

CONVENIO ENTRE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA, AGUA Y DESARROLLO RURAL, LIFEWATCH ERIC Y LA UNIVERSIDAD DE HUELVA, PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES A TRAVÉS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS ÁCIDAS DE MINA CON TECNOLOGÍA DAS.

REUNIDOS

DE UNA PARTE, Don Ramón Fernández-Pacheco Monterreal, Excmo. Consejero de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, en virtud del nombramiento efectuado por el Decreto del Presidente 13/2024, de 29 de julio, y de las atribuciones que le vienen conferidas en los artículos 9.2 y 26.2.i) de la Ley 9/2007, del 22 de octubre, de la Administración de la Junta de Andalucía.

DE OTRA PARTE, Don Christos Arvanitidis, Director Ejecutivo (CEO) de Infraestructura Europea de e-Ciencia para la Biodiversidad y la Investigación de Ecosistemas (LIFEWATCH ERIC), con NIE [REDACTED] nombrado en su cargo y atribuciones mediante el Acta de Asamblea General de LIFEWATCH ERIC celebrada el 15 de abril de 2019 y ratificada por escritura ante el notario de Madrid, Luis Garay Cuadros, el 8 de octubre de 2019, con el número 3416 de su protocolo, y renovado en su cargo y atribuciones por la Asamblea General de LifeWatch ERIC celebrada el 17 de enero de 2023 y ratificado mediante escritura pública ante el notario de Sevilla, Francisco Javier López Cano, el 13 de septiembre de 2023, con el número 2259 de su protocolo, en nombre y representación de LIFEWATCH ERIC, provista de CIF ES-N9101001G, domiciliada en Plaza de España, S/N, Sector II-III, Sevilla 41071, España.

Y DE OTRA PARTE, D. José Rodríguez Quintero, Rector Magnífico de la Universidad de Huelva¹, con C.I.F.: Q-7150008F, nombrado por Decreto 119/2025, de 18 de junio, de la Junta de Andalucía (BOJA Número 118 - Lunes, 23 de junio de 2025), y actuando en función de las competencias que tiene asignadas de acuerdo con el artículo 31.n) de los Estatutos de la Universidad de Huelva, aprobados por Decreto 232/2011, de 12 de julio (B.O.J.A. núm. 147, de 28 de julio de 2011), modificados por Decreto 35/2018, de 6 de febrero (B.O.J.A. núm. 30, de 12 de febrero de 2018). La Universidad de Huelva tiene domicilio en Calle Doctor Cantero Cuadrado, núm. 6 de Huelva.

Todas las partes, en la representación que ostentan, se reconocen capacidad legal suficiente para el otorgamiento del presente Convenio y a tal efecto, en el ejercicio de las atribuciones que les están conferidas,



EXPONEN

PRIMERO.- Que la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, en virtud del Decreto 157/2022, de 9 de agosto, por el que se establece su estructura orgánica, es el órgano de la Junta de Andalucía al que le corresponde el ejercicio de las competencias en materia de agricultura, ganadería, pesca y agroalimentación, de agua y de desarrollo rural. Entre estas y en relación al presente Convenio, figuran en el artículo 5.2.g), el impulso de la participación e proyectos e iniciativas en el marco de las políticas de la Unión Europea y con entidades públicas y privadas nacionales e internacionales que resulten de interés, y en el artículo 8.3.a) la política de agua y, en especial, la protección y recuperación del ciclo integral del agua y la promoción de su uso sostenible, eficiente y responsable de acuerdo con el interés general y el Pacto Andaluz por el Agua.

Asimismo, ha adoptado como prioritarias todas aquellas iniciativas alineadas con la recuperación de los recursos naturales y uso eficiente de los mismos, que tengan un impacto positivo sobre el capital natural y servicios ecosistémicos asociados, especialmente las vinculadas al Plan Hidrológico del Tinto, Odiel y Piedras 2022-2027. Este Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras se aprobó mediante el Real Decreto 689/2023, de 18 de julio, por el que se aprueban los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas, del Guadalete y Barbate y del Tinto, Odiel y Piedras. Asimismo, estos planes están incluidos en el Plan Estratégico de Subvenciones de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural 2024-2029, de acuerdo con el artículo 8 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones, en relación con el artículo 10 y siguientes del Reglamento de la Ley General de Subvenciones.

Concretamente en el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras 2022-2027 se prevé la ejecución de las siguientes medidas destinadas a la resolución de la problemática del Drenaje Ácido de Minas (AMD):

- TOP-3140-C Mejora del conocimiento del drenaje ácido de mina y sus efectos en la calidad de las aguas en la cuenca del Río Tinto.
- TOP-3130-C Actuaciones privadas de restauración y corrección de pasivos mineros para la mejora de la calidad de las aguas en la cuenca del río Tinto.
- TOP-3144-C Redacción de estudios y Plan de Restauración de la Cuenca del Río Odiel afectada por drenaje ácido de minas.
- TOP3059-C Restauración de cauces afectados por drenajes ácidos de minas. Fase 1
- TOP-3060-C Restauración de zonas afectadas por minas en la cuenca del Odiel. Fase 1

SEGUNDO.- En el PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES A TRAVÉS DEL TRATAMIENTO DE AGUAS ÁCIDAS DE MINA CON TECNOLOGÍA DAS (DISPERSED ALKALINE SUBSTRATE) (en adelante Proyecto RECUP-DAS) intervienen como principales



interesadas, la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva.

El proyecto RECUP-DAS se plantea como una iniciativa estratégica de regeneración ambiental integral en la Faja Pirítica Ibérica, así, se pretende abordar de forma simultánea cuatro grandes desafíos de esta tipología de contaminación por los drenajes ácidos de mina (AMD) tan específica de las cuencas de los ríos Tinto y Odiel de forma que se contribuya a la transición verde de la Comunidad Autónoma de Andalucía, en la línea de la legislación europea y nacional:

- 1) La descontaminación de drenajes ácidos de mina
- 2) La recuperación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos degradados
- 3) La posibilidad del uso seguro y sostenible del recurso hídrico
- 4) El estudio de la valorización del residuo sólido procedentes del tratamiento con el fin de evaluar la rentabilidad y sostenibilidad económica, social y ambiental de los métodos y técnicas implementados en el proyecto

Para conseguir estas metas se pretende:

1. El Tratamiento de las aguas ácidas de mina a partir de la optimización de la tecnología de tratamiento pasivo desarrollada por el Grupo de Investigación Tharsis (Universidad de Huelva), conocida como DAS (Dispersed Alkaline Substrate). Esta implementación permitirá evaluar el tratamiento de las aguas ácidas y la recuperación de las cuencas hidrográficas afectadas por Drenajes Ácidos de Mina.
2. El estudio de la recuperación de pasivos ambientales mineros a partir del tratamiento de Aguas Ácidas de Mina y su aplicación a la recuperación ecológica, así como el estudio del aprovechamiento del residuo sólido obtenido, tras la descontaminación, con el fin de evaluar la rentabilidad y sostenibilidad económica, social y ambiental de los métodos y técnicas implementados en el proyecto.
3. Desplegar un sistema de monitorización integral y desarrollar herramientas digitales para optimizar la recuperación de la biodiversidad y los hábitats afectados, a través del conocimiento generado a partir de los recursos y servicios puestos a disposición por LifeWatch ERIC, tales como: Entorno Virtual de Investigación (VREs), Sistemas de Inteligencia Artificial (IA), Computación de Alto Rendimiento (HPC), Sistema Blockchain de LifeWatch ERIC (LifeBlock).

La Secretaría General del Agua supervisará los proyectos constructivos que se deriven de las actividades relacionadas en el presente convenio y en la memoria del proyecto básico que se adjunta al mismo.

Se adjunta al presente Convenio la memoria del proyecto básico RECUP-DAS.



TERCERO.- Que LifeWatch ERIC es un consorcio de infraestructura de investigación distribuida integrado por ocho Estados miembros de la Unión Europea. Los miembros de LifeWatch ERIC operan desde nodos nacionales, conocidos como Centros Distribuidos, mientras que sus Instalaciones Comunes están ubicadas en tres Estados miembros: España (sede estatutaria y núcleo de TIC), Italia (centro de servicios) y los Países Bajos (vLab y centro de innovaciones). LIFEWATCH ERIC es una entidad perteneciente al sector público europeo de carácter internacional, creada en aplicación del Reglamento CE 723/2009, por Decisión de Ejecución (UE) 2017/499 de la Comisión de 17 de marzo de 2017, cuyo cometido principal, es la creación y explotación de la infraestructura y los sistemas de información necesarios a fin de movilizar e integrar datos y algoritmos para la investigación sobre la biodiversidad y los ecosistemas, y en particular para reforzar la comprensión, los vínculos y las sinergias con otros retos sociales, como la adaptación al cambio climático y su mitigación, y proporcionar capacidades analíticas. LifeWatch ERIC cuenta con personal internacional, compuesto por 44 trabajadores, distribuidos en sus 3 sedes, con una amplia experiencia y habilidades multidisciplinares.

LifeWatch ERIC ha emprendido y coordinado diversas actividades, en el marco de la línea de actuación del Programa Operativo Plurirregional de España FEDER 2014 – 2020.

Asimismo, mediante resolución de 2 de octubre de 2024 de la Dirección General de Planificación de la Investigación se ha procedido a la acreditación e inscripción, de la entidad Lifewatch ERIC, en el Registro Electrónico de Agentes del Sistema Andaluz del Conocimiento.

Por tanto, LifeWatch ERIC cuenta con las capacidades suficientes para el cumplimiento del presente Convenio.

En cuanto a su régimen interno y de funcionamiento, del Estatuto de LifeWatch ERIC y de los convenios adoptados entre los distintos representantes de España en el ERIC (European Research Infrastructure Consortium), se destacan las siguientes notas esenciales de su régimen jurídico:

- a. Se trata de un organismo público de carácter internacional.
- b. Carece de ánimo de lucro en las actividades propias del mismo conforme a su objeto esencial.
- c. Tiene establecido un sistema de control amplio de carácter financiero, operativo y de su actividad científica.
- d. En cuanto a la normativa de contratación, como organismo público el artículo 13 del Estatuto impone un sistema de contratación basado en los principios de transparencia, no discriminación y competencia: “2. La política de contratación de LifeWatch se basará en los principios de transparencia, no discriminación y competencia, y tendrá en cuenta la necesidad de garantizar que las ofertas se atengan a los requisitos técnicos económicos y



de entrega más elevados, al tiempo que se facilita la notificación por adelantado de las especificaciones exigidas a la industria y a los proveedores de servicios”. En este marco, LifeWatch ERIC, tiene aprobadas sus normas de contratación con el control y la supervisión de la Comisión Europea.

e. En cuanto a los recursos financieros, el art. 14 del Estatuto establece que están integrados por las contribuciones de los Estados miembros, contratos, y puede ser beneficiario de subvenciones.

f. Su régimen jurídico es, como en general para todos los ERIC, el Derecho de la Unión Europea, el del Estado de acogida en lo no regulado en la normativa europea, en este caso el Derecho español, y sus estatutos y normas internas.

