

# Life NIRVANA. Reducción in situ de los nitratos en aguas subterráneas mediante nanopartículas de Fe<sup>0</sup>

## Autores:

E. Mena<sup>1</sup>, P. Cascales<sup>1</sup>, I. Hurtado<sup>2</sup>, A. Barrera<sup>2</sup>, D. Sánchez<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>Aguas de Murcia, Plaza Circular, 9, 30008, Murcia, Spain [eva.mena@emuasa.es](mailto:eva.mena@emuasa.es) [pablo.cascales@emuasa.es](mailto:pablo.cascales@emuasa.es)  
<sup>2</sup>Aquatec, Avda. Teniente Montesinos, 8. Edificio Z, Planta 7, 30100, Murcia, Spain [imhurtado@aquatec.es](mailto:imhurtado@aquatec.es) [abarrera@aquatec.es](mailto:abarrera@aquatec.es)  
<sup>3</sup>Cetaqua Andalucía, C/ Severo Ochoa, 7, 29590, Málaga, Spain [dsanchezga@cetaqua.com](mailto:dsanchezga@cetaqua.com)

Visit the website of the LIFE Nirvana project at [www.life-nirvana.eu](http://www.life-nirvana.eu) or scan this code



## Introducción y objetivos

En el área Mediterránea las zonas con agricultura intensiva que además sufren de escasez severa y cíclica de agua, la degradación de los cuerpos de agua por NO<sub>3</sub> empeora el estrés hídrico y limita el crecimiento económico.

El Proyecto Nirvana *In situ nano-enhanced bioremediation for nitrate impaired aquifers due to agricultural activity* está co-financiado por el Programa LIFE, cuyo objetivo es reducir la concentración de NO<sub>3</sub> en acuíferos contaminados a través de una tecnología novedosa de remediación in situ respetuosa con el medio ambiente, basada en la mejora de la desnitrificación biológica mediante la dosificación de nanopartículas de hierro cero-valente (ZVI).

La aplicación de esta tecnología permitirá el uso de las aguas subterráneas para fines más exigentes con la calidad, como el suministro de agua potable, contribuyendo a una gestión más sostenible de los recursos hídricos. El proyecto NIRVANA está abordando este objetivo mediante el diseño, la construcción y la operación de un sitio de desnitrificación a escala piloto en un acuífero poroso contaminado con nitratos de origen agrícola, que se ha considerado representativo de los acuíferos contaminados con nitrógeno a nivel europeo.

## Metodología

La planta piloto del proyecto se encuentra en una antigua estación depuradora (EDAR de Zarandona) gestionada por EMUASA en la ciudad de Murcia:

- Se perforaron 9 sondeos en diferentes ubicaciones de la EDAR (Figuras 1 y 2).

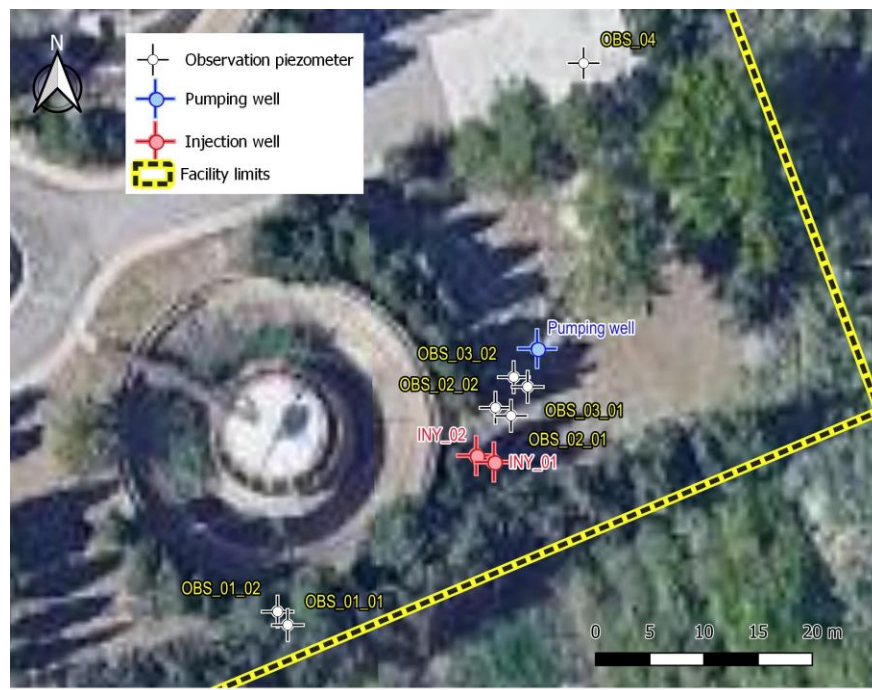


Figura 1 – Ubicación del piloto en la EDAR Zarandona. Figura 2 – Detalle del sondeo OBS\_03\_02

- Se realiza al menos un muestreo semanal en todos los sondeos. Se utilizan diferentes instrumentos para la extracción de agua durante el muestreo. (Figura 3).



