técnicos sobre el uso de las herramientas desarrolladas.



↑ Agro up!

BORM número 149, de 1 de julio de 2019

Las zonas son las siguientes.

- **1. Nuevas zonas designadas (13):**

➤ Caravaca, Judío y Moro, Bajo Quípar y Bullas, Quibas, Bajo Guadalentín, Mula, Águilas, Mazarrón, Baños de Fortuna, Cuaternario de Fortuna, Sierra de Cartagena.

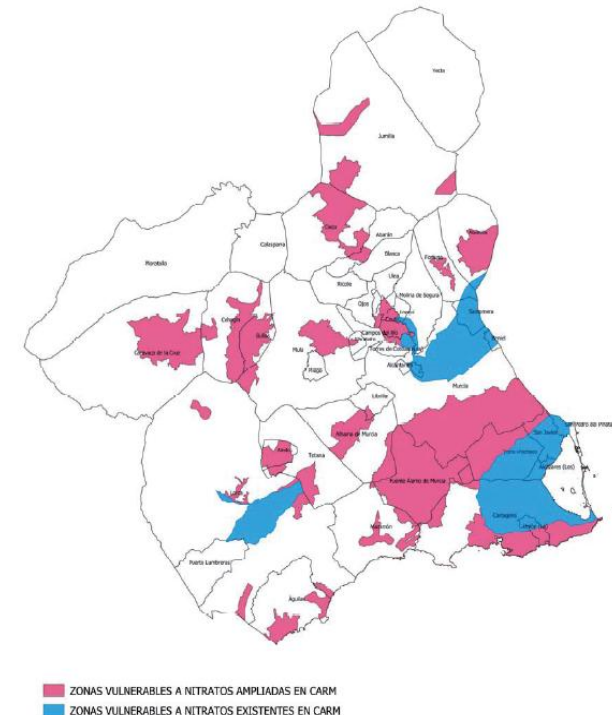
- **2. Ampliación de zonas de agua subterránea ya previamente designadas (4):**

➤ Alto Guadalentín y Puentes, Vega Alta y Media del Segura y Campo de Cartagena.

- **3. Aguas costeras (1):**

➤ Laguna del Mar Menor.

En la Región de Murcia, la superficie declarada como afectada por la contaminación o en riesgo de estarlo debido a la aportación de nitratos de origen agrario abarca aproximadamente 285.000 hectáreas



Cofinanciado por
la Unión Europea



Instituto Murciano de
Investigación y Desarrollo
Agroalimentario y Medioambiental



<https://sigdata.imida.es/zvn/>

↑ Agro up!

Visor Zonas Vulnerables por Nitratos (ZVN)

Desarrollo de servicios interoperables y creación de una plataforma que permita visualizar los datos disponibles



Cofinanciado por
la Unión Europea



<https://sigdata.imida.es/zvn/>

↑ Agro up! Visor Zonas Vulnerables por Nitratos (ZVN)

Desarrollo de servicios interoperables y creación de una plataforma que permita visualizar los datos disponibles (40 capas)

Zonas Vulnerables Nitratos

Buscar dirección o lugar

Afecciones

Tipo:

Mun. 16 | Pol. 25 | Par. 39 | Rec. 4 | Sup. 16.55

Tipo	Incl	Detalle	Porc.
API1	NO	--	--
ZEPA	NO	--	--
PAPR	NO	--	--
API6	NO	--	--
API5	NO	--	--
API7	NO	--	--
POSPE	NO	--	--
API10	NO	--	--
API13	NO	--	--
POSPI	NO	--	--
POSA	NO	--	--
POAJ	NO	--	--
POSC	NO	--	--
POSE	NO	--	--
API2	NO	--	--
POCV	NO	--	--
POSM	NO	--	--
ZEPIM	NO	--	--
DMUMM	NO	--	--
ZEC	NO	--	--
RICUA	NO	--	--
RIQUI	SI	1	100% (16.55)
RIZON	SI	Zona 0	100% (16.55)
MM320	SI	Zona1	100% (16.55)

Legenda

- Espacios Naturales Protegidos
 - PARE: Parques Regionales
 - RENA: Reservas Naturales
 - PAPR: Paisajes Protegidos
 - MONA: Monumentos Naturales
 - OENP: Otros Espacios Naturales Protegidos
- Red Natura 2000
 - ZEC: Zonas Especial Conservación
 - LIC: Lugares Importancia Comunitaria
 - ZEPA: Zonas Especial Protección Aves
- Planificación
 - Planes Gestión Red Natura
 - ZEPACC: ZEPA Almenara, Moreras, Cabo Cope
 - API1: API001 Noroeste de la Región de Murcia
 - API2: API002 Mar Menor y Franja Litoral Sumergida
 - API3: API003 Ríos Mula y Pliego
 - API5: API005 Relieves y Cuenca Centro Orientales
 - API6: API006 Alto Guadalentín
 - API7: API007 Cuevas de la Celia y las Yeseras
 - API10: API010 Altiplano
 - API13: Sierras de Ricote y la Navela
 - PORN con aprobación definitiva
 - POSPE: PORN San Pedro
 - POSE: PORN Sierra Espuña
 - POSPI: PORN Sierra de la Pila
 - POCA: PORN Calblanque
 - POSC: PORN Sierra del Carche
 - PORN con aprobación provisional o reinicio de procedimiento
 - POAJ: PORN Aljauque
 - POCV: PORN Carrascoy y el Valle
 - POSM: PORN Sierra de la Muela
 - POSA: PORN Saladares
 - POSS: PORN Sierra de Salinas
 - Otros Instrumentos
 - ZEPIM: ZEPIM Zonificación
- Regulación Agroambiental
 - ZVN: Zonas Vulnerables Nitratos
 - DMUMM: Decreto Medidas Urgentes Mar Menor 2017
 - AET: Área Exclusión Temporal DL 2/2019
- Dominio Público
 - MONT: Montes
 - ABRE: Abrevaderos
 - VIA: Vías Pecuarias
- Valores Naturales
 - HABI: Habitats Terrestres
- Riesgos CHS
 - MM320: Zonas Ley Protección Mar Menor DL 3-2020
 - RICUA: Riesgo Cuantitativo Campo Cartagena
 - RIQUI: Riesgo Químico Campo Cartagena
 - RIZON: Riesgo Zonificación Campo Cartagena



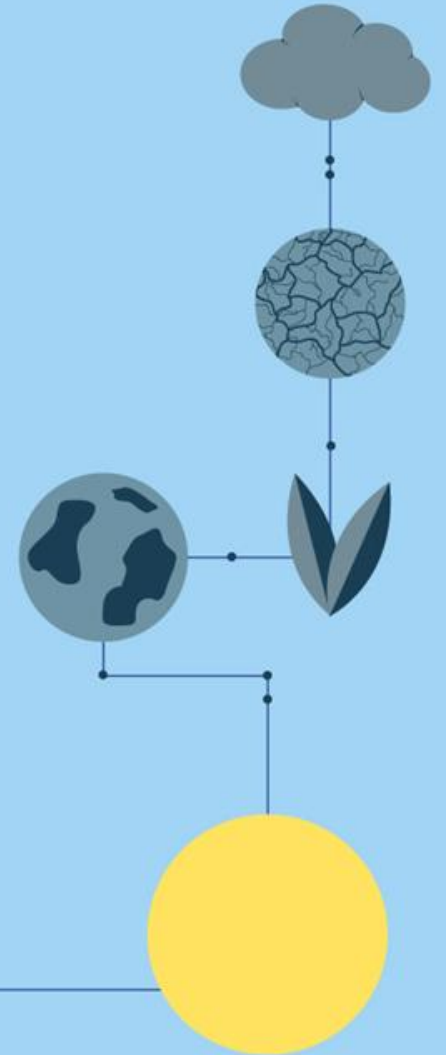
Cofinanciado por
la Unión Europea



<https://sigdata.imida.es/zvn/>

↑ Agro up!

Uso de servicios : Integración de servicios interoperables de la CHS (lluvias de las últimas 24 h el día 23/5/2025).



Cofinanciado por
la Unión Europea



Integración de servicios interoperables (precipitaciones SAIH ultimas 24 horas) en los diferentes visores desarrollados