CUARTO.- La Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, a través de la Secretaría General del Agua, y más en concreto de la Dirección General de Recursos Hídricos, se encarga, en su ámbito de competencias, de las medidas encaminadas a hacer un uso eficiente y responsable del agua, de acuerdo con el interés general dentro de las cuencas intracomunitarias, siempre buscando una gestión eficaz del agua para cumplir los objetivos marcados de la recuperación del buen estado de las masas de agua, y la protección y recuperación del ciclo integral del agua.

Asimismo, se ocupa de coordinar la gestión y redacción de proyectos, ejecución de obras, asistencia técnica y dirección de obras de infraestructuras hidráulicas de cualquier tipología (abastecimiento, saneamiento, depuración, encauzamientos,...) que se pudiesen ejecutar para el desarrollo de sus competencias, bien a través de medios propios o mediante contratación pública.

QUINTO.- La Universidad de Huelva, a través del Grupo de Investigación Tharsis, posee una sólida trayectoria científica en el ámbito de la geoquímica ambiental, el tratamiento de aguas contaminadas y la valorización de residuos mineros, en estrecha sintonía con los objetivos de este Convenio. A lo largo de los últimos años, el grupo ha centrado su actividad investigadora en el estudio de las aguas ácidas de mina y en el desarrollo de tecnologías sostenibles para su regeneración, así como en la recuperación de elementos de valor presentes en los efluentes mineros. Uno de sus principales objetivos es contribuir a la rehabilitación ambiental de la Faja Pirítica Ibérica (FPI), fomentando un enfoque de economía circular en territorios afectados por la minería.

El carácter de Administración de la Universidad de Huelva, la buena fe con la que debe actuar, y los antecedentes ya expuestos permiten deducir que cuenta con las capacidades suficientes para el cumplimiento del presente Convenio.

SEXTO.- Que la Administración de la Junta de Andalucía, en concreto la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, cuenta con la financiación para el proyecto mediante el Programa Andalucía FEDER 2021-2027, correspondiéndose con la medida A424IA79M2, en concreto en aplicación del Objetivo Específico 2.9 “Apoyo a inversiones



que contribuyan a los objetivos de la Plataforma de Tecnologías Estratégicas para Europa (STEP) a que se refiere el artículo 2, apartado 1, letra a) inciso ii) del Reglamento (UE) 2024/795 del Parlamento Europeo y del Consejo”.

SEPTIMO.- Que las partes que firman el presente Convenio tienen un interés común en la realización de las actividades incluidas en el Proyecto RECUP-DAS, interés que coincide con objetivos del fondo de financiación europeo que se aplicará, de manera que se van a realizar actuaciones encaminadas al tratamiento de drenajes afectados por actividades de origen minero para que los ríos puedan recuperar su funcionamiento natural de una forma sostenible.

OCTAVO.- Que el artículo 45 del Estatuto de Autonomía para Andalucía atribuye a la Comunidad Autónoma en materia de su competencia, el ejercicio de la actividad de fomento, a cuyos efectos podrá otorgar subvenciones y según el artículo 50 y 57, para la materia de aguas que transcurran íntegramente por Andalucía y la regulación de la prevención, el control, la corrección, la recuperación y la compensación de la contaminación del suelo y del subsuelo; la regulación sobre prevención y corrección de la generación de residuos con origen o destino en Andalucía.

Los artículos 22.2.c) de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones, 120.1 del Texto Refundido de la Ley General de Hacienda Pública de la Junta de Andalucía y 2.3.c) y 34.2 del Reglamento de los procedimientos de concesión de subvenciones de la Administración de la Junta de Andalucía, aprobado por el Decreto 282/2010, de 4 de mayo, prevén la concesión directa de subvenciones excepcionales cuando se acrediten razones de interés público, social, económico o humanitario, u otras debidamente justificadas que dificulten su convocatoria pública.

NOVENO.- Que la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural considera necesario y adecuado el otorgamiento de una subvención de concesión directa de carácter excepcional a LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva, instrumentada mediante el presente Convenio, al amparo de lo previsto en los artículos 22.2.c) de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, 120.1 del Texto Refundido de la Ley General de la Hacienda Pública de la Junta de Andalucía y 2.3.c) y 34.2 del Reglamento de los Procedimientos de Concesión de Subvenciones de la Administración de la Junta de Andalucía aprobado por el Decreto 282/2010, de 4 de mayo, al quedar acreditadas en el expediente las razones de interés público, social y económico que dificultan la convocatoria pública, así como la inexistencia de bases reguladoras a las que pueda acogerse.

El interés público, social y económico se justifica en que el objeto de la subvención es la financiación de un proyecto que permitirá la descontaminación de cauces de ríos afectados, en la provincia de Huelva, por las aguas ácidas de mina, lo que ayudará a la mejora de la sostenibilidad del territorio, así como la transformación económica de la región generando un cambio en el modelo productivo, que contribuirá a la creación de empleo, mediante la regeneración ecológica consecuyente y la reactivación de actividades ligadas al disfrute y explotación del entorno y el paisaje.



Por otro lado, el proyecto RECUP-DAS persigue también la valorización de los lodos procedentes del tratamiento de las Aguas Ácidas de Mina en planta DAS y su aplicación a la recuperación ecológica, así como el aprovechamiento de los concentrados obtenidos tras la descontaminación, lo que de ser rentable puede suponer la sostenibilidad económica, social y ambiental de los métodos y técnicas implementados en el proyecto.

Con fecha 1 de octubre de 2025, LifeWatch ERIC, en nombre propio y de la Universidad de Huelva, trasladó a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, reformulación del proyecto RECUP-DAS: Recuperación de pasivos ambientales a través de la regeneración de aguas ácidas de mina mediante tecnología DAS, y solicitó financiación con cargo al Programa FEDER Andalucía 2021-2027, Objetivo Específico 2.9 (STEP), en coherencia con las previsiones del Plan Hidrológico de la Demarcación Tinto, Odiel y Piedras, y con los objetivos de recuperación ambiental y mejora de la biodiversidad en entornos mineros degradados. Asimismo, también solicitó el desistimiento de la primera solicitud que formuló el 16 de mayo de 2024 y por la que se solicitaba una subvención directa con carácter excepcional, con la finalidad de ejecutar el proyecto RECUP.

Los importes de la financiación solicitada serían de 5.927.031 € para LifeWatch ERIC, y de 1.072.950 € para la Universidad de Huelva.

Asimismo, Lifewatch ERIC ha trasladado a la Consejería documento que recoge el proyecto básico RECUP-DAS que se plantea. El proyecto implica la participación de la Universidad de Huelva, aportando parte fundamental de las investigaciones y tecnologías que se describen en el mismo, así como de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural que, habrá de ejecutar parte del proyecto, en concreto el proyecto y la ejecución material de la planta DAS con las características que se determinen a lo largo del desarrollo del proyecto y que servirá de base para los siguientes hitos del mismo.

Teniendo en cuenta el marcado carácter innovador y específico del proyecto, la inexistencia de lucro en las organizaciones que se postulan para su realización, y que ya cuentan con un recorrido previo que les ha permitido aportar un proyecto técnico estructurado y con perspectiva de viabilidad, no parece que acudir a convocatoria pública presentase ventajas, si no inconvenientes, teniendo en cuenta la experiencia, la capacidad de coordinación de agentes implicados, la infraestructura de la que ya dispone LifeWatch Eric a nivel europeo, así como la trayectoria y solidez de la labor de la Universidad de Huelva y la actitud proactiva de Lifewatch ERIC, a lo que se une que el proyecto básico RECUP-DAS presentado incorpora un saber hacer novedoso y exclusivo, para el que se cuenta con colaboraciones adecuadas de la mano de otros agentes, como la Universidad de Huelva, que ha diseñado la tecnología que se desarrolla e implementa en el proyecto.

Por todo lo anterior, la CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA, AGUA Y DESARROLLO RURAL, LIFEWATCH ERIC Y LA UNIVERSIDAD DE HUELVA, acuerdan suscribir el presente CONVENIO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE PASIVOS



AMBIENTALES A TRAVÉS DE LA REGENERACIÓN DE AGUAS ÁCIDAS DE MINA CON
TECNOLOGÍA DAS (DISPERSED ALKALINE SUBSTRATE),

CLÁUSULAS

PRIMERA.- OBJETO Y FINALIDAD DEL CONVENIO

El objeto del presente Convenio es canalizar la concesión de una subvención de carácter excepcional por la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural a LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva, con la finalidad del desarrollo de actividades vinculadas al Proyecto RECUP-DAS.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 34.2 del Reglamento de los Procedimientos de Concesión de Subvenciones de la Administración de la Junta de Andalucía, aprobado por el Decreto 282/2010, de 4 de mayo, el presente Convenio tiene carácter de base reguladora para la concesión de la citada subvención.

Esta subvención, nunca podrá implicar una doble financiación por los mismos conceptos y fines, y por tanto será incompatible con la percepción de otras subvenciones, ayudas, ingresos, procedentes de cualesquiera administraciones o entes públicos o privados, nacionales, de la Unión Europea o de organismos internacionales de acuerdo con lo dispuesto en el apartados 2 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones, y el artículo 122 del Decreto Legislativo 1/2010, de 2 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de La Hacienda Pública de la Junta de Andalucía.

SEGUNDA.- ACTUACIONES

La Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural financiará la totalidad de los gastos en que incurra LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva para la ejecución material del proyecto RECUP-DAS siempre y cuando sean gastos elegibles, todo de acuerdo con la presupuestación y programa de actuaciones que se contemplan en este Convenio y la memoria del proyecto básico que forma parte del mismo, siempre con el límite del presupuesto máximo establecido.

TERCERA.- OBLIGACIONES DE LA CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, PESCA, AGUA Y DESARROLLO RURAL

1.- La Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural ha de cumplir el compromiso de financiación suscrito, concediendo la subvención excepcional objeto de este Convenio y realizando los pagos correspondientes, según lo establecido en la cláusula sexta.

2.- La Consejería financiará el proyecto, mediante los Fondos del Programa Andalucía FEDER 2021-2027.



3.- Se someterá a las pertinentes actuaciones de verificación y control de la Dirección General de Fondos Europeos y cualesquiera otras que prescriba la normativa de aplicación, para ello conservará la documentación durante el plazo establecido en el artículo 82 del Reglamento 2021/1060 de Disposiciones Comunes (RDC).