Figura 3 – Equipos de muestreo

- Parámetros físicoquímicos online con CTD-Diver (nivel de agua, Tª y conductividad eléctrica). Medición in situ: pH, conductividad, Fe y SH por kit (Figura 4).

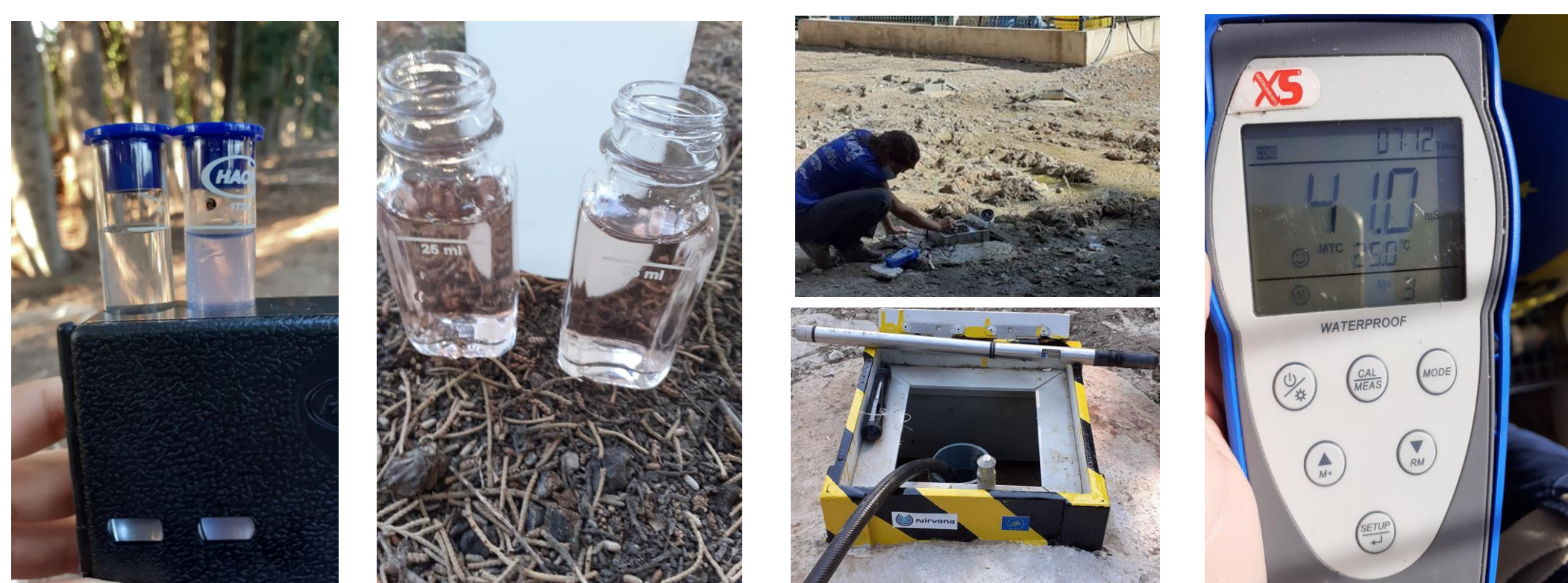


Figura 4 – Medición de parámetros físicoquímicos

- Se han realizado más de 10 inyecciones de nanopartículas en los pozos de inyección mediante bomba, después de la homogeneización de la solución de nanopartículas (Figura 5).