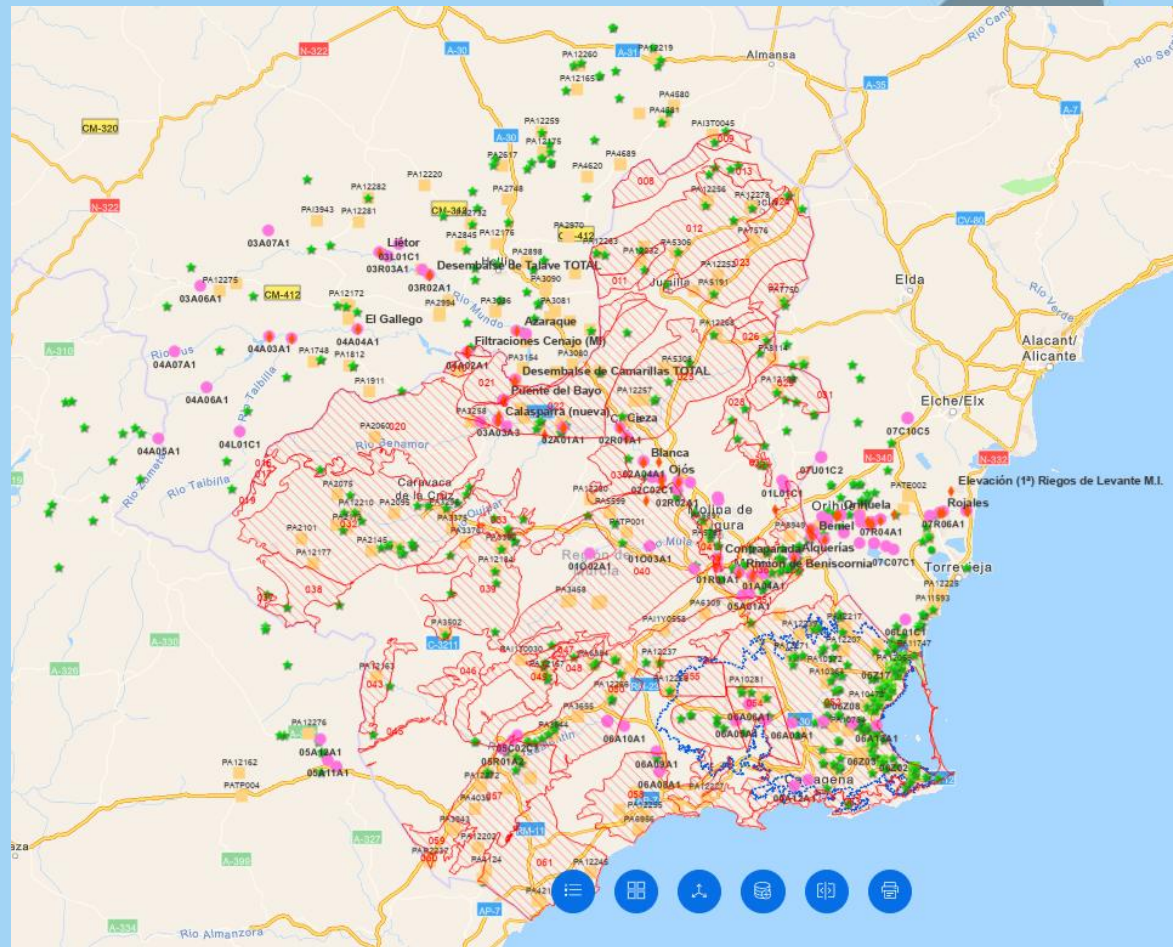
↑ Agro up!

Monitorización de niveles de nitratos en Zonas Vulnerables (ZVN)

Estudio inicial: Identificación de las zonas agrícolas más vulnerables, recopilación de la información sobre el estado de las diferentes masas de agua. Desarrollo de una aplicación (EDA) para la explotación de los datos recopilados.



Detalle de red de monitorización de calidad del agua en el Campo de Cartagena



Delimitación de Acuíferos en la Región de Murcia



Cofinanciado por
la Unión Europea



<https://sigdata.imida.es/omm/?page=Visor-EDA-Mar-Menor>

↑ Agro up!

Estudio inicial: Identificación de las zonas agrícolas más vulnerables, recopilación de la información sobre el estado de las diferentes masas de agua superficiales.

Masas Controladas: Cauces con aportes superficiales al Mar Menor.

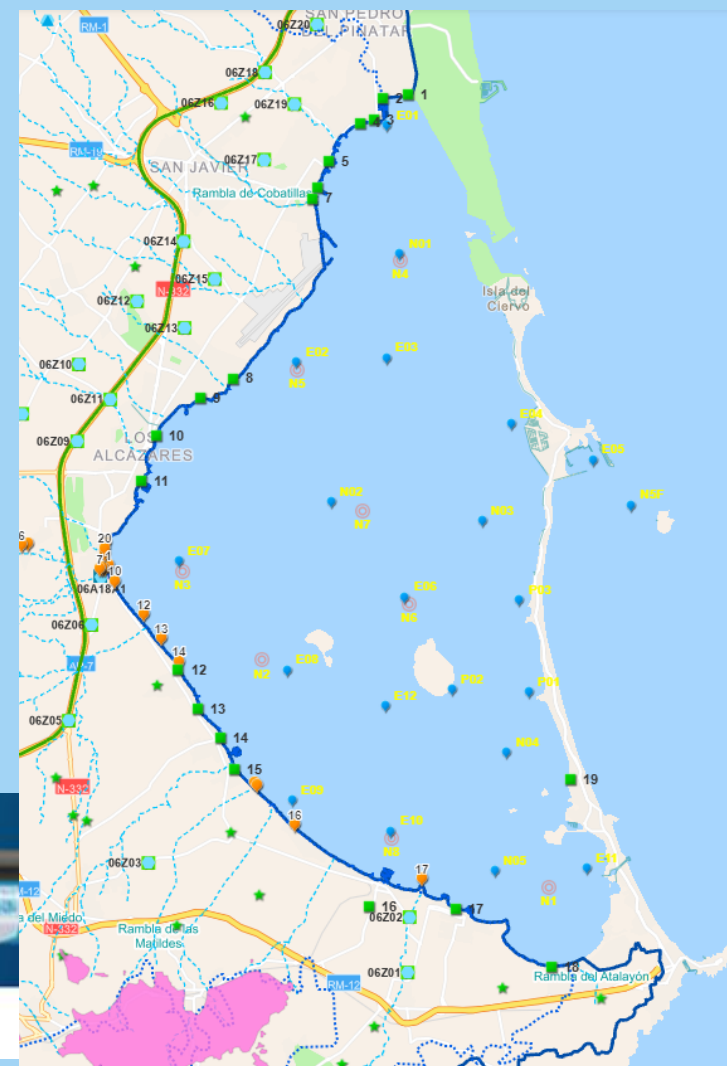
Procedencia de los datos: CHS/CARM

- Redes de control de las masas de aguas superficiales de la CHS.
- Campañas de **aforos y contaminantes** de la CARM (17 puntos).
- Toma de datos “**in situ**” mediante **sondas multiparamétricas**. (21 puntos).

Toma de datos: Desde 2018 a la actualidad

Programas de seguimiento: CARM

- Vigilancia
- Control Operativo
- Zonas Protegidas
- Aforos y contaminantes

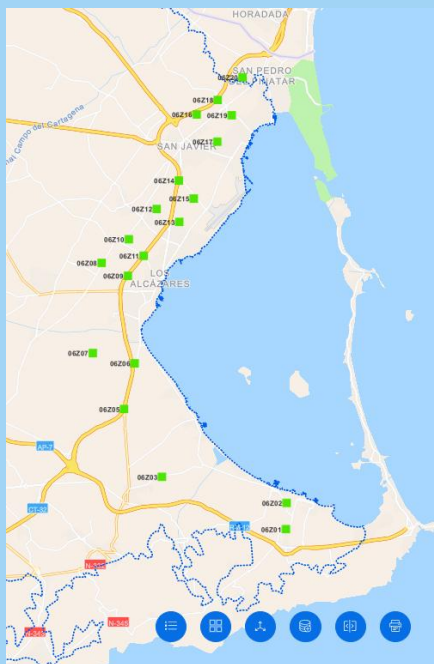


Equipos para monitorización de los niveles de nitratos en aguas superficiales y marinas

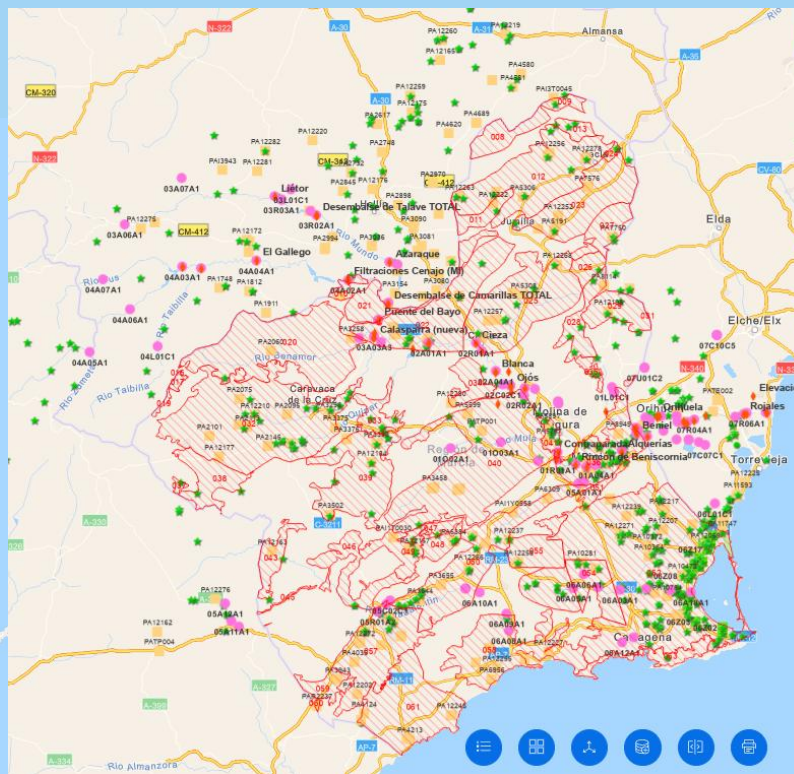
Medición de la información sobre el estado de

Medición de la información sobre el estado de

- Masas controladas: Las correspondientes a las 18 ZVN (BORM 23/12/2019).
- Procedencia de los datos: **CHS**
- ✓ Redes de control de las masas de aguas subterráneas de la C.H. del Segura.
- ✓ Toma de datos: Desde 2018 a la actualidad.
- Programas de seguimiento: **CARM**
- ✓ Vigilancia
- ✓ Control Operativo
- ✓ Zonas Protegidas