4.- Facilitará la información necesaria para certificar los valores alcanzados por los indicadores de realización y de resultados establecidos por el Programa de Andalucía FEDER 2021-2027. En este sentido, la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, en su condición de entidad que financiará el proyecto, tiene la obligación de informar sobre el nivel de logro de los indicadores asociados a las actuaciones apoyadas (RCO07 “Organizaciones de investigación que participan en proyectos conjuntos de investigación”, cuya unidad de medida es “Instituciones de investigación”, y RCR08 “Publicaciones realizadas por proyectos realizados”, cuya unidad de medida es “Publicaciones”), conforme a las indicaciones que se faciliten por parte de la Dirección General de Fondos Europeos, de acuerdo con la metodología establecida por la Comisión Europea y la Autoridad de Gestión del Programa.

CUARTA.- OBLIGACIONES DE LIFEWATCH ERIC Y LA UNIVERSIDAD DE HUELVA.

Como beneficiarias de la subvención excepcional, Lifewatch ERIC y la Universidad de Huelva, han de cumplir las obligaciones establecidas en el artículo 14.1 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones y en los artículos 116 y 119.2.h) del Texto Refundido de la Ley General de la Hacienda Pública de la Junta de Andalucía, según se establece en el artículo 34.2.b) del Reglamento de los Procedimientos de Concesión de Subvenciones de la Administración de la Junta de Andalucía, aprobado por el Decreto 282/2010, de 4 de mayo.

Adicionalmente, han de cumplir las obligaciones establecidas a continuación:

- 1.- Contribuir al presente Convenio desempeñando sus cometidos sin fines lucrativos.
- 2.- Suministrar toda la información técnica y económica necesaria que se le requiera por parte de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural justificando la ejecución del presupuesto del Convenio con un sistema de contabilidad específico, claro y transparente que cumpla los requerimientos de la normativa aplicable a las subvenciones y a la concesión de los Fondos Europeos que lo sufragan.
- 3.- Ejecutar las tareas que le corresponden conforme a los plazos y requisitos, incluidos los de contenido ambiental, que en el propio Convenio se establecen.
- 4.- Justificar por parte del beneficiario los procesos de contratación que hayan sido necesarios para poder construir y poner en servicio las actuaciones objeto de subvención. Esta justificación permitirá garantizar la legalidad de los procedimientos de contratación, así como el cumplimiento de los requisitos a los que se refiere el artículo 31.3 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre. Suministrando, asimismo, a todo órgano de control, la



documentación de los procedimientos de contratación llevados a cabo, así como las facturas y pagos consecuencias de dichos procedimientos.

5.- Coordinarse y adoptar los acuerdos que legalmente procedan a efectos de obtener el apoyo de los diferentes organismos que colaborarán en la ejecución del proyecto RECUP-DAS, tal y como se describe en la memoria del proyecto. Actuar sobre aquellas infraestructuras y redes necesarias para llevar a cabo el proyecto, considerando el alcance de sus acciones y considerando la no duplicidad de esfuerzos o generación de disfunciones que puedan perjudicar la buena ejecución del mismo.

6.- Cumplir con el cronograma, así como con los indicadores de ejecución y consecución de resultados que se determinan en el proyecto técnico que se presenta como Anexo I al presente Convenio.

7.- Mantener informada a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural del grado de ejecución de sus tareas en el proyecto. En cualquier caso, las entidades beneficiarias de la subvención se someterán a las actuaciones de comprobación, seguimiento y evaluación que determine la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural a través de la Secretaría General del Agua, facilitando cuanta información sea requerida en orden a verificar la correcta ejecución de los gastos subvencionados. Y Conservando la documentación de los procedimientos de contratación tramitados, dado que forman parte del alcance de comprobación de las labores de verificación.

8.- Justificar los gastos incurridos a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural en los distintos períodos de justificación que ésta establezca y de acuerdo con la normativa nacional y comunitaria sobre Fondos Europeos. La incorrecta selección, ejecución o justificación de los gastos incurridos, podrá conllevar la no financiación de estos por parte de Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, o la obligación de su reintegro si se hubieran financiado ya.

9.- Mantener un sistema de contabilidad separada que permita el registro diferenciado de todas las transacciones relacionadas con el proyecto objeto de subvención mediante la utilización de un código contable específico dedicado a tal efecto. Asimismo, registrar el importe de los anticipos recibidos como deuda, de acuerdo con el régimen presupuestario y contable que le sea de aplicación.

10.- Cumplir con lo dispuesto en el artículo 4, apartados 1 y 3 de la Ley 1/2014, de 24 de junio, de Transparencia Pública de Andalucía, en relación con las personas físicas y jurídicas distintas de las comprendidas en el ámbito subjetivo de aplicación de la citada Ley, que presten servicios públicos o ejerzan funciones delegadas de control u otro tipo de funciones administrativas, o que sean beneficiarias de subvenciones, teniendo la obligación de suministrar a la Administración, organismo o entidad de las previstas en el artículo 3.1. a la que se encuentren vinculadas, previo requerimiento y en un plazo de quince días, toda la información necesaria para el cumplimiento por aquellas de las



obligaciones previstas en esta ley, sin perjuicio de los plazos que puedan establecer las entidades locales en el ejercicio de su autonomía.

11. En la ejecución de la operación RECUP-DAS, a cumplir estrictamente con el principio de “no causar un perjuicio significativo” (DNSH), conforme a lo estipulado en el Reglamento (UE) 2021/1060 de Disposiciones Comunes y el Reglamento (UE) 2020/852, de Taxonomía, tal como resulta del Informe de conformidad con el principio DNSH del Programa Andalucía FEDER 2021-2027 presentado al Comité de Seguimiento del Programa el 12 de marzo de 2025.

Se comprometen a que, en caso de ser preciso, implementarán los elementos técnicos y operacionales necesarios para garantizar el cumplimiento de este principio en cada uno de los seis objetivos medioambientales relacionados en la norma.

Asimismo, se comprometen a aportar, a requerimiento de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural toda la información relativa al cumplimiento del principio DNSH que le sea solicitada, así como a presentar, en su caso, los documentos que acrediten en fase de implementación, el cumplimiento de los condicionantes derivados de la evaluación sustantiva del DNSH que se lleve a cabo.

12. Cumplir con lo dispuesto en la normativa aplicable sobre la mitigación y preparación para el Cambio Climático (Climate Proofing) y analizar el proyecto RECUP-DAS conforme las indicaciones de la Comunicación de la Comisión Europea sobre Orientaciones técnicas sobre la defensa contra el cambio climático de las infraestructuras para el periodo 2021-2027.

13.- Comunicar a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural la obtención de otras subvenciones, ayudas, ingresos o recursos que financien las actividades subvencionadas. Esta comunicación deberá efectuarse tan pronto como se conozca y, en todo caso, con anterioridad a la justificación de la aplicación dada a los fondos percibidos. Deberán asimismo acreditar la existencia o no de otras subvenciones o ayudas cobradas para la misma actuación o finalidad que la solicitada, de cualquier Administración, organismo o entidad pública, nacional o internacional.

14. Llevar a cabo las actividades conforme a la normativa general de aplicación a cada entidad subvencionada, lo recogido en el presente convenio y los objetivos y actuaciones definidas en la memoria del proyecto básico que forma parte del presente Convenio, quedando claramente definidas las actuaciones y los entregables de una y otra entidad.

QUINTA.- ÓRGANOS COMPETENTES

De conformidad con lo establecido en el artículo 115.1 del Texto Refundido de la Ley General de la Hacienda Pública de la Junta de Andalucía, son órganos competentes para conceder subvenciones, previa consignación presupuestaria para este fin, las personas titulares de las Consejerías y de la presidencia o dirección de sus agencias en sus respectivos ámbitos.



Asimismo, la persona titular de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural es el órgano competente para la firma del Convenio para la concesión de la subvención que constituye su objeto, a tenor de lo dispuesto en el artículo 26.2.i) de la Ley 9/2007, de 22 de octubre, de la Administración de la Junta de Andalucía.

Con carácter general y de acuerdo con las normas establecidas para la prevención del fraude, todas las personas que intervengan en el procedimiento de concesión y verificación del cumplimiento de condiciones, incluyendo a los miembros de la Comisión de Seguimiento, reforzarán su implicación en este objetivo a través de una declaración de ausencia de conflicto de intereses, comprometiéndose a mantenerla actualizada en el caso de que se modifique la situación respecto de la declaración original, motivo que les impedirá participar en el procedimiento

SEXTA.- FINANCIACIÓN, FORMA Y SECUENCIA DE PAGOS

En el marco de sus competencias, la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural concederá una subvención excepcional, según lo establecido en este Convenio, a LifeWatch ERIC por importe de CINCO MILLONES NOVECIENTOS VEINTISIETE MIL TREINTA Y UN EUROS (5.927.031 €), una subvención excepcional, según lo establecido en este Convenio, a la Universidad de Huelva por importe de UN MILLON SETENTA Y DOS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA EUROS (1.072.950 €).

La distribución detallada del presupuesto asignado a LifeWatch ERIC (5.927.031 €) y a la Universidad de Huelva (1.072.950 €), por capítulos de gasto y paquetes de trabajo, se especifica en las tablas presupuestarias incluidas en la Memoria del proyecto básico, las cuales se incorporan a continuación a este Convenio como referencia para la justificación económica y técnica de la subvención concedida:

PRESUPUESTO LIFEWATCH ERIC	
Gastos de Personal	1.203.840 €
Contratación de Servicios Externos	2.082.143 €
Inmovilizado Material-Inmaterial	2.561.748 €
Material Fungible y suministros específicos	1.800 €
Desplazamiento y Dietas	77.500 €
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	- €
TOTAL	5.927.031 €

PRESUPUESTO UHU	
Gastos de Personal	600.000 €
Contratación de Servicios Externos	200.000 €
Inmovilizado Material-Inmaterial	150.000 €
Material Fungible y suministros específicos	52.950 €
Desplazamiento y Dietas	35.000 €
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	35.000 €
TOTAL	1.072.950 €



En todo caso los gastos recogidos se deberán corresponder de manera indubitada con la operación financiada, sin más limitaciones que las derivadas de la normativa comunitaria y de la legislación nacional aplicables, y las recogidas en el presente convenio, de conformidad con lo establecido en el apartado segundo de la Norma 1 de las Normas sobre los gastos subvencionables de los programas financiados por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y por el Fondo de Transición Justa (FTJ) en el periodo 2021-2027, recogidas en la Orden HFP/1414/2023, de 27 de diciembre.

