



Ayudas para la realización de proyectos de interés colaborativo en el ámbito de los ecosistemas de innovación de los Centros de Excelencia Internacional

Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020)

Proyecto cofinanciado en un 80% por fondos del Programa Operativo FEDER de Andalucía 2014-2020



Convocatoria 2020

Referencia del proyecto	Título del proyecto	Objetivos	Investigador responsable	Importe concedido
PYC20_RE 032_UHU	ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA PARA LA MEJORA DEL ESTADO DEL RÍO ODIEL (AIHODIEL)	<p>Principal objetivo: adquirir información hidrológica e hidroquímica que permita planificar medidas de restauración para eliminar los niveles de contaminación y analizar los efectos de estas medidas a escala de la cuenca. Ello contribuirá a la mejora ambiental del estado de la red fluvial del río Odiel y, al mismo tiempo, posibilitará una mejor gestión de los recursos hídricos de la cuenca. Se establecen dos objetivos específicos que tienen como punto común la adquisición de información hidrológica (principalmente caudales y características hidroquímicas del agua) para:</p> <ol style="list-style-type: none">1) El diseño de plantas DAS para el tratamiento en focos puntuales de contaminación minera situados en Montes Públicos. Las plantas basadas en la tecnología DAS han mostrado un buen resultado para el tratamiento de los focos puntuales de aguas ácidas con condiciones extremas en la cuenca del Odiel. Según la experiencia que ya tenemos, uno de los principales problemas a la hora de la construcción de las plantas DAS es la propiedad del terreno, por ello se plantea en primer lugar disponer de la información necesaria para la construcción de plantas DAS en vertidos mineros donde no existe este problema.2) La elaboración de un modelo hidrogeoquímico a escala de cuenca que permita reproducir las condiciones de la red fluvial en distintas condiciones hidrológicas. La realización de este modelo permitirá evaluar la repercusión de las posibles medidas de restauración de determinadas zonas mineras en el conjunto de la cuenca, así como disponer de información poder realizar una adecuada gestión de los recursos hídricos.	CARLOS RUIZ CÁNOVAS	93.739,00€



AYUDAS A LA I+D+i, EN EL ÁMBITO DEL PLAN ANDALUZ DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN (PAIDI 2020)



CONVOCATORIA 2020: Ayudas a proyectos de I+D+i en el Ámbito de Ecosistemas de Innovación de los Centros de Excelencia Internacional (CEI)

RESULTADOS DEL PROYECTO – PYC 2020

01. Diseño de plantas de tratamiento.

Tarea 1. Caracterización de vertidos puntuales

Durante el proyecto se han realizado muestreos mensuales en los diferentes vertidos seleccionados (Poderosa, Confesionarios, San Telmo, y Monteromero, y se ha procedido a la instalación de canales Parshalls para monitorizar el caudal. En los mismos, se han determinado los parámetros físico-químicos (pH, T^a, pH, conductividad eléctrica, potencial redox y oxígeno disuelto) y se han tomado muestras para determinar la concentración disuelta y particulada. El principal problema en esta tarea son las condiciones de estiaje tan severas en el periodo de estudio, que han hecho que estos vertidos puntuales se hayan secado en algunos de los casos y se ha impedido la colección de datos. Con los datos existentes, se observa que las características físico-químicas de los vertidos varían en función del caudal, como consecuencia de los procesos de formación y lavado de sales que se forman en las zonas mineras a consecuencia de la alternancia de periodos secos y húmedos.

Tarea 2. Dimensionamiento de las plantas de tratamiento





A partir de la información obtenida en la tarea 1, se ha realizado el dimensionamiento de las plantas de tratamiento basados en la tecnología DAS (Disperse Alkaline Substrate) en vertidos puntuales. De este modo, se calculó a partir de los datos de caudal y de concentración de Fe y Al, la acidez neta del vertido a tratar, que es el parámetro más importante a la hora del dimensionamiento de las plantas de tratamiento. A partir de los valores mínimos y máximos de acidez neta, se realizó un diseño de planta de tratamiento, consistente en: i) una laguna de oxidación natural (*natural Fe oxidation lagoon, NFOL*), cuya función es la oxidación de Fe(II) a Fe(III) para facilitar su retirada mediante la precipitación de fases minerales de Fe, ii) tanques reactivos rellenos de material alcalino (e.g., caliza, magnesia, etc.), que buscan forzar el aumento de pH del agua, reduciendo la solubilidad de los metales y iii) decantadores, ubicados aguas debajo de los tanques reactivos, facilitan la precipitación y posterior sedimentación de las fases minerales de Fe y Al tras subir el pH en los tanques.