Red de piezómetros de la CHS

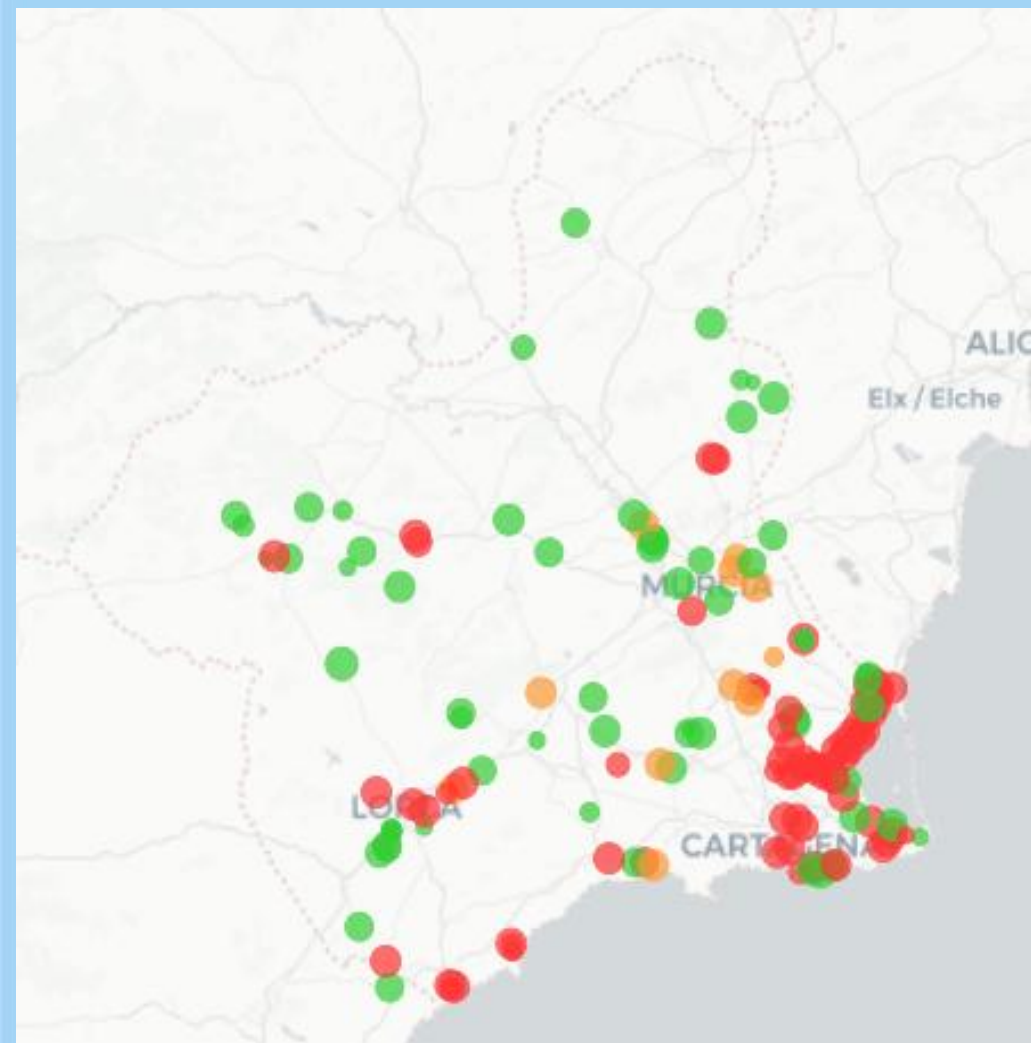


Delimitación de Acuíferos en la Región de Murcia



Delimitación de ZVN en la Región de Murcia

Estudio inicial: Identificación de las zonas agrícolas más vulnerables, recopilación de la información sobre el estado de las diferentes masas de agua. Desarrollo de aplicación para la explotación de los datos recopilados (EDA)



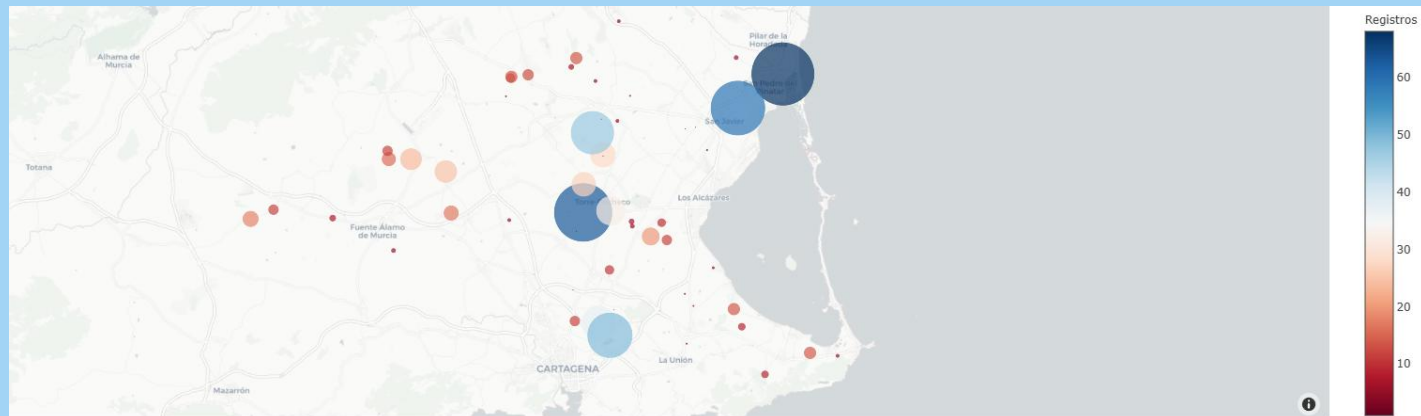
	Punto	Masa Agua	Acuífero	Programa	Fecha	Nitratos	longitud	latitud
0	AB070015	70032 - CARAVACA - Caravaca de la Cruz	REVOLCADORES-SERRATA	ABASTECIMIENTO	2023-09-19	12.00	-2.019370	38.091010
1	AB070016	70032 - CARAVACA - Caravaca de la Cruz	REVOLCADORES-SERRATA	ABASTECIMIENTO	2019-01-14	21.00	-1.961570	38.029490
2	CA07000001	70046 - Puentes - Lorca	RIO GUADALENTIN	NULL	2024-06-18	83.00	-1.753420	37.690060
3	CA07000004	70036 - VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA - Abanilla	VEGAS MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	SORDIP	2023-11-13	0.00	-1.105200	37.968580
4	CA07000005	70040 - SIERRA ESPUÑA - Mula	HERRERO	VIGILANCIA	2024-06-05	25.30	-1.503060	38.085540
5	CA07000008	70035 - CUATERNARIO DE FORTUNA - Fortuna	CUATERNARIO DE FORTUNA	SORDIP	2024-07-18	96.00	-1.119240	38.174220
6	CA07000009	70039 - BULLAS - Cehégín	BURETE	VIGI	2019-10-22	1.80	-1.807930	38.016580
7	CA07000016	70061 - CUBETA DE PULPI - Pulpí	CUBETA DE PULPI	SORI	2023-08-30	3.30	-1.728450	37.405910
	Punto	Masa Agua	Acuífero	Programa	Fecha	Nitratos	longitud	latitud
138	CA07NI-56	70057 - Alto Guadalentín - Lorca	ALTO GUADALENTÍN	SORDIP	2023-08-28	2.30	-1.733900	37.609330
139	CA07NI-56S	70057 - Alto Guadalentín - Lorca	ALTO GUADALENTÍN	SORDIP	2023-08-28	5.40	-1.732750	37.613510
140	CA07NI-57	70057 - Alto Guadalentín - Lorca	ALTO GUADALENTÍN	SORDIP	2024-06-18	146.00	-1.661390	37.662770
141	CA07NI-62	70061 - CUBETA DE PULPI - Pulpí	CUBETA DE PULPI	NITRANET	2024-07-25	171.00	-1.735900	37.444300
142	CA07NI-PEP	70041 - VEGA ALTA DEL SEGURA - Molina de Segura	ESPUÑA-MULA	NITRANET	2024-07-16	14.20	-1.266140	38.090960
143	G-1	70063 - SIERRA DE CARTAGENA - Cartagena	ESCOMBRERAS	NITRANET	2021-12-02	100.00	-0.889950	37.582980
144	PC-073009703	70050 - BAJO GUADALENTÍN - Alhama de Murcia	BAJO GUADALENTIN	NULL	2020-03-05	1.90	-1.449530	37.765450
145	PC-073311901	70061 - CUBETA DE PULPI - Pulpí	AGUILAS-CALA REONA	NITRANET	2020-06-15	277.80	-1.610370	37.404690
146	RP-1	70063 - SIERRA DE CARTAGENA - Cartagena	ESCOMBRERAS	NITRANET	2024-07-15	30.00	-0.889730	37.582820
147	RP-3	70063 - SIERRA DE CARTAGENA - Cartagena	ESCOMBRERAS	SORDIP	2024-07-15	85.00	-0.884090	37.584980

Niveles de nitratos en los acuíferos según los datos de la CHS

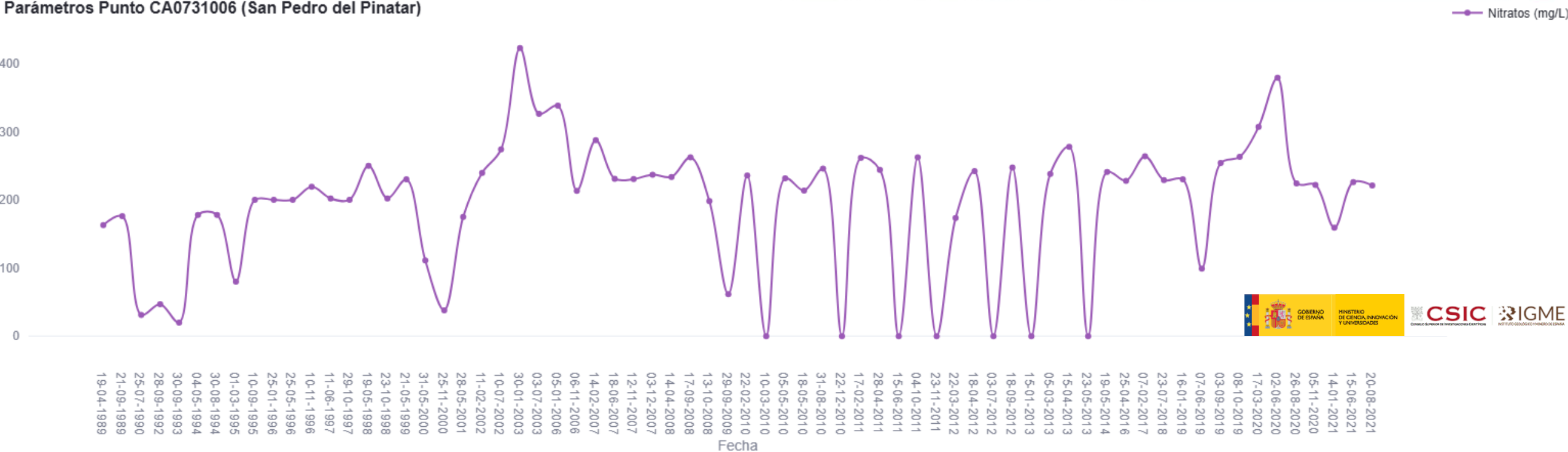
↑ Agro up!