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 124 del Texto Refundido de la Ley General de la Hacienda Pública de la Junta de Andalucía, las obligaciones económicas derivadas de lo establecido respecto a la subvención a LifeWatch ERIC y a la Universidad de Huelva en el presente Convenio se abonarán y justificarán conforme a la siguiente secuencia de pagos:

- a) **A la firma del Convenio: 40%.** Como anticipo inicial, con el fin de atender los compromisos contractuales asociados al inicio del proyecto. El porcentaje se justifica por el peso financiero de las contrataciones previstas en las fases iniciales de ejecución. Este anticipo está asociado al cumplimiento de los siguientes hitos técnico científicos: H1.1, H2.1, H3.1, H4.1 y siguientes entregables: E1.1, E2.1, E3.1, E4.1, E4.2., incluidos en la memoria del proyecto del Anexo I. El plazo máximo para el cumplimiento de dichos hitos y entregables será de 12 meses desde la firma del convenio.
- b) **Segundo pago parcial: 30%.** Una vez justificado el gasto del anticipo parcial establecido en el apartado a) y tras la validación del cumplimiento de los siguientes hitos técnico-científicos, incluidos en la memoria del proyecto: H1.1, H2.1, H3.1, H4.1, asociados a los siguientes entregables: E1.1, E2.1, E3.1, E4.1, E4.2.
- c) **Tercer pago parcial: 20%.** Tras la validación del cumplimiento de los siguientes hitos técnico-científicos, incluidos en la memoria del proyecto: H1.2, H2.2, H2.3, H2.4, H2.5, H3.2, H3.3, H3.4, H4.2, H5.1, H5.2. asociados a los siguientes entregables: E1.2, E2.2, E2.3, E2.4, E2.5, E3.2, E3.3, E3.4, E3.5, E4.2, E4.3, E4.4, E5.1, E5.2.
- d) **Cuarto y último pago parcial: 10%.** Tras la validación del cumplimiento de los siguientes hitos técnico-científicos, incluidos en la memoria del proyecto: H1.3, H2.6, H2.7, H2.8, H3.5, H4.5, H5.3, H5.4, H5.5, H5.6. asociados a los siguientes entregables: E1.3, E1.4, E2.6, E2.7, E2.8, E2.9, E2.10, E3.5, E3.6, E3.7, E4.5, E4.6, E4.7, E5.3, E5.4, E5.5, E5.6.

En todo caso, el segundo, tercer y cuarto y último pago parcial, se realizarán previa justificación del gasto realizado.

Se establece un plazo máximo de 3 meses desde el cumplimiento de los hitos y entregables establecidos en el párrafo anterior para la justificación del gasto, de acuerdo con la secuencia de pagos establecida en los apartados a) b) c) y d) anteriores.



Así mismo, cualquier gasto deberá estar realizado y efectivamente pagado entre el 1 de enero de 2021 y el 31 de diciembre de 2029, para que sea subvencionable, en el Programa Andalucía FEDER 2021-2027.

Los fondos empleados para la concesión de la ayuda, serán con cargo al fondo Programa Andalucía FEDER 2021-2027, en concreto en aplicación del del Objetivo Específico 2.9 “Apoyo a inversiones que contribuyan a los objetivos de la Plataforma de Tecnologías Estratégicas para Europa (STEP) a que se refiere el artículo 2, apartado 1, letra a) inciso ii) del Reglamento (UE) 2024/795 del Parlamento Europeo y del Consejo”.

La Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural realizará las aportaciones con cargo a las partidas presupuestarias 1200178132G/51D/74101/00 A424IA79M2, proyecto de inversión 2025001152, donde existe un reparto por anualidades de 429.180,00 euros en 2026, 321.885,00€ euros en 2027 y 321.885,00€ euros en 2028 para la Universidad del Huelva y 1200178132G/51D/78001/00 A424IA79M2, proyecto de inversión 2025001153, donde existe un reparto por anualidades de 2.370.812,40 euros en 2026, 1.778.109,30€ euros en 2027 y 1.778.109,30,00€ para LifeWatch ERIC.

La concesión de la presente subvención estará limitada por las disponibilidades presupuestarias existentes, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 119.2.j) del Texto Refundido de la Ley General de la Hacienda Pública de la Junta de Andalucía. Asimismo, podrá verse afectada por las circunstancias relativas a la estabilidad presupuestaria y sostenibilidad financiera en los términos previstos en la Ley Orgánica 2/2012, de 27 de abril.

Dado el carácter de organismos públicos de LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva, en orden a una mayor simplificación administrativa y dado que actúa bajo los principios de buena fe y lealtad institucional, no se establece régimen específico de garantía, existiendo un régimen de devoluciones por incumplimiento que se establecen en el presente Convenio y en la normativa aplicable.

Así mismo, según lo establecido en el artículo 30 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones, la justificación revestirá la forma de cuenta justificativa del gasto realizado. Debido a lo cual, LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva proporcionará a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, copia de la Memoria económica final con todos los documentos justificativos de gastos y de los correspondientes pagos que justifiquen la cantidad financiada por la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía y gestionada por LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva, según lo recogido en los anexos I y II del presente convenio.

SÉPTIMA.- SUBCONTRATACIÓN DE LAS ACTIVIDADES SUBVENCIONADAS

Se estará a lo dispuesto en el artículo 29 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones y en el artículo 68 de Real Decreto 887/2006, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de esa Ley, no existiendo límite de subcontratación dado por el



presente convenio. En cualquier caso, dado que las entidades subvencionadas han sido seleccionadas por su especial capacidad, su experiencia y especialización, al menos las tareas de coordinación y asesoramiento experto, encaminadas a la consecución del proyecto, deberán ser realizadas por las mismas.

Cuando el importe del gasto subvencionable de la ayuda subcontratada supere las cuantías establecidas en la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, para el contrato menor, los subcontratistas deberán solicitar, como mínimo, tres ofertas de diferentes proveedores, con carácter previo a la contracción del compromiso para la obra, la prestación del servicio o la entrega del bien en los términos establecidos en el artículo 31. 3. de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones.

OCTAVA.- GASTOS ELEGIBLES Y JUSTIFICACIÓN DE LA SUBVENCIÓN

Se estará a lo establecido en el artículo 30 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones; en el Capítulo II del Título II del Reglamento de dicha Ley, aprobado por el Real Decreto 887/2006, de 21 de julio; el artículo 34 del Decreto 282/2010, de 4 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de los Procedimientos de Concesión de Subvenciones de la Administración de la Junta de Andalucía; y en los artículos 124 y 125 del Decreto Legislativo 1/2010, de 2 de marzo, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Hacienda Pública de la Junta de Andalucía.

Según lo establecido en el artículo 30 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones, los gastos se acreditarán mediante facturas y demás documentos de valor probatorio equivalente con validez en el tráfico jurídico mercantil o con eficacia administrativa, o mediante facturas electrónicas, siempre que cumplan los requisitos exigidos para su aceptación en el ámbito tributario, que en cualquier caso, LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva, proporcionarán a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, junto con copia de la Memoria económica final con todos los documentos justificativos del gasto y de los correspondientes pagos que justifiquen la cantidad financiada por la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía con Fondos Europeos.

Además, dado que el presente Convenio tiene carácter de bases reguladoras para la concesión de la citada subvención, se establecen como aplicables los criterios y normas que se exponen en el Anexo.

NOVENA.- DEVOLUCIÓN

Las entidades beneficiarias de la subvención podrán efectuar la devolución voluntaria o solicitar la compensación o aplazamiento, conforme establece el artículo 124 quáter del Texto Refundido de la Ley General de Hacienda Pública de la Junta de Andalucía, aprobado por el Decreto Legislativo 1/2010, de 2 de marzo.

LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva, deberán reintegrar a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural el importe recibido en caso de incumplimiento del fin establecido en el presente Convenio. El procedimiento para acordar la procedencia



del reintegro se tramitará de acuerdo con lo establecido en la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas. Procederá, además, la exigencia del interés de demora correspondiente, de conformidad con el artículo 17 de la Ley 47/2003, de 26 de noviembre, General Presupuestaria, desde el momento en que se produjo el pago hasta la fecha en que se acuerde la procedencia del reintegro, o, en su caso, hasta la fecha en que el perceptor proceda a la devolución voluntaria de los fondos percibidos sin el previo requerimiento de la Administración.

El cumplimiento parcial de las condiciones o la realización en plazo sólo de una parte de la actividad podrá dar lugar al reintegro parcial, aplicando la simple proporción en que se encuentre la actividad realizada respecto de la total, siempre y cuando el cumplimiento haya superado exitosamente la implantación de la planta DAS de descontaminación de aguas ácidas y se acredite una actuación inequívocamente tendente a la satisfacción de sus compromisos, lo que habrá de ser observado por la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural.

Por otro lado, en caso de no cumplir con los compromisos de las aportaciones dinerarias de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, procederá la exigencia del interés de demora correspondiente, de conformidad con la citada Ley 47/2003, de 26 de noviembre, General Presupuestaria.

DÉCIMA.- RESPONSABILIDAD

LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva, podrán realizar las contrataciones, acuerdos o convenios que considere necesarios para la realización de las actuaciones de este Convenio, sin que estos supongan obligaciones de carácter laboral o contractual de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural con terceros, respondiendo además LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva de cualquier responsabilidad contractual o extracontractual que pudiera derivarse.

La Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural no podrá, en ninguna circunstancia ni por razón alguna, ser considerada responsable en caso de reclamación derivada del acuerdo de subvención referente a daños o perjuicios durante la realización del proyecto. LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva eximen a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de toda responsabilidad a este respecto.

UNDÉCIMA.- SEGUIMIENTO Y CONTROL

Las partes constituirán de mutuo acuerdo, una comisión de seguimiento, que será el órgano de planificación, seguimiento y evaluación de las acciones derivadas del presente Convenio, en particular el cumplimiento de hitos y objetivos del proyecto, y el encargado de resolver las dudas de interpretación y las incidencias en la ejecución del mismo.

La Comisión de Seguimiento tendrá la siguiente composición:

- a) Presidencia, persona en representación de la Secretaría General del Agua (SGA).
- b) Vocalías: una persona en representación de LifeWatch ERIC, otra de la Universidad de Huelva y otra de la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía M.P. Una



persona funcionaria, con al menos nivel de jefatura de servicio o equivalente de la SGA, quien además actuará como secretaria de esta Comisión.

La Comisión de Seguimiento se constituirá antes de 30 días naturales desde la firma del presente Convenio.