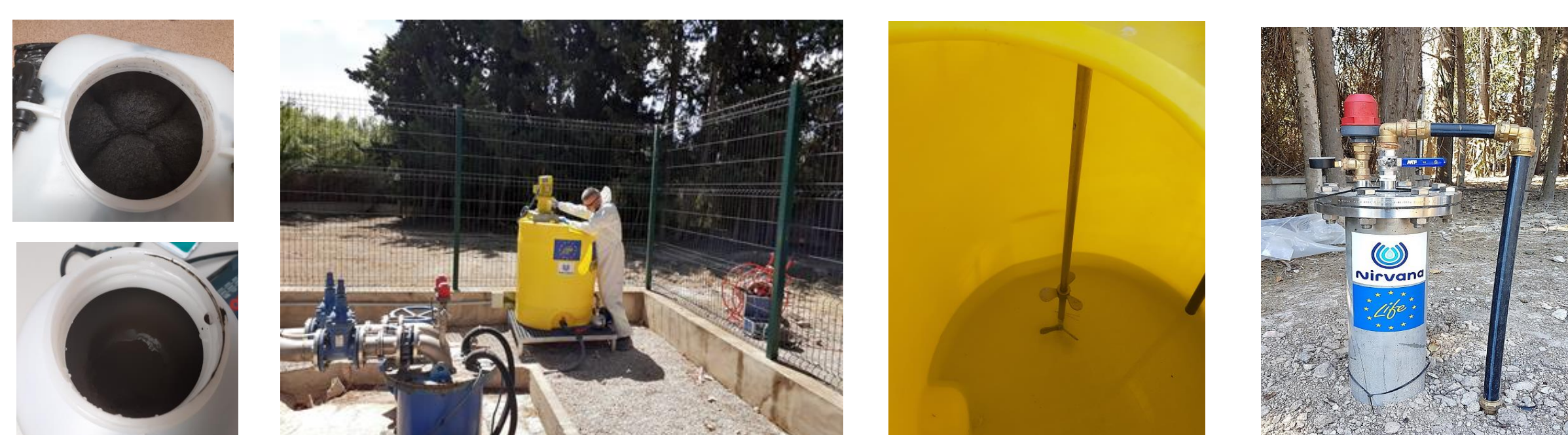


Figura 5 – Sistema de inyección de nanopartículas

- Balace iónico, COT (carbono orgánico total), NO<sub>3</sub> y alcalinidad se analizan en el laboratorio.

## Resultados

- Se realiza una serie temporal de monitoreo del piloto en una etapa inicial como un "control" y en la siguiente etapa de acción con inyecciones de nanopartículas de hierro cero-valente (ZVI).
- En la etapa de control, sin dosificación de ningún reactivo, el agua del acuífero es muy estable, siendo los principales factores de perturbación el caudal extraído para el riego y las fuertes lluvias.
- En el balance iónico, el sulfato es el anión principal que evoluciona temporalmente con conductividad eléctrica en función de la lluvia y el flujo de agua extraída para el riego.