Estudio inicial: Identificación de las zonas agrícolas más vulnerables, recopilación de la información sobre el estado de las diferentes masas de agua.

Desarrollo de aplicación de ciencia de datos para la explotación de los datos recopilados (EDA).



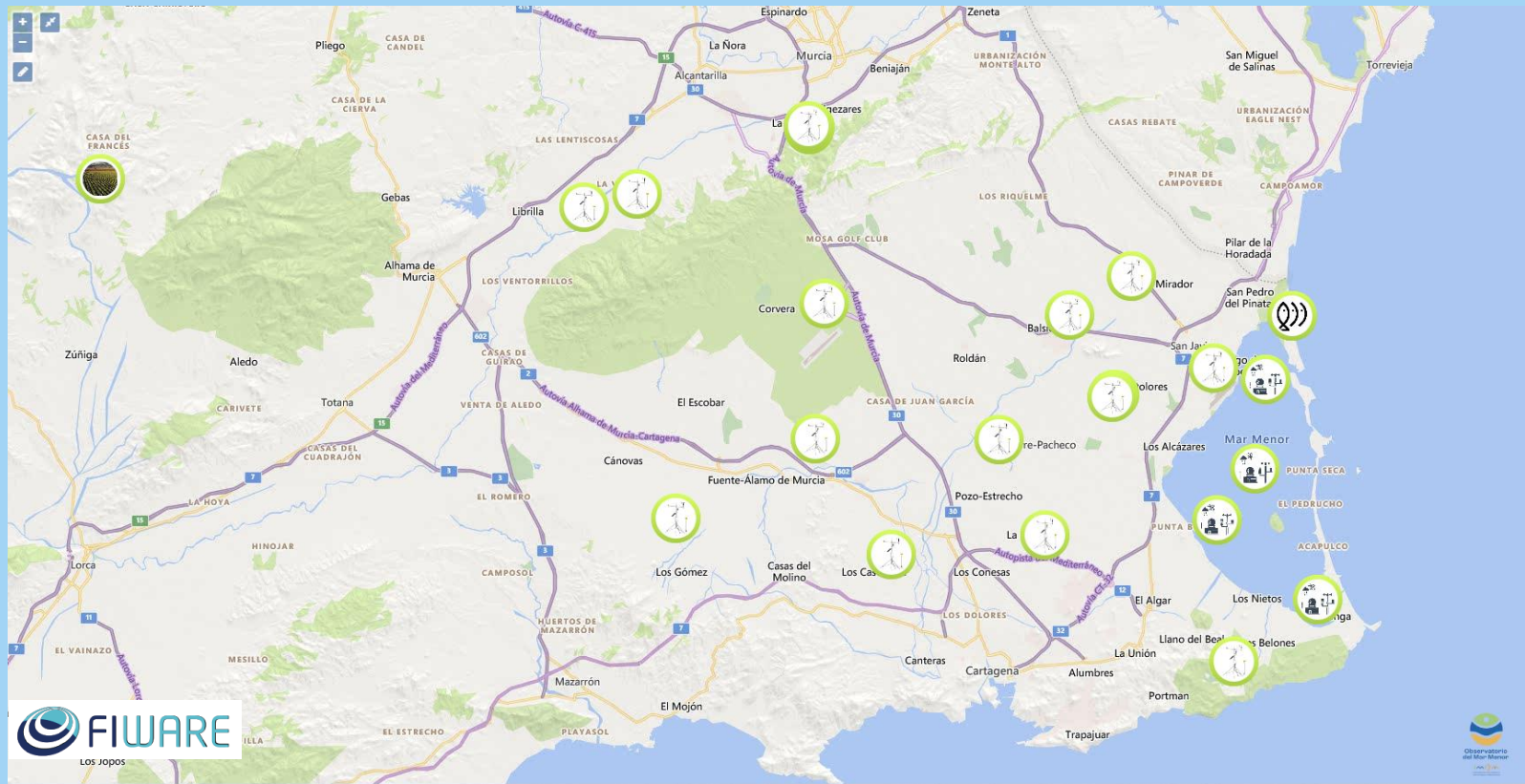
Parámetros Punto CA0731006 (San Pedro del Pinatar)



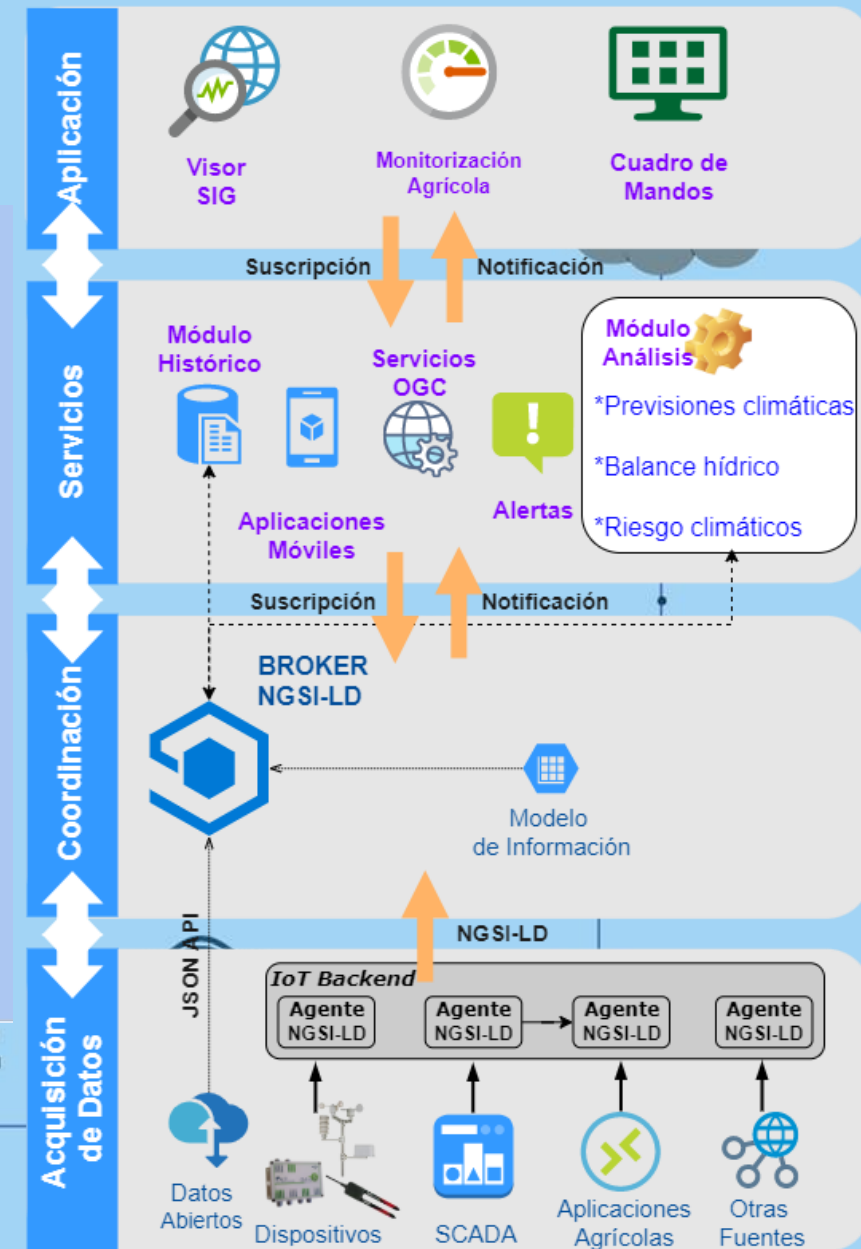
Evolución de los niveles de nitratos en los acuíferos según los datos del IGME

↑ Agro up!

Despliegue de sensores IoT: Instalación de nuevos sensores para recolectar datos en tiempo real sobre las condiciones del suelo, agua y el ambiente.