La Comisión de Seguimiento se reunirá siempre que lo solicite una de las Partes, y al menos dos veces al año. Su funcionamiento se regirá por lo previsto en el Título IV, capítulo II, sección 1ª de la Ley 9/2007, de 22 de octubre, de la Administración de la Junta de Andalucía, y en Título Preliminar, capítulo II, sección 3ª, subsección 1ª de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

DUODÉCIMA.- PUBLICIDAD E INFORMACIÓN DE LAS ACTUACIONES

LifeWatch ERIC, la Universidad de Huelva, y en general todos los participantes en la realización del proyecto, en todas las actividades de comunicación o publicitarias, realización de cartelería, publicaciones de carácter publicitario, propagandístico, promocional, informativo, divulgativo o científico, por medios impresos audiovisuales o telemáticos (Internet), se comprometen al cumplimiento de las obligaciones de visibilidad, transparencia y comunicación establecidas en el Reglamento (UE) 2021/1060 del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de junio de 2021, de conformidad con las características técnicas que figuran en el anexo IX del citado reglamento y el manual de identidad visual Fondos Europeos Andalucía 2021-2027, publicitado en la web: <https://juntadeandalucia.es/organismos/economiahaciendayfondoseuropeos/areas/fondos-europeos-andalucia/comunicacion/logos-manuales/periodos-2021-27.html>

Se estará también a lo dispuesto en el Decreto 96/2017, de 27 de junio, por el que se regula la coordinación de la estrategia de imagen institucional de la Administración de la Junta de Andalucía y el Decreto 218/2020, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Manual de Diseño Gráfico para su utilización por el Gobierno y la Administración de la Junta de Andalucía.

Cuando se realicen actividades de visibilidad, transparencia y comunicación se utilizará el emblema de la unión, de conformidad con el anexo IX del reglamento (UE) 2021/1060 del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de junio de 2021. Los logotipos de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural, LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva, junto con la denominación de las partes signatarias, se incorporarán a todos los soportes publicitarios, informativos o de difusión que exija el desarrollo de las actuaciones convenidas, de conformidad con lo dispuesto en los manuales anteriormente.

LifeWatch ERIC, la Universidad de Huelva, y en general todos los participantes en la realización del proyecto reconocerán la ayuda de los Fondos Europeos a la operación y para ello:

a) En su sitio Web oficial, cuando exista, y en sus cuentas en los medios sociales harán una breve descripción de la operación, de manera proporcionada en relación con el nivel de la ayuda, con sus objetivos y resultados, y destacarán la ayuda financiera de la Unión.



b) En toda difusión pública o referencia a las actuaciones previstas en este convenio, cualquiera que sea el medio elegido, se deberán incluir de modo destacado el emblema de la Unión, así como la referencia “Cofinanciado por la Unión Europea”. En los documentos de trabajo, así como en los informes y en cualquier tipo de soporte que se utilice en las actuaciones necesarias para el objeto de este convenio, aparecerá de forma visible y destacada el emblema de la UE, junto con la referencia “Cofinanciado por la Unión Europea”.

c) Deberán exhibirse placas o vallas publicitarias resistentes en un lugar bien visible para el público, en las que figure el emblema de la Unión de conformidad con las características técnicas que figuran en el anexo IX del Reglamento (UE) 2021/1060 del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de junio de 2021, tan pronto como comience la ejecución física de la operación que implique la inversión o se instalen equipos adquiridos con la misma.

3.- LifeWatch ERIC, la Universidad de Huelva, y demás participantes en la realización del proyecto deberán organizar, al menos, una actividad o acto de comunicación, según convenga, y harán participar a la Comisión y a la Autoridad de Gestión responsable en su momento oportuno, teniendo en cuenta que cualquier inauguración de un proyecto cofinanciado con fondos europeos que se prevea realizar e incluya la participación de altos cargos deberá ser comunicada a la Dirección General de Fondos Europeos de la Consejería de Economía, Hacienda y Fondos Europeos con una antelación mínima de 20 días a la fecha de inauguración.

Así, de conformidad con lo establecido en el artículo 50.3 del Reglamento (UE) 2021/1060 del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de junio de 2021, cuando las entidades beneficiarias no cumplan con sus obligaciones en materia de visibilidad, transparencia y comunicación, y si no se han adoptado medidas correctoras, la autoridad de gestión aplicará medidas, teniendo en cuenta el principio de proporcionalidad, y cancelará hasta un máximo del 3% de la ayuda de los Fondos.

La Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural remitirá información sobre las actuaciones relacionadas en el presente Convenio a la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación y a la Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente, dada la conexión que el mismo puede tener con el convenio de colaboración, firmado el 22 de julio de 2016, entre el Ministerio de Economía y Competitividad, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y la Junta de Andalucía, para la participación de España en la Infraestructura Europea LifeWatch-Eric, cuyo objeto consiste en regular las condiciones de participación de España en la infraestructura europea LifeWatch-ERIC, estableciendo el marco jurídico y operativo.

DECIMOTERCERA.- REINTEGROS

Además de lo establecido en la cláusula decimoquinta y de los casos de nulidad y anulabilidad de la orden de concesión previstos en el artículo 36 y 37 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, procederá también el reintegro de las cantidades percibidas y la exigencia del interés de demora correspondiente desde el momento del pago de la subvención hasta la fecha en que se acuerde la procedencia del reintegro, en los siguientes casos:



- a) Obtención de la subvención falseando las condiciones requeridas para ello u ocultando aquéllas que lo hubieran impedido.
- b) Incumplimiento de la obligación de justificación o la justificación insuficiente.
- c) Incumplimiento de la obligación de adoptar las medidas de difusión.
- d) Resistencia, excusa, obstrucción o negativa a las actuaciones de comprobación y control financiero previstas en el artículo 14 de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, así como el incumplimiento de las obligaciones contables, registrales o de conservación de documentos cuando de ello se derive la imposibilidad de verificar el empleo dado a los fondos percibidos, el cumplimiento del objetivo, la realidad y regularidad de las actividades subvencionadas, o la concurrencia de subvenciones, ayudas, ingresos o recursos para la misma finalidad, procedentes de cualesquiera Administraciones o entes públicos o privados, nacionales, de la Unión Europea o de organismos internacionales.
- e) Incumplimiento de las obligaciones impuestas por el órgano concedente a las entidades beneficiarias, así como de los compromisos por ésta asumidos, con motivo de la concesión de la subvención, siempre que afecten o se refieran al modo en que se han de conseguir los objetivos, realizar la actividad, ejecutar el proyecto o adoptar el comportamiento que fundamenta la concesión de la subvención.
- f) Incumplimiento de las obligaciones impuestas por la Administración a la entidad beneficiaria así como de los compromisos por ésta asumidos, con motivo de la concesión de la subvención, distintos de los anteriores, cuando de ello se derive la imposibilidad de verificar el empleo dado a los fondos percibidos, el cumplimiento del objetivo, la realidad y regularidad de las actividades subvencionadas, o la concurrencia de subvenciones, ayudas, ingresos o recursos para la misma finalidad, procedentes de cualesquiera Administraciones o entes públicos o privados, nacionales, de la Unión Europea o de organismos internacionales.

La demora en caso de reintegro íntegro/parcial de los fondos recibidos por parte de LifeWatch ERIC o la Universidad de Huelva, respecto a las cantidades aportadas por la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, será objeto de aplicación del interés legal del dinero incrementado en lo que marque las Bases de Ejecución del Presupuesto de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, salvo que establezca otra cosa la Ley de Presupuestos Generales del Estado. Las cantidades a reintegrar, para el caso de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural de la Junta de Andalucía, tendrán la consideración de ingresos de derecho público, resultando de aplicación para su cobranza lo previsto en la Ley General Presupuestaria. El procedimiento para la exigencia de reintegro de las cantidades no devueltas de forma voluntaria tendrá carácter administrativo.

El procedimiento de reintegro se sustanciará de acuerdo con lo establecido en los artículos 41 y siguientes de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre.

DECIMOCUARTA. - RÉGIMEN SANCIONADOR

Las posibles infracciones en materia de subvenciones que pudieran ser cometidas por LifeWatch ERIC o la Universidad de Huelva se graduarán y sancionarán de acuerdo con lo



establecido en el Título IV de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones y el artículo 129 del Texto Refundido de la Ley General de Hacienda Pública de la Junta de Andalucía.

DECIMOQUINTA.- MODIFICACIÓN Y RESOLUCIÓN

El incumplimiento por parte de LifeWatch ERIC o la Universidad de Huelva de las obligaciones establecidas en el presente Convenio, facultará a la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural para optar entre exigir el cumplimiento o la resolución del mismo, con devolución íntegra de las cantidades aportadas, resarcimiento de daños y perjuicios y abono de los intereses generados desde la entrega de la aportación dineraria.

El criterio de graduación económica de los posibles incumplimientos responderá al principio de proporcionalidad simple entre todo lo que según el proyecto está planificado ejecutar y lo efectivamente ejecutado. Este criterio resultará de aplicación para determinar la cantidad que finalmente hayan de percibir los beneficiarios o, en su caso, el importe a reintegrar.

Se considerará un incumplimiento leve la no realización en plazo de alguna de las obligaciones formales. Incumplimiento moderado será la no ejecución en plazo de alguna de las actividades o instalaciones que se deriven de manera directa del proyecto RECUP-DAS. Por último, se considerará el incumplimiento grave como aquel derivado de la no realización de las obligaciones formales o la inejecución de los hitos programados del proyecto RECUP-DAS por periodos superiores a 3 meses.

En cualquier caso, quedará a criterio de la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural la calificación de los incumplimientos graves cuando existan circunstancias no achacables a LifeWacth ERIC o la Universidad de Huelva que puedan considerarse eximentes.

Los incumplimientos leves implicarán apercibimiento y si tras éste se tardase más de dos meses en subsanar la carencia se considerará que se está en el caso de un incumplimiento grave.

Los incumplimientos moderados implicarán apercibimiento, y si tras éste se tardase más de un mes en la ejecución pendiente, se considerará que se está en el caso de un incumplimiento grave.

Los incumplimientos graves pondrán en marcha el cálculo de las cantidades minoradas que finalmente haya de percibir los beneficiarios o, en su caso, el importe a reintegrar por parte de éste, atendiendo al principio de proporcionalidad simple expuesto con anterioridad.



Aparte de lo anterior, el presente Convenio podrá resolverse por el mutuo acuerdo de las partes intervinientes y por cualquier otra causa que le sea aplicable de acuerdo con la legislación vigente.

LifeWatch ERIC, la Universidad de Huelva, y la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural podrán modificar de mutuo acuerdo y por escrito el presente Convenio, de conformidad con los procedimientos que exija la normativa vigente.

DECIMOSEXTA.- DURACIÓN y VIGENCIA

El presente Convenio entrará en vigor tras su firma y finalizará el 31 de enero de 2029, pudiendo ser prorrogado hasta un máximo de 7 meses adicionales, de forma expresa y por escrito. La formalización de la prórroga habrá de realizarse antes de la fecha de vencimiento del Convenio y se llevará a cabo mediante adenda.