02. Construcción de un modelo hidrogeoquímico

Tarea 3. Realización de muestreos detallados en la red fluvial

Se han realizado diferentes muestreos detallados en la red fluvial del río Odiel. Con la información obtenida, se ha realizado un mapa de afección por contaminación minera en el cuenca del río Odiel (Figs. 3 a 5) donde se representa el grado de contaminación de los diferentes cursos fluviales que componen el río Odiel. Esta información se ha desglosado por subcuencas (Odiel, Oraque y Meca), delimitando aquellos cursos de agua afectado por contaminación minera de aquellos que sufren una afección leve o no sufren ningún tipo de contaminación. Esta determinación de los niveles de contaminación ha ayudado a priorizar las medidas de actuación a escala de cuenca para recuperar la calidad de las aguas del río Odiel.



Tarea 4. Realización de muestreos frecuentes en puntos seleccionados

Siguiendo la misma metodología que en la tarea 3, se han realizado muestreos frecuentes de carácter mensual en puntos seleccionados a lo largo de la cuenca del río Odiel. Los puntos seleccionados corresponden con las confluencias de diferentes subcuencas o la entrada de importantes focos de contaminación al Río Odiel. Se ha realizado una estimación de la carga contaminante transportada por el río Odiel y principales afluentes a partir de esta información, identificando el río Agrio (que recoge los lixiviados ácidos de Riotinto) como principal aporte contaminante al río, con aportes importantes desde las minas de Tharsis y San Telmo.

Tarea 5. Elaboración de un modelo hidrogeoquímico de la red fluvial.

A partir de los datos obtenidos se ha realizado un modelo hidrogeoquímico mediante código PHREEQC. Se estudió la implantación de plantas de tratamiento en puntos seleccionados de la cuenca, así como otras medidas conducentes a la prevención de generación de AMD (e.g., canales perimetrales, impermeabilización de escombreras, etc.). En este sentido, se determinó que es preciso eliminar entre el 50-70% de los vertidos a la cuenca para obtener una buena calidad del agua.

Tareas Transversales

Elaboración de informes y documentos de divulgación

Hasta la fecha se han realizado 4 publicaciones en revistas de alto impacto y 1 libro de divulgación, incluyendo datos relacionados con el proyecto. Se indica título y revista o editorial:

- *Comparison of UAS and Sentinel-2 Multispectral Imagery for Water Quality Monitoring: A Case Study for Acid Mine Drainage Affected Areas (SW Spain). Remote Sensing.*
<https://doi.org/10.3390/rs14164053>



- *Wildfire effects on the hydrogeochemistry of a deeply acid mine drainage polluted river. Water Research* <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119791>
- *Thallium in environmental compartments affected by acid mine drainage (AMD) from the Iberian Pyrite Belt (IPB): From rocks to the ocean. Earth-Science Reviews.* <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2022.104264>.
- *High-resolution temporal monitoring of rare earth elements in acidic drainages from an abandoned sulphide mine (Iberian Pyrite Belt, Spain). Chemosphere. Accepted after major revisions.*
- *El Problema de Las Aguas Ácidas de Mina en la Faja Pirítica Ibérica. Diagnóstico y Medidas de Tratamiento. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva (pendiente de ISBN).*

Asistencia a congresos y otras actividades de difusión

Hasta la fecha se ha presentado 1 trabajo relacionado con el proyecto en la XXXIX Reunión Científica de la Sociedad Española de Mineralogía, celebrada en Baeza, en junio de 2022 (<https://www.semineral.es/websem/PdfServlet?mod=archivos&subMod=publicaciones&archivo=MACLA%2026%20V5-170-171.pdf>) y se presentará otro trabajo (*Caracterización hidroquímica de los tramos no contaminados por drenaje ácido de minas en la cuenca del Odiel*) en la próxima XL Reunión Científica de la Sociedad Española de Mineralogía, a celebrar en Madrid el 16 de junio de 2023.

Los resultados del proyecto fueron presentados en el Foro Transfiere (Málaga, 15-17 febrero de 2023), dentro de la sesión de proyectos de transferencia exitosos dentro de los Campus de Excelencia andaluces (Figs. 11 y 12)



Los resultados del proyecto fueron también divulgados ante el tejido empresarial e instituciones públicas durante la jornada Transfiriendo UHU, organizada por la Universidad de Huelva

Reuniones periódicas con el agente agregado para informar de los avances del proyecto y recibir sugerencias.