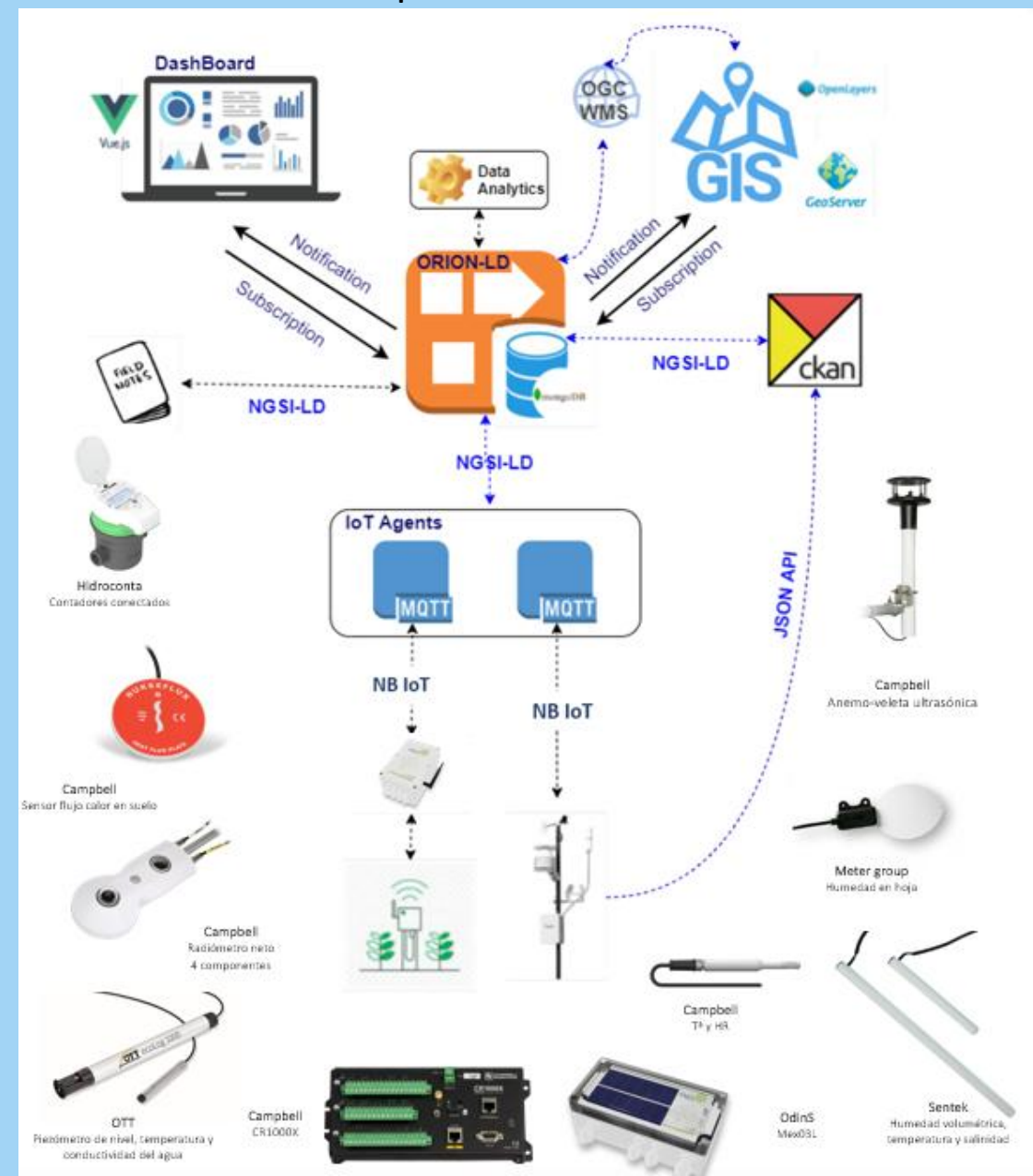
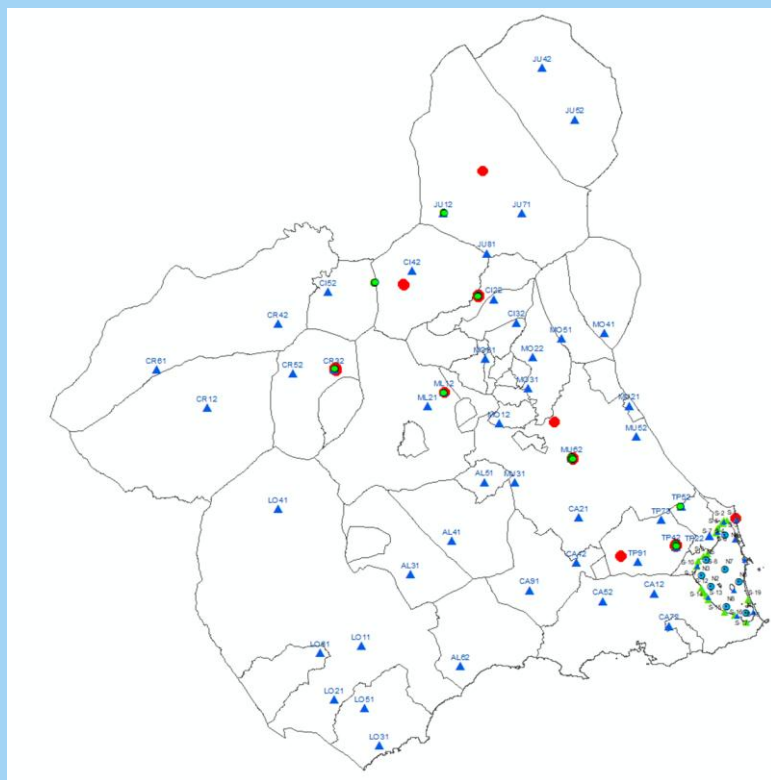
El uso de una **plataforma IoT**, basada en interfaces y protocolos estándar y abiertos (FIWARE), permite la integración de fuentes de información heterogéneas.



↑ Agro up!

Despliegue de sensores IoT: Instalación de nuevos sensores para recolectar datos en tiempo real sobre las condiciones del suelo, agua y el ambiente.

- Estaciones agroclimáticas: 55 * (T,HR,P,VV,DV,RAD)
- Sensores en parcelas experimentales: 207
- Piezómetros: 19 * (Nivel,Tª,CE)
- Boyas de nivel del agua: 8 (Nivel)
- Boyas perfiladoras: 8 * (Nivel,Tª,CE,O,Cla)

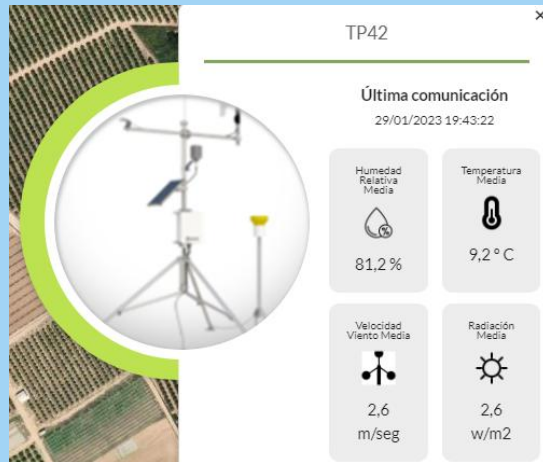


Cofinanciado por
la Unión Europea

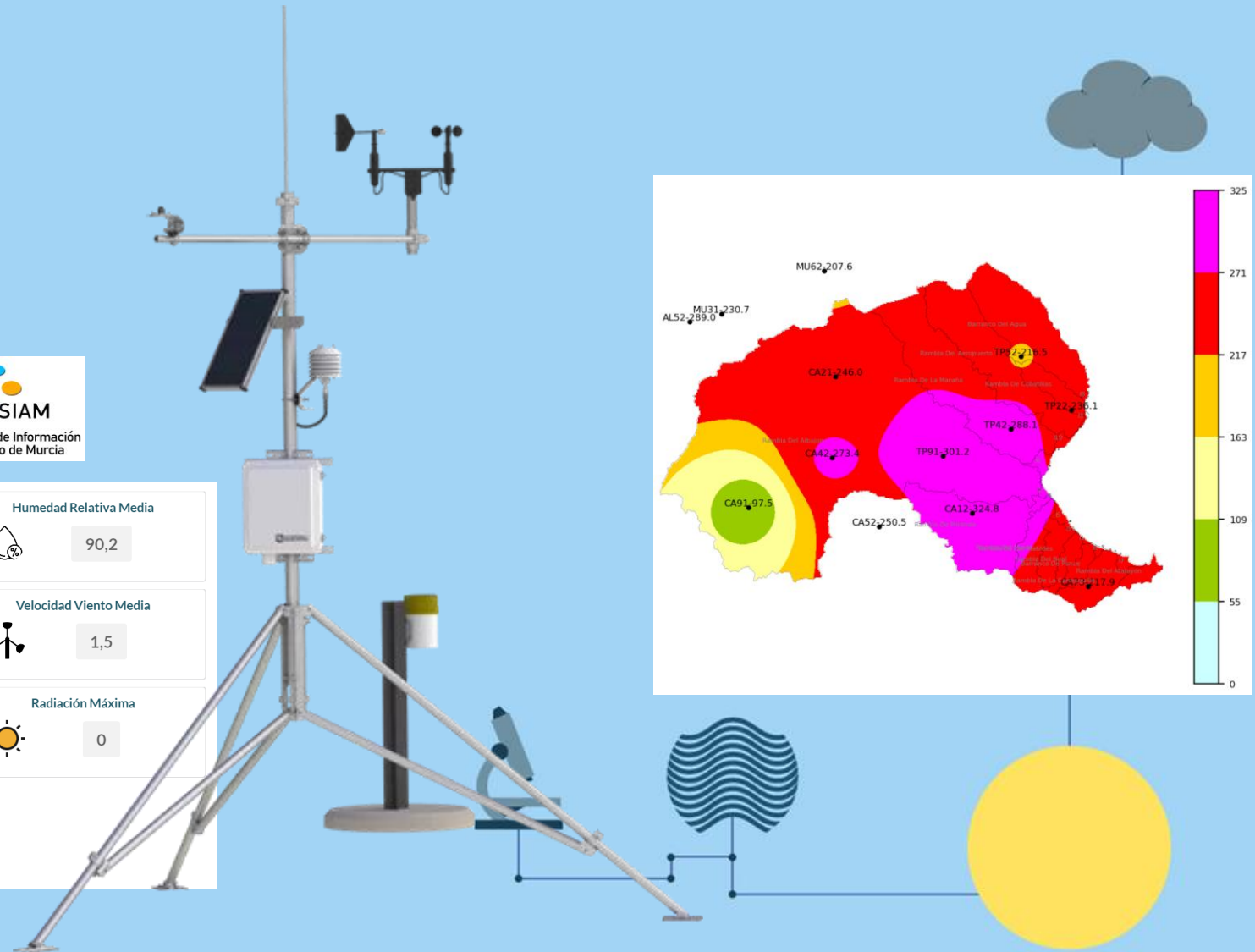


↑ Agro up!