De conformidad con lo previsto en el artículo 15 de la Ley 1/2014, de 24 de junio, de Transparencia Pública de Andalucía, el Convenio y sus eventuales adendas o prórrogas serán objeto de publicación en el portal web de la Junta de Andalucía.

Sin perjuicio de la duración del presente Convenio, serán tenidos en cuenta, de conformidad a lo establecido en el mismo, los posibles incumplimientos que se detecten tras el fin de su periodo de vigencia, derivados del correspondiente control que pueda realizar la Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Se podrán iniciar controles, auditorías o evaluaciones por parte de la Consejería durante la ejecución del Proyecto y en un período de cinco años a partir de la fecha de pago del saldo.

DECIMOSÉPTIMA.- NATURALEZA Y RÉGIMEN JURÍDICO

El presente Convenio tiene naturaleza de convenio firmado entre una Administración y una entidad perteneciente al sector público de carácter internacional, conforme al artículo 47.2.a) de la Ley 40/2015, de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.

En atención a su carácter como instrumento para la concesión de una subvención directa, además de lo previsto por la citada Ley 40/2015, de 1 de octubre, al presente Convenio le resultarán de aplicación:

- a) El Reglamento (UE) 2021/1060 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de junio de 2021, por el que se establecen las disposiciones comunes relativas al Fondo Europeo de Desarrollo Regional, al Fondo Social Europeo Plus, al Fondo de Cohesión, al Fondo de Transición Justa y al Fondo Europeo Marítimo, de Pesca y de Acuicultura, así como las normas financieras para dichos Fondos y para el Fondo de Asilo, Migración e Integración, el Fondo de Seguridad Interior y el Instrumento de Apoyo Financiero a la Gestión de Fronteras y la Política de Visados.
- b) El Reglamento (UE, Euratom) 2024/2509 del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de septiembre de 2024 sobre las normas financieras aplicables al presupuesto general de la Unión.
- c) La Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones.



- d) El Real Decreto 887/2006, de 21 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley 38/2003, de 17 de noviembre, General de Subvenciones, así como el resto de las normas básicas que desarrollen la Ley 38/2003, de 17 de noviembre.
- e) El Decreto Legislativo 1/2010, de 2 de marzo, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de la Hacienda Pública de la Junta de Andalucía.
- f) El Decreto 282/2010, de 4 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de los Procedimientos de Concesión de Subvenciones de la Administración de la Junta de Andalucía.
- g) En relación con los requisitos de publicidad activa, se estará a lo dispuesto en la Ley 1/2014, de 24 de junio, de Transparencia de la Junta de Andalucía.

Este Convenio queda excluido de la legislación de contratos del sector público en virtud de lo dispuesto en el artículo 6 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014. No obstante, se aplicarán los principios de dicha Ley para resolver las dudas y lagunas que pudieran presentarse.

DECIMOCTAVA.- RESOLUCIÓN DE CONTROVERSIAS

Las partes se comprometen a intentar resolver en el seno de la Comisión de Seguimiento del Convenio cualquier desacuerdo que pudiera surgir en el desarrollo, interpretación, cumplimiento, extinción y efectos del presente Convenio.

En caso de no ser posible un acuerdo y resultar procedente litigio judicial, la jurisdicción competente para conocer y resolver dichas cuestiones será la jurisdicción contencioso-administrativa, de conformidad con la Ley 29/1998, de 13 de julio, reguladora de la Jurisdicción Contencioso-Administrativa.

DECIMONOVENA.-PROPIEDAD DE LOS RESULTADOS

Toda la información que se genere será de acceso abierto, salvo aquella que sea objeto de protección como secreto industrial, modelo de utilidad o patente.

En el supuesto de que, como consecuencia del presente Convenio, se generen resultados susceptibles de protección mediante patente u otras formas de propiedad industrial o intelectual, la titularidad de los mismos corresponderá a la entidad que haya desarrollado efectivamente dichos resultados, ya sea LifeWatch ERIC o la Universidad de Huelva.

Cuando los resultados sean fruto del trabajo conjunto de ambas entidades, la titularidad será compartida, conforme a la contribución realizada por cada parte, que se determinará de mutuo acuerdo. En cualquier caso, las entidades participantes se comprometen a garantizar el acceso abierto a los resultados científicos generados, salvo en aquellos casos en los que proceda su protección mediante derechos de propiedad industrial o intelectual.

Asimismo, y sin que ello implique cesión de derechos a terceros ni autorización para su explotación comercial, se reconoce que LifeWatch ERIC, la Universidad de Huelva, así



como cualquier Administración Pública o entidad de derecho público de un Estado miembro de la Unión Europea, podrán utilizar los resultados generados en el marco del presente Convenio de forma no exclusiva, gratuita y sin ánimo de lucro, exclusivamente con fines científicos, educativos, institucionales o de interés general, respetando en todo caso los derechos de explotación que correspondan a las entidades titulares.

En todo caso, el beneficio económico, para sus titulares, que se derive de las patentes o derechos de autor que pudiesen usarse por terceros, se aplicará como ingreso público a la financiación de las distintas medidas incluidas en los ciclos de planificación hidrológica del Tinto, Odiel y Piedras.

En cuanto a las distintas técnicas y metodologías de investigación que se empleen, quedarán a libre disposición de las entidades participantes para su uso y empleo, con carácter general, en nuevas investigaciones. Quedan expresamente excluidas de estas técnicas y metodologías que quedarán a libre disposición de las entidades participantes para su uso y empleo aquellos conocimientos técnicos o metodológicos desarrollados por alguna de las entidades participantes con anterioridad a la firma del presente convenio y que hayan sido objeto de algún tipo de protección como secreto industrial, modelo de utilidad, patente, u otras formas de propiedad industrial o intelectual.

Tanto en publicaciones, como en patentes y otros títulos de propiedad industrial e intelectual, se respetará siempre la mención a los autores de las investigaciones que, en estas últimas, figurarán en calidad de inventores o autores intelectuales.

Durante la ejecución del proyecto, así como a partir de la finalización del mismo, se tendrá acceso a los desarrollos llevados a cabo en el marco de la operación, por todas las partes.

VIGÉSIMA.- PROTECCIÓN DE DATOS

Las partes se someterán al Reglamento General de Protección de Datos (Reglamento (UE) nº 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE), a la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y Garantía de los Derechos Digitales, y demás normativa vigente en materia de protección de datos personales en todos los supuestos en los que pueda darse tratamiento o comunicación de datos, entre ellas o a un tercero, en ejecución de lo dispuesto en este Convenio.

VIGÉSIMOPRIMERA.- EXTINCIÓN

Este Convenio se podrá extinguir por acuerdo expreso de las partes, por finalización del plazo de vigencia, por la imposibilidad sobrevinida de cumplir los objetivos propuestos o por el mero incumplimiento de los mismos. En los supuestos de extinción, se comunicará ésta por escrito a la otra parte con una antelación mínima de un mes y se realizará un informe de las actuaciones realizadas hasta la fecha de extinción. Todo ello, en base al artículo 51 de la Ley 40/2015 de 1 de octubre, de Régimen Jurídico del Sector Público.



Y en prueba de conformidad con lo anteriormente expuesto, las partes firman dos ejemplares del presente Convenio, en el lugar y día señalados en el encabezamiento.

VIGESIMOSEGUNDA.- FRAUDE

Todas las partes están obligadas a asegurar la regularidad del gasto subyacente y a la adopción de medidas dirigidas a prevenir, detectar, comunicar y corregir el fraude y la corrupción, prevenir el conflicto de interés y la doble financiación. Para lo que aplicarán medidas antifraude eficaces y proporcionadas en su ámbito de gestión, como cumplir con la normativa en materia de contratación pública, evitar doble financiación, falsificaciones de documentos, etc., así como proporcionarán información para la detección de posibles fraudes (contratación amañada, licitaciones colusorias, conflicto de interés, manipulación de ofertas, fraccionamiento del gasto, etc.).

EL CONSEJERO DE AGRICULTURA, PESCA, AGUA Y DESARROLLO RURAL

FERNANDEZ-PACHECO 2026.01.27
MONTERREAL RAMON 13:50:28 +01'00'
[REDACTED] 2025.001.21111

Fdo. Ramón Fernández-Pacheco Monterreal

EL CEO DE LIFEWATCH ERIC

[REDACTED] Firmado digitalmente
por [REDACTED]
CHRISTOS ARVANITIDIS
ARVANITIDIS (R: [REDACTED])
[REDACTED] Fecha: 2026.01.27
12:20:04 +01'00'

Fdo. Christos Arvanitidis

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE HUELVA

[REDACTED] JOSE Firmado digitalmente por
RODRIGUEZ [REDACTED] JOSE
RODRIGUEZ (R: [REDACTED])
[REDACTED] Fecha: 2026.01.27 10:11:15
+01'00'

Fdo. José Rodríguez Quintero





ANEXO I – MEMORIA DEL PROYECTO



RECUP-DAS



RECUPERACIÓN DE PASIVOS AMBIENTALES A PARTIR DEL TRATAMIENTO DE AGUAS ÁCIDAS DE MINA CON TECNOLOGÍA DAS (DISPERSED ALKALINE SUBSTRATE)



Índice del Proyecto

0.	GLOSARIO DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES.....	3
1.	RESUMEN EJECUTIVO.....	4
2.	CONTEXTO.....	6
a.	Situación actual de los AMD en la FPI en Andalucía.	7
b.	AMD en las cuencas del Odiel y del Tinto: diagnóstico territorial y presión ecológica. .	10
c.	Del enfoque activo al modelo de descontaminación pasiva DAS	12
d.	Evolución de la tecnología DAS en el marco del proyecto RECUP-DAS.	13
e.	El monitoreo multivariable como instrumento para la recuperación ecológica.....	15
f.	Caracterización e impacto del residuo minero: diagnóstico ecosistémico.	15
g.	Conexión con políticas europeas.....	16
h.	Conexión con el Strategy Working Plan de LifeWatch ERIC.....	17
i.	Conclusión: una restauración escalable, integradora y con visión estratégica.	19
3.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN.....	20
4.	OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS	32
a.	Objetivo General	32
b.	Objetivos específicos.....	32
5.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO	34
a.	Plan de trabajo y esquema básico de actuaciones por entidad participante	34
b.	Paquetes de trabajo	39
c.	CRONOGRAMA/CALENDARIO DEL PROYECTO	64
d.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO	69
e.	Contribución al OE 2.9 del Programa FEDER Andalucía.....	74
f.	Evolución de la tecnología DAS y su conexión con STEP.....	78
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	83
7.	ANEXO I, TÉCNICO - ACTIVIDAD A2.4	84
8.	ANEXO II – ANÁLISIS DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIAS DEL PROYECTO	92