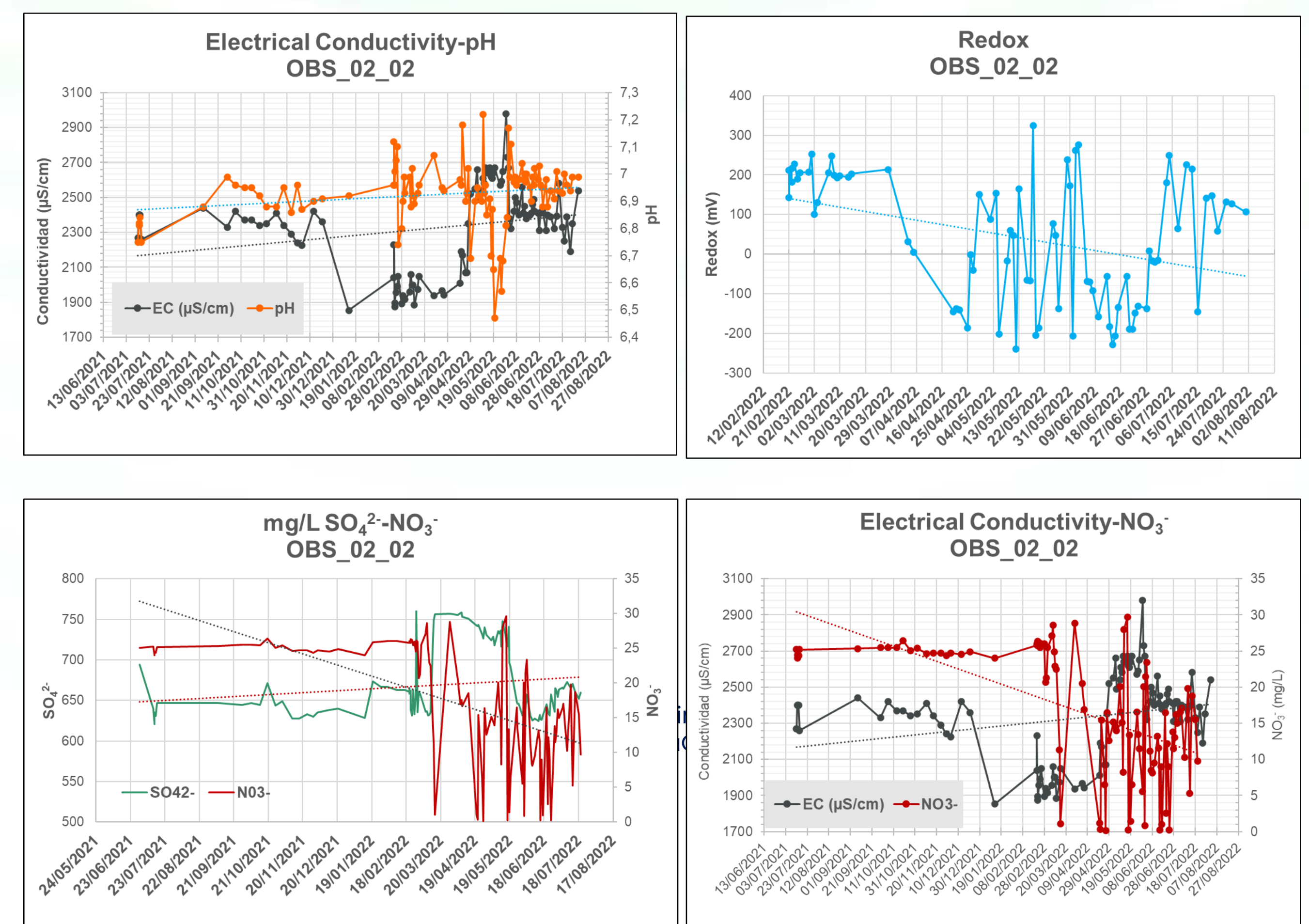


Figura 7 – Evolución temporal de los parámetros más relevantes

- El pH y el ORP permanecen estables en ausencia de inyección de nanopartículas de hierro cero-valente (ZVI), reaccionando a cada inyección con una disminución significativa que se restaura horas después.
- La evolución de los nitratos está completamente ligada a la inyección de nanopartículas de hierro cero-valente (ZVI), así:
  - En la etapa de control, observamos valores estables entre 25-28 mg/l y fluctuando solo con los flujos extraídos del acuífero.
  - En la fase de inyección de nanopartículas de hierro junto con acetato de sodio, se obtienen disminuciones de nitrato del 95-100%, siempre puntualmente 24 horas después de la inyección de las nanopartículas de hierro cero-valente (ZVI).

## Conclusiones

- Se ha validado la operación piloto, así como las rutinas de muestreo, inyección y análisis.
- El agua del acuífero es estable en sus características físicoquímicas y balance iónico. Solo se ven modificadas cuando inyectamos nanopartículas de hierro cero-valente (ZVI) o la combinación de nanopartículas + acetato de sodio en el piloto.
- La eliminación del 95-100% del nitrato se puede lograr inyectando nanopartículas y acetato de sodio juntos, aunque de forma puntual y con un efecto temporal limitado a 24-48h a partir de la inyección de nanopartículas de hierro cero-valente (ZVI).
- A raíz de estos resultados, es necesario identificar el mejor protocolo de inyección para lograr un mayor rendimiento a escala temporal en la reducción de nitratos, teniendo en cuenta el estudio técnico-económico de las inyecciones de nanopartículas.

## Agradecimientos y Bibliografía

El LIFE NIRVANA (LIFE18ENV/ES/000335) está cofinanciado por la Unión Europea. Coordinado por Cetaqua Andalucía y actúan como socios Aguas de Murcia (EMUASA) y Aquatec.

Bibliography: [1] Archana, Sharma, SK, Sobti, RC. (2012). Nitrate Removal from Ground Water: A Review. E-Journal of Chemistry, 9(4):1667-1675.

[2] Gibert, O, Assal, A, Devlin, H, Elliot, T, Kalin, RM. (2019). Performance of a field-scale biological permeable reactive barrier for in-situ remediation of nitrate-contaminated groundwater. Sci. Total Envi., 659:211-220.

[3] Liu, Y, Feng, C, Sheng, Y, Dong, S, Chen, B, Hao, C. (2018). Effect of Fe(II) on reactivity of heterotrophic denitrifiers in the remediation of nitrate- and Fe(II)-contaminated groundwater. Ecotox. and Environ. Safety, 166:437-445.