Despliegue de sensores IoT: Instalación de nuevos sensores para recolectar datos en tiempo real sobre las condiciones del suelo, agua y el ambiente.



Temperatura Mínima 0,7	Temperatura Máxima 1,2	Precipitación 0	Humedad Relativa Media 90,2
Humedad Relativa Máxima 90,9	Humedad Relativa Mínima 89,4	Temperatura Media 1	Velocidad Viento Media 1,5
Velocidad Viento Máximo 2,5	Dirección Viento Medio 270,9	Radiación Media 0	Radiación Máxima 0
Punto Rocio -0,5	Déficit Presión Vapor 0,1	Evapotranspiración 1,5	



Cofinanciada por
la Unión Europea



Instituto Murciano de
Investigación y Desarrollo
Agrario y Alimentario



<http://siam.imida.es/>

Objetivo: Despliegue de sensores IoT: Instalación de nuevos sensores para la monitorización acuífero cuaternario (Mar Menor).

Aumentar el número de sondeos con el fin de implementar la caracterización geológica e hidrogeológica del acuífero cuaternario y su monitorización para una mejor comprensión de su interacción con el Mar Menor

Acciones:

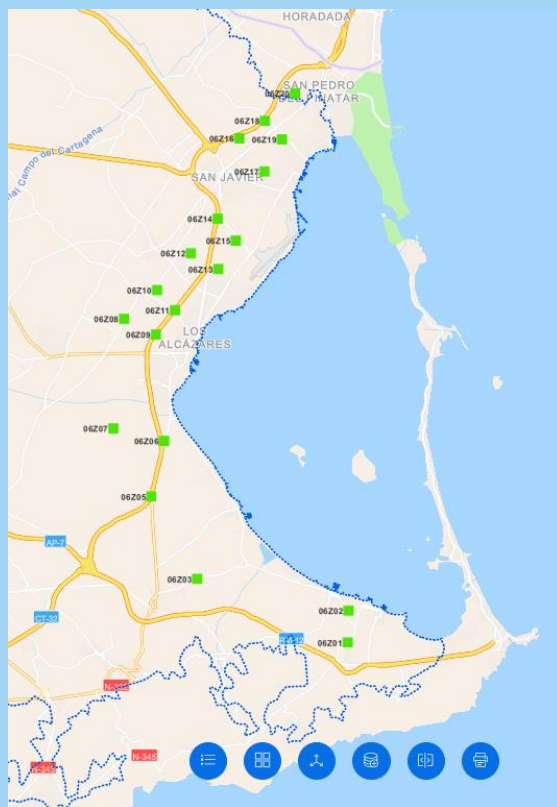
En 2022 se realizaron 6 parejas de sondeos, sondeos, y un sondeo único, en el marco del "proyecto de ejecución para implantación de tecnologías de agricultura de precisión y control del acuífero (CARM)".

En 2024 se realizaron **19 sondeos en el borde del litoral del Mar Menor**, que en la actualidad se están terminando de configurar las sondas para medir en continuo diversos parámetros y su implementación en el visor del OMM.



Despliegue de sensores IoT: Instalación de nuevos sensores Intensificación de la monitorización de nitratos aguas subterráneas y el Mar Menor. Sensorización de 19 sondeos en el borde litoral.

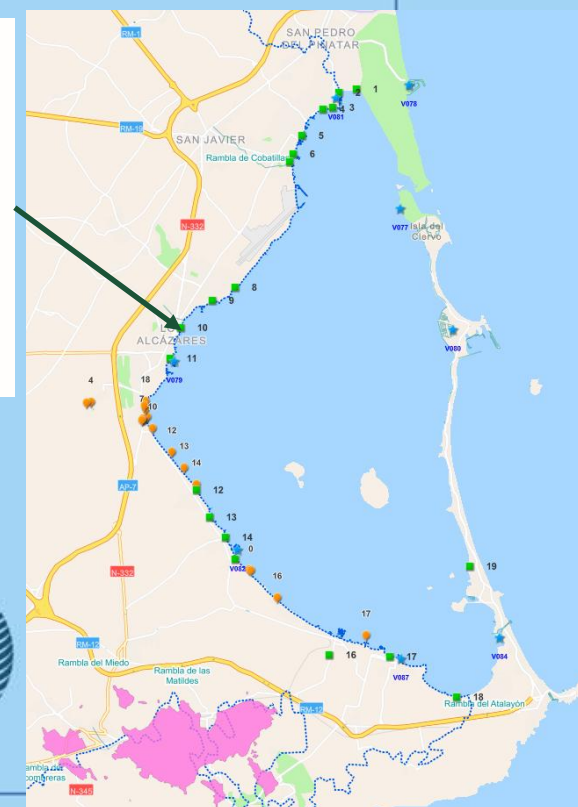
Caracterización geológica e hidrogeológica del acuífero cuaternario para su monitorización en la zona de interacción con el Mar Menor. En la actualidad se está terminando de configurar las 19 sondas para medir en continuo diversos parámetros (Nivel de agua, CE, salinidad y TSD).



Red de piezómetros de la CHS



AQUAPROBE AP-2000-D:

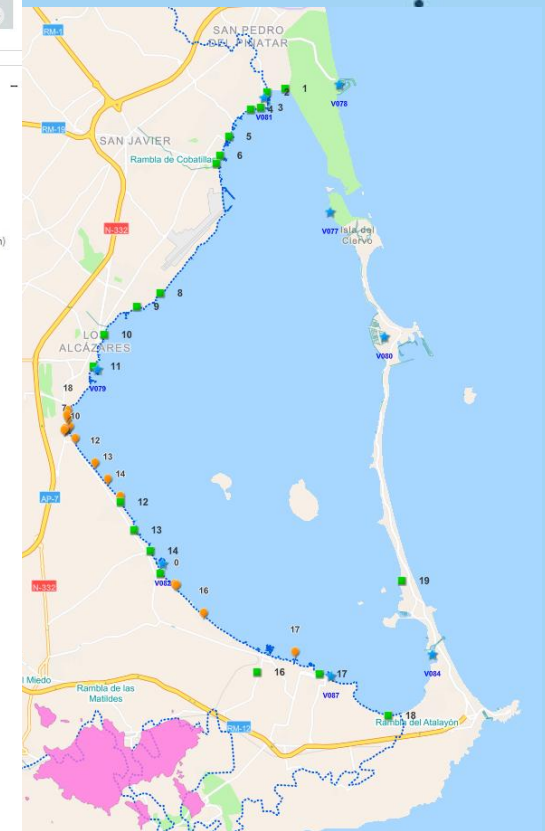
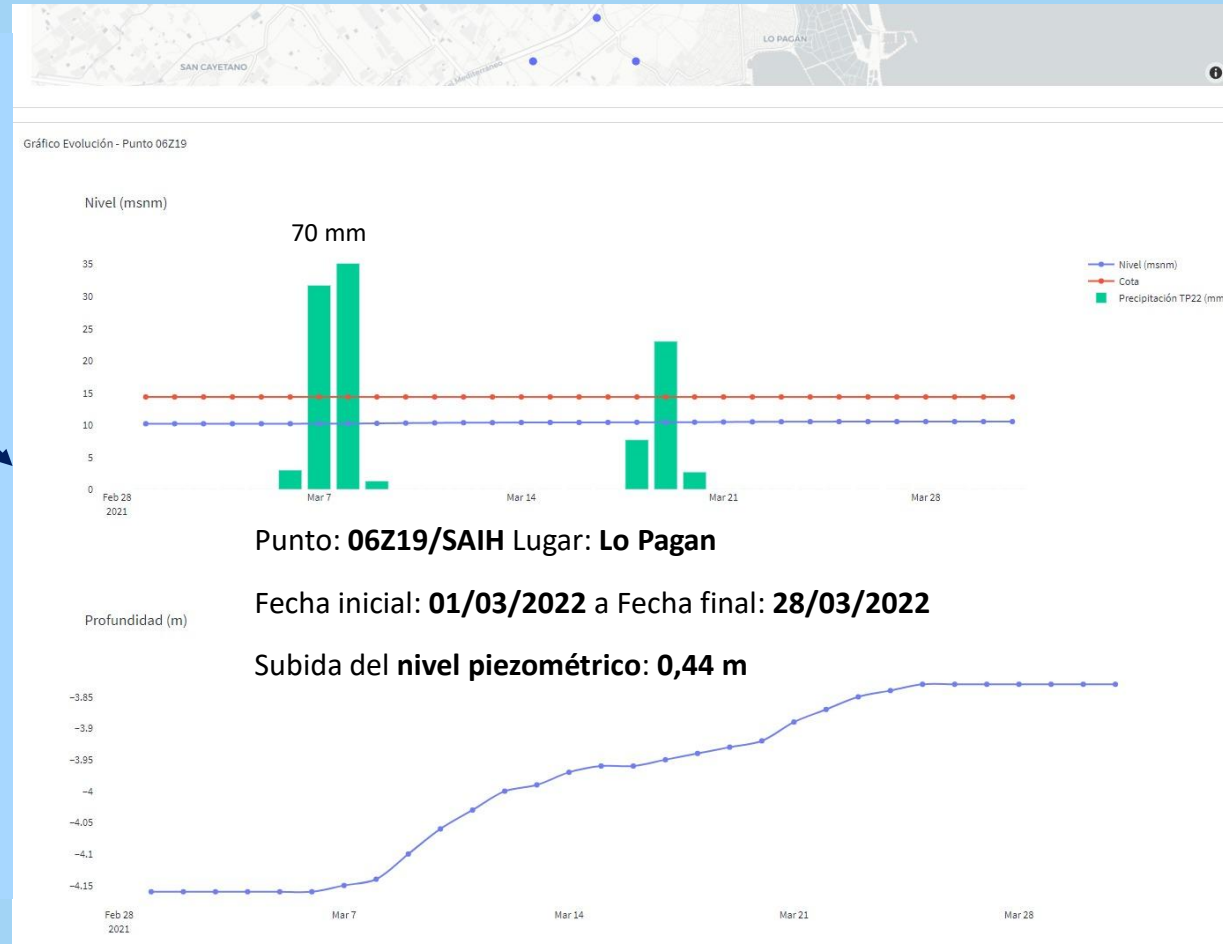
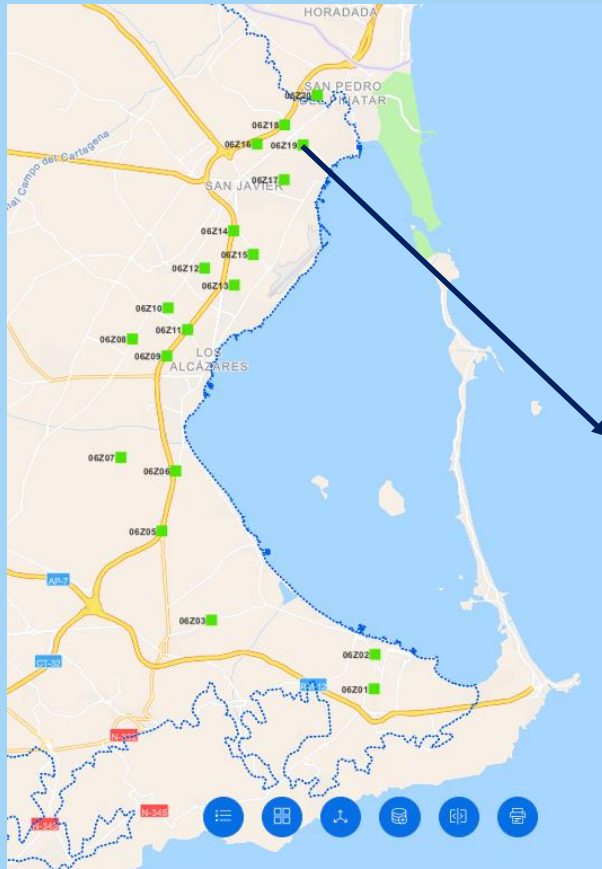