0. GLOSARIO DE ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES.

RECUP-DAS	Recuperación de Pasivos Ambientales a partir del tratamiento de aguas ácidas de mina con tecnología DAS.
DAS	Dispersed Alkaline Substrate
AMD	Drenajes Ácidos de Mina
PAM	Pasivos Ambientales Mineros
FPI	Faja Pirítica Ibérica
VREs	Entornos Virtuales de Investigación
IA	Inteligencia Artificial
HPC	High Performance Computer
FEDER	Fondo Europeo de Desarrollo Regional
STEP	Plataforma de Tecnologías Estratégicas para Europa
LifeBlock	Blockchain System of LifeWatch ERIC
UHU	Universidad de Huelva
DGRH	Dirección General de Recurso Hídricos.
IBER	Institute of Biodiversity and Ecosystem Research
UE	Unión Europea
ERIC	European Research Infrastructure Consortium
TRL	Technology Readiness Levels (Niveles de Maduración Tecnológica)
ENoLL	European Network of Living Labs
MAP	Marco de Acción Prioritaria (para la conservación de la Biodiversidad-Directiva Habitats)
IBMWP	Índice Biológico de Calidad en Macroinvertebrados en Agua Dulce
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)

1. RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto RECUP-DAS se plantea como una **iniciativa estratégica de regeneración ambiental integral** en la Faja Pirítica Ibérica, capaz de abordar de forma simultánea y coordinada cuatro grandes desafíos contemporáneos: 1) la **descontaminación de drenajes ácidos de mina (AMD)**, 2) la **recuperación de la biodiversidad y de los servicios ecosistémicos degradados**, 3) el **tratamiento sostenible del recurso hídrico**, y 4) el estudio de la **valorización de residuos como fuente secundaria de materias primas críticas**.

Para ello, RECUP-DAS propone la **implementación y evaluación demostrativa de un sistema pasivo de tratamiento de aguas, basado en la tecnología DAS (Dispersed Alkaline Substrate)**, desarrollada por la Universidad de Huelva, en coordinación con LifeWatch ERIC y la Dirección General de Recurso Hídricos de la Junta de Andalucía. Este sistema se desplegará en un enclave operativo real en la Mina La Poderosa, en la cuenca del río Odiel, **integrando herramientas avanzadas de monitorización ambiental multivariable**, digitalización científica y análisis de sostenibilidad, con el fin de generar un modelo de intervención **escalable, replicable y alineado con los objetivos del Pacto Verde Europeo y la Plataforma STEP de Tecnologías Estratégicas para Europa**.

Para conseguir esta meta se pretende:

- **El tratamiento de las aguas ácidas de mina** a partir de la optimización de la tecnología de tratamiento pasivo desarrollada por el Grupo de Investigación Tharsis (Universidad de Huelva), conocida como DAS (Dispersed Alkaline Substrate). **Esta implementación permitirá evaluar el tratamiento de aguas ácidas y la recuperación de las cuencas hidrográficas afectadas por Drenajes Ácidos de Mina.**
- **El estudio de la recuperación de pasivos ambientales mineros a partir del tratamiento de Aguas Ácidas de Mina y su aplicación a la recuperación ecológica**, así como el estudio del aprovechamiento del residuo sólido obtenido, tras la descontaminación, con el fin de evaluar la rentabilidad y sostenibilidad económica, social y ambiental de los métodos y técnicas implementados en el proyecto.
- **Desplegar un sistema de monitorización integral y desarrollar herramientas digitales para optimizar la recuperación de la biodiversidad y los hábitats afectados**, a través del conocimiento generado a partir de los recursos y servicios puestos a disposición por LifeWatch ERIC, tales como: Entorno Virtual de Investigación (VREs), Sistemas de Inteligencia Artificial (IA), Computación de Alto Rendimiento (HPC), Sistema Blockchain de LifeWatch ERIC (LifeBlock).

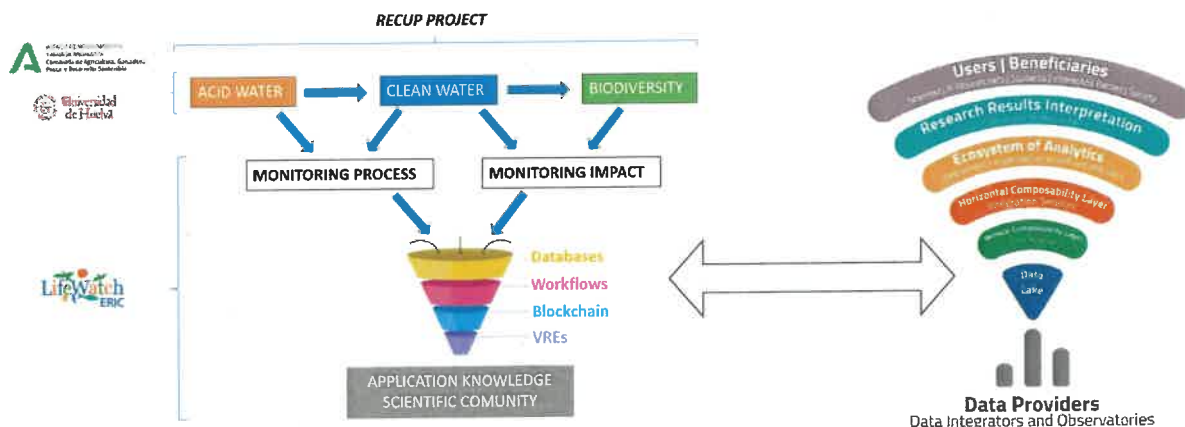


Figura 1. Esquema representativo

El carácter demostrativo y transferible del proyecto, junto con su enfoque integral de recuperación ambiental y su alto grado de innovación tecnológica, lo hacen especialmente adecuado para su financiación vinculada al **Objetivo Específico 2.9 del Programa FEDER Andalucía 2021–2027**, creado en el marco de la reprogramación como parte de la nueva Prioridad 2D STEP Territorios más verdes. Este objetivo específico se centra en el **apoyo a inversiones que contribuyan a los objetivos de la Plataforma de Tecnologías Estratégicas para Europa (STEP)**, particularmente mediante el desarrollo de tecnologías limpias e innovadoras que refuercen la soberanía tecnológica de la UE y promuevan una transición ecológica.

Las acciones mencionadas (a) responden a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 14,15) de las Naciones Unidas; (b) están en consonancia con la Estrategia de Biodiversidad 2030 y es la ambición de la Misión Horizonte Europa "Restaurar nuestros océanos y aguas para 2030"; (c) están en consonancia con los objetivos de LifeWatch ERIC y las Prioridades de su plan estratégico; (d) se corresponden con las funciones y objetivos de la **Junta de Andalucía**.

Todo el proyecto está directamente vinculado con el **concepto de ONE HEALTH** en la medida en que ofrece un enfoque integrador para equilibrar y optimizar la salud de las personas, las especies, los hábitats y los sistemas socioeconómicos asociados. El enfoque es multidisciplinar e interdisciplinar y moviliza a múltiples comunidades para que trabajen juntas con el fin de aplicar soluciones y, al mismo tiempo, desarrollar nuevos conocimientos e innovación y, por último, contribuir a la sostenibilidad de los sistemas mencionados.

La Infraestructura de e-Ciencia sobre Biodiversidad e Investigación de Ecosistemas, LifeWatch ERIC, lidera este proyecto, en línea con las Prioridades 2 y 3 de su Plan Estratégico: (a) "ampliar el actual prototipo de e-Infraestructura LW ERIC y transformarlo en la próxima generación IBER", y específicamente su Tarea 2.4, sobre el desarrollo de "Servicios Temáticos". (b) "ampliar la Comunidad de la Infraestructura actual mediante la colaboración con organizaciones científicas, otros ERIC y RI y agentes mundiales. Esto incluye procesos de co-diseño y co-construcción con todas las partes interesadas, así como la respectiva comunicación, creación de redes y, cuando sea posible, desarrollo de capacidades, y especialmente su Tarea 3.1 "Co-desarrollo con las comunidades".

La Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y de la Secretaría General del Agua, y de la Dirección General de Recursos Hídricos, han adoptado como prioritarias todas aquellas iniciativas internacionales, comunitarias y nacionales relevantes con la recuperación de los recursos naturales. Estas iniciativas inciden positivamente en el aprovechamiento sostenible del capital natural y de los servicios ecosistémicos asociados que proporciona y de los bienes y beneficios sociales que sustenta, especialmente las vinculadas al Plan Hidrológico del Tinto, Odiel y Piedras 2022-2027.

El Grupo de Investigación Tharsis de la Universidad de Huelva posee una sólida trayectoria científica en el ámbito de la geoquímica ambiental, el tratamiento de aguas contaminadas y la valorización de residuos mineros, en estrecha sintonía con los objetivos generales y específicos de la presente propuesta. A lo largo de los últimos años, el grupo ha centrado su actividad investigadora en el estudio de las aguas ácidas de mina y en el desarrollo de tecnologías sostenibles para su regeneración, así como en la recuperación de elementos de valor presentes en los efluentes mineros (<https://www.uhu.es/rensma/presentacion-mga/>). Uno de sus principales objetivos es contribuir a la rehabilitación ambiental de la Faja Pirítica Ibérica (FPI), fomentando un enfoque de economía circular en territorios afectados por la minería.

2. CONTEXTO

En la presente propuesta vamos a considerar el concepto de **pasivos ambientales**, desde el punto de vista de la economía ecológica, como aquellos impactos ambientales negativos ubicados y delimitados geográficamente, que no fueron oportuna o adecuadamente mitigados, compensados, corregidos o reparados; causados por actividades antrópicas y que pueden generar un riesgo a la salud humana o al ambiente. O también descrito por Russi & Martínez-Alier (2002), como las deudas ambientales y sociales, dejadas por las empresas al no reconocer todos los costes asociados a sus actividades económicas.

El proyecto RECUP-DAS parte de la necesidad urgente de intervenir sobre los pasivos ambientales mineros heredados de la actividad extractiva histórica en la cuenca del río Odiel. Estos pasivos, caracterizados principalmente por el drenaje ácido de mina (AMD), constituyen una de las mayores amenazas ecológicas del sur de Europa (Nieto et al., 2007). Desde una perspectiva de economía ecológica, las actuaciones que se plantean en el proyecto no solo se abordan por su impacto sobre la biodiversidad y la salud humana, sino también por su potencial de reconversión en oportunidades para una transición ecológica justa.