Red de piezómetros de la CARM

↑ Agro up!

Despliegue de sensores IoT: Explotación de los datos de la monitorización de nitratos aguas subterráneas y el Mar Menor en la plataforma EDA.

Caracterización geológica e hidrogeológica del acuífero cuaternario para su monitorización en la zona de interacción con el Mar Menor. En la actualidad se está terminando de configurar las 19 sondas para medir en continuo diversos parámetros (Nivel de agua, CE, salinidad y TSD). Desarrollo de aplicación de ciencia de datos para la explotación de los datos recopilados



Cofinanciado por
la Unión Europea



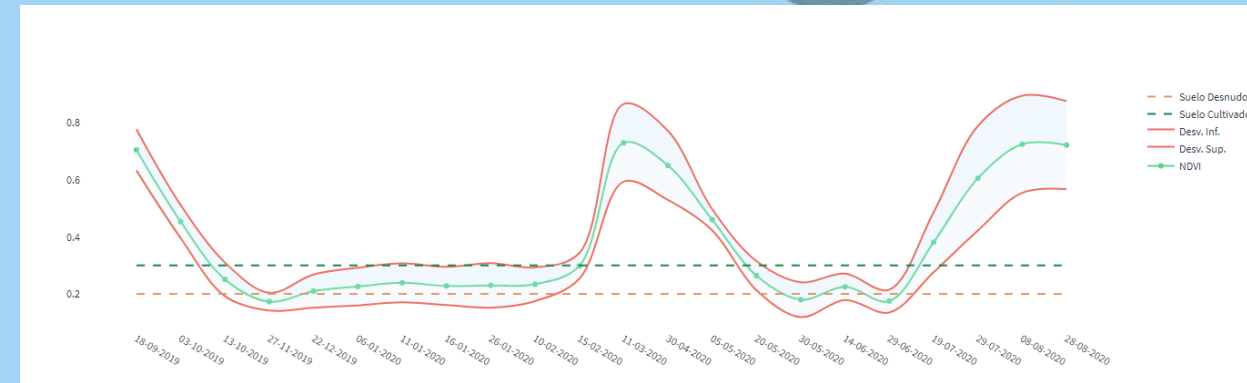
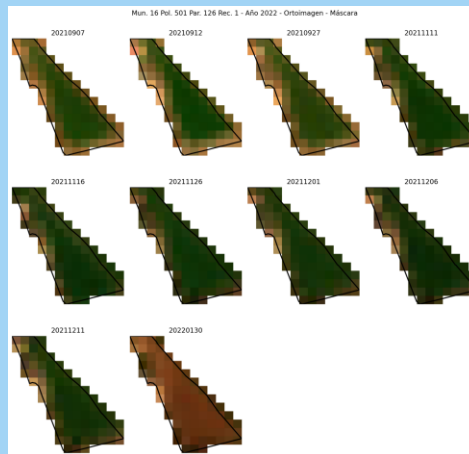
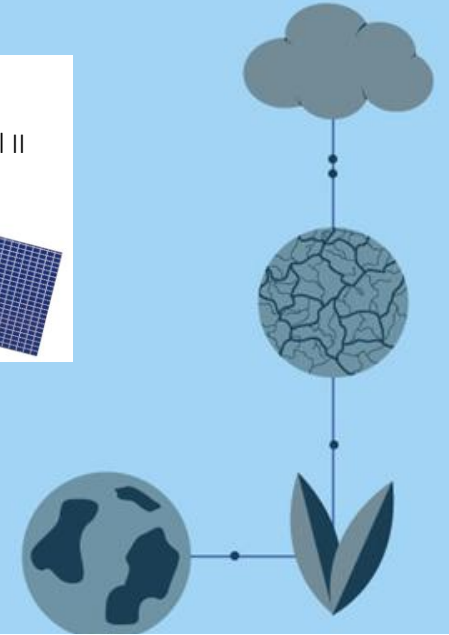
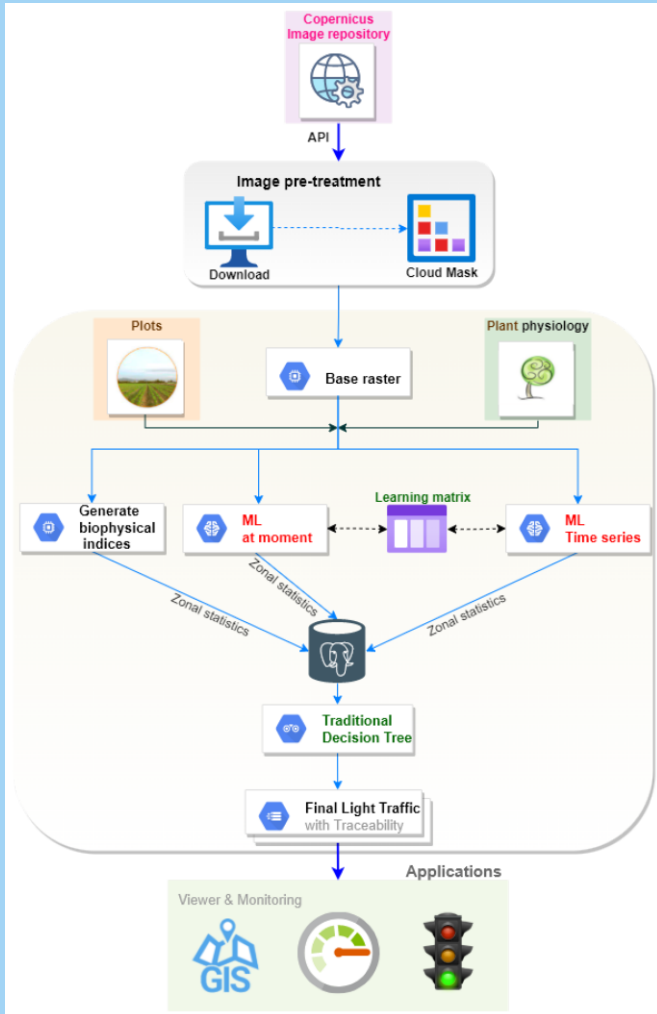
Instituto Murciano de
Investigación y Desarrollo
Agroalimentario



<https://sigdata.imida.es/omm/?page=Visor-EDA-Mar-Menor>

↑ Agro up!

Desarrollo de herramientas de ciencia de datos: Desarrollo de algoritmo de seguimiento de calidad del agua del Mar Menor y la ciencia de datos aplicada mediante análisis exploratorio de datos (EDA).



Cofinanciado por
la Unión Europea



Instituto Murciano de
Investigación y Desarrollo
Agropecuario y Medioambiental



<https://sigdata.imida.es/omm/?page=Visor-EDA-Mar-Menor>

↑ Agro up!

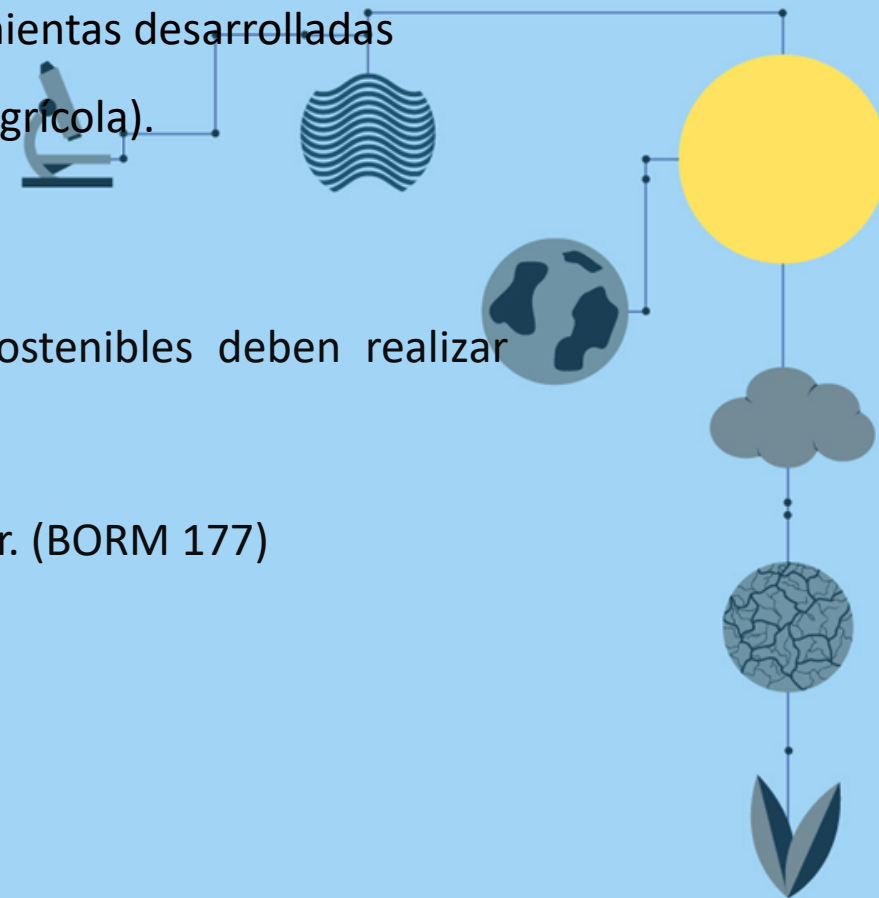
Formación y capacitación: Enfocado a técnicos sobre el uso de las herramientas desarrolladas (QGIS en la EAP de 45 horas para los técnicos de Producción y Nutrición Agrícola).

Aplicación de QGIS para controles de campo

Desde la Subdirección General de Producción y Nutrición Agrícola Sostenibles deben realizar diferentes tipos de controles de campo relativas a:

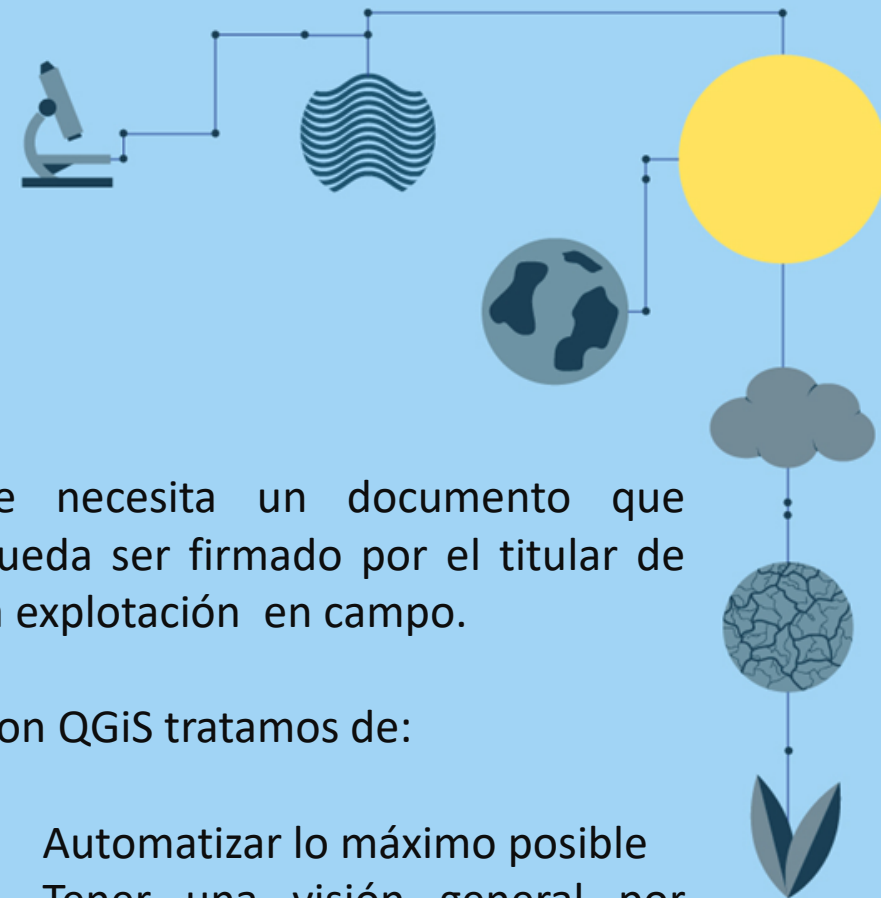
- Capítulo V de la Ley 3/2020 de 27 de junio de protección al Mar Menor. (BORM 177)
- Programa de control de nitratos en zonas vulnerables
- Orden de 16 de junio de 2016 (BORM 140)
- Orden de 23 de diciembre de 2019 (BORM 298)
- Anexo V de la Ley 1/2018 (BORM 36)

Se quiere automatizar en la medida de lo posible la visita de campo , teniendo una visión integral de la finca inspeccionada y almacenar toda la información en una base de datos.



↑ Agro up!

Desarrollo de aplicación de QGIS para controles de campo y formación básica en QGIS en la EAP

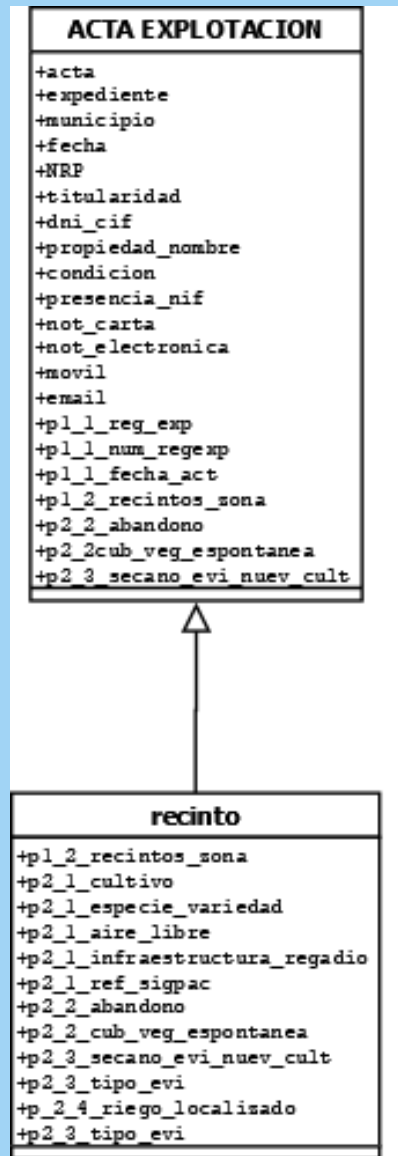


Se necesita un documento que pueda ser firmado por el titular de la explotación en campo.

Con QGIS tratamos de:

- Automatizar lo máximo posible
- Tener una visión general por fotointerpretación del recinto
- Consultar otras bases de datos
- Generar un documento de campo que pueda ser firmado “in situ”.

ARQUITECTURA DE LA APLICACION DE CAMPO



- Diseño de un modelo de datos que reproduzca lo planteado en la encuesta. Se ha tomado como ejemplo la encuesta Capítulo V de la Ley 3/2020 de 27 de junio de protección al Mar Menor (BORM 177).
- El modelo de datos se ha implementado mediante una tabla PostGiS pero se tiene pensado su transformación en Geopackage para ser más cómodo y trabajar sin conexión.
- Se ha realizado un modelo conceptual en el que el recinto es la “entidad” espacial a tener en cuenta basándonos en la base cartográfica de SIGPAC. Y una entidad mayor, “ACTA EXPLOTACION” que se conforma por varios recintos.
- Por tanto, la arquitectura propuesta es un modelo conceptual en el que se han convertido en atributos las preguntas de la encuesta que se ha tomado como ejemplo en la entidad “RECINTO” (más de 100 atributos) y se ha relacionado con la entidad superior “EXPLOTACIÓN AGRÍCOLA”

Contactos:

- Proyecto: Manuel Erena
- Desarrollos visores y ciencia de datos: F. Javier López
- Desarrollos IoT : Juan A. López
- Seguimiento nitratos: F. Javier Cuesta
- Formación QGIS: Zaida Hernández

Correo electrónico: manuel.arena@carm.es
Correo electrónico: franciscoj.lopez26@carm.es
Correo electrónico: juanantonio.lopez@carm.es
Correo electrónico: fjavier.cuesta@carm.es
Correo electrónico: zaida.hernandez@carm.es

Web:

<https://sigdata.imida.es/omm/>
<https://geoportal.imida.es/crcc/>
<https://omm-murcia.hub.arcgis.com/>
<https://geoportal.imida.es/eda/>
<https://sigdata.imida.es/zvn/>