España constituye uno de los países con más tradición minera de Europa y el Mundo (García Guinea & Martínez Frías, 1992). Es el tercer país en potencia de recursos minerales de Europa. En consecuencia, resultado de esa larga actividad minera de más de 5000 años, nuestro país se encuentra con un **gran problema medioambiental debido al drenaje ácido de mina, que provoca la contaminación de varias cuencas hidrográficas, siendo las más significativas las de los ríos Odiel y Tinto que son ejemplos de impacto ambiental a nivel mundial** (Olías et al., 2004; Sarmiento et al., 2009).

Hay que señalar que el proceso de degradación ambiental por drenajes ácidos de mina (AMD), en España y especialmente en Andalucía, se intensifica a partir de la segunda mitad del siglo XIX, en estrecha relación con el auge de la minería a gran escala impulsada por la revolución industrial (Olías & Nieto, 2015). Este deterioro no solo se debió a los vertidos directos de residuos sólidos y líquidos procedentes de la actividad minero-metalúrgica a los cauces de los ríos y arroyos, sino también a otros factores asociados, como la falta de normativas ambientales, la ausencia de medidas de contención o tratamiento, y la progresiva ocupación del territorio sin una adecuada planificación de usos del suelo. La escasa o nula restauración de las zonas explotadas, junto con el abandono de numerosas explotaciones sin clausura técnica, ha generado pasivos ambientales que aún hoy siguen liberando contaminantes a las redes hidrográficas, afectando de forma persistente a la calidad de las aguas, los suelos y los ecosistemas asociados.

Este proceso generó un contexto comarcal en el que los pasivos ambientales almacenados en superficie —como escombreras, presas de lodos o depósitos de estériles— han actuado históricamente como fuentes persistentes de contaminación, generando lixiviados ácidos altamente cargados de metales. Estos lixiviados afectan a las aguas superficiales y subterráneas a través de procesos de acidificación y transporte de elementos traza (Álvarez-Valero et al., 2008; Nieto et al., 2013).

No es hasta la promulgación de la Ley de Aguas de 1956 cuando se prohíbe expresamente el vertido de residuos sólidos a los cauces fluviales. Sin embargo, durante décadas posteriores se siguieron permitiendo vertidos de efluentes líquidos, a menudo sin tratamiento efectivo, que

continuaron deteriorando la calidad de los ecosistemas acuáticos (Pinedo Vara, 1963). A partir de la década de 1980, con la entrada en vigor de normativa ambiental más estricta (como la Ley 38/1972 de Protección del Medio Ambiente Atmosférico y el Real Decreto 849/1986 por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico), comienza a producirse un cambio de enfoque hacia una gestión más restrictiva de los residuos mineros.

La adhesión de España a la Unión Europea en 1986 supuso un punto de inflexión, al incorporar las directivas comunitarias sobre aguas y residuos peligrosos. Entre ellas, la Directiva 2000/60/CE, conocida como Directiva Marco del Agua (DMA), ha establecido desde su adopción un marco normativo integral para la protección de las masas de agua, incluyendo la consideración explícita de los drenajes ácidos de mina (AMD) como presiones significativas sobre el estado ecológico de las aguas (Delvalls et al., 2004; Sánchez España et al., 2011).

Desde entonces, se han desarrollado planes hidrológicos de demarcación, instrumentos de seguimiento y programas de medidas que identifican y priorizan las masas de agua afectadas por AMD, particularmente en cuencas como las del Odiel y el Tinto (CHG, 2022). Asimismo, la entrada en vigor de la Directiva 2006/21/CE sobre residuos de industrias extractivas ha fortalecido las obligaciones de prevención y restauración en explotaciones activas y pasivos históricos.

A pesar de estos avances, persisten numerosos enclaves contaminantes derivados de explotaciones históricas, que continúan liberando cargas metálicas al medio hídrico en ausencia de tratamientos efectivos. En este contexto, iniciativas como RECUP-DAS representan un paso estratégico hacia la aplicación de tecnologías de regeneración sostenible y modelos de restauración replicables en zonas críticas de la Faja Pirítica Ibérica.

a. Situación actual de los AMD en la FPI en Andalucía.

La Faja Pirítica Ibérica, en su tramo andaluz, concentra los casos más graves de drenajes ácidos de mina (AMD) documentados en España. Hay dos cuencas hidrográficas muy afectadas por el drenaje de los AMD: La de los ríos Tinto y Odiel (Figura 2) (Cánovas et al., 2007; Sarmiento et al., 2009).

El caudal medio anual de AMD que drenan el río Tinto al Océano Atlántico es de 7,2 m³/s, lo que constituye un volumen aproximado de 227 hm³/año.

El caudal medio anual del río Odiel en Gibraleón durante el periodo 1980/81- 2001/02 es de 14,8 m³/s, con un valor mínimo de 0,4 m³/s y un máximo de 67,8 m³/s, esto representa un volumen aproximado de descarga de 466 hm³/año. En la Figura 3 se muestra un ejemplo de la variabilidad del caudal en la cuenca del Río Odiel. Se puede apreciar que en algunos años el caudal anual ronda los 1800 hm³.

Las concentraciones de elementos contaminantes del Río Tinto son en todos los casos superiores a las correspondientes del Río Odiel, y además en ambos cauces, las concentraciones son más altas en cabecera y disminuyen a medida que aumenta la dilución y precipitación de óxidos e hidróxidos en su recorrido hacia la desembocadura en el océano Atlántico.

En la Tabla 1 se ilustra la descarga, en toneladas por año, de diferentes contaminantes (Cu, Se, Zn, Cd, Ni, Pb y Fe) en dos puntos cercanos a la desembocadura en el Océano Atlántico. Considerando una valoración económica de cada uno de estos metales, incluso con precios de mercado actuales a la baja, esta descarga representa una pérdida económica superior a los 40 millones de euros anuales. Esta estimación podría ser considerablemente mayor si se tuviera en cuenta el conjunto de todos los puntos de vertido de aguas ácidas de mina (AMD) a lo largo de la cuenca, así como la presencia de otros metales de valor estratégico disueltos en dichas aguas.

Otro apunte importante para el medioambiente es que al comparar los valores de carga contaminante de los ríos Tinto y Odiel durante un amplio periodo de estudio (1995 a 2006) con datos de transferencia de metales disueltos desde todos los ríos del mundo a los mares y océanos, se aprecia que las cantidades aportadas por estos ríos durante el periodo de estudio suponen unos porcentajes elevadísimos. Así, estos dos pequeños ríos de la provincia de Huelva transportan el 14 % del cobre y el 47 % de zinc disuelto, de origen minero, que llega a todos los océanos del mundo (Olías et al., 2006).

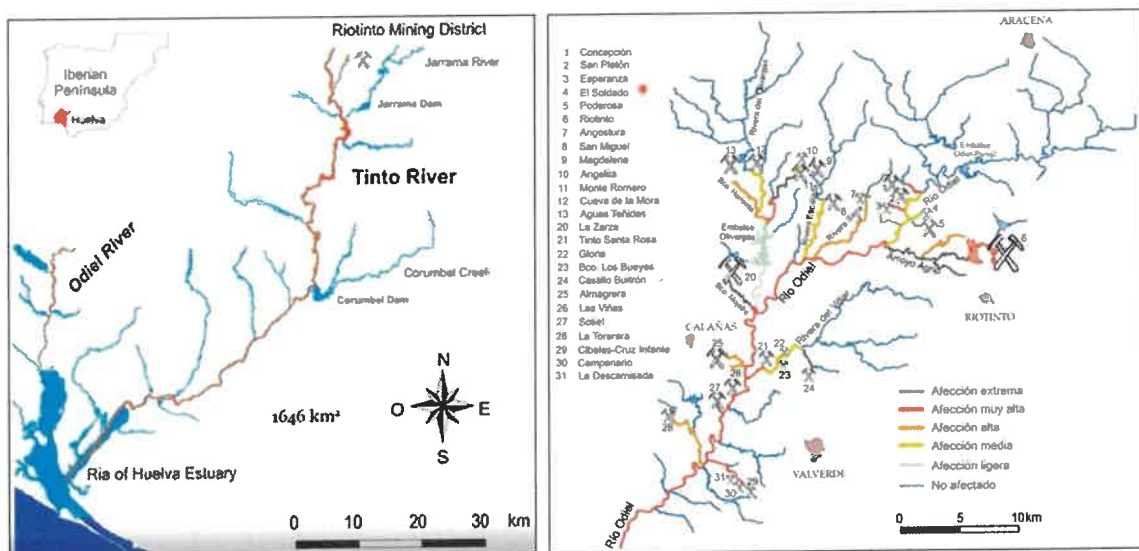


Figura 2. Cuenca hidrográfica de los ríos Tinto y Odiel. A la derecha la cuenca del río Odiel y sus principales subcuencas. Los tramos señalados en rojo corresponden con el cauce afectado por AMD. En el caso del río Odiel se clasifican por el grado de afeción (Olías et al., 2023).

Tipologías de pasivos ambientales mineros (PAM) que generan los AMD en la Faja Pirítica Ibérica (FPI) en Andalucía.

1. Aguas ácidas de mina con origen en el drenaje de escombreras
2. Aguas ácidas de mina con origen en el drenaje de presas de lodos mineros
3. Aguas ácidas de mina con origen en las balsas de lodos mineros
4. Aguas ácidas de mina con origen en el drenaje de galerías de minas abandonadas
5. Aguas ácidas de mina con origen en el drenaje de cortas mineras
6. Aguas ácidas de mina con origen en el drenaje de pozos mineros
7. Aguas ácidas de mina con origen en el drenaje ácido de roca natural

El proyecto RECUP-DAS centrará sus actuaciones en las siguientes tipologías de aguas ácidas:

1. Aguas ácidas de mina con origen en el drenaje de escombreras
2. Aguas ácidas de mina con origen en el drenaje de cortas mineras
3. Aguas ácidas de mina con origen en el drenaje de galerías de minas abandonadas

Río	Odiel	Tinto			
Punto	Gibraleón	Niebla	Suma (T+O)		
Elemento	Ton/año	Ton/año	(Ton/año)	Pre (€)	Total (€)
Cu	792,67	2.566	3.358,67	8.200,00	27.541.094,00
Se	0,48	0,6	1,08	27.920,00	30.153,60
Zn	2.112,96	2.677,2	4.790,16	2.300,00	11.017.368,00
Cd	7,18	12,1	19,28	1.820,00	35.089,60
Ni	22,33	15,6	37,93	20.000,00	758.600,00
Pb	5,09	37	42,09	2.176,00	91.587,84
Fe	1.630,68	14.490,8	16.121,48	70,00	1.128.503,60
					40.602.396,64

Tabla 1. Ejemplo de algunos contaminantes descargados por los AMD de los ríos Tinto y Odiel en dos puntos de su cuenca y valoración económica de 7 metales considerando precios actuales a la baja. (Datos de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, Junta de Andalucía, estimación 2023-2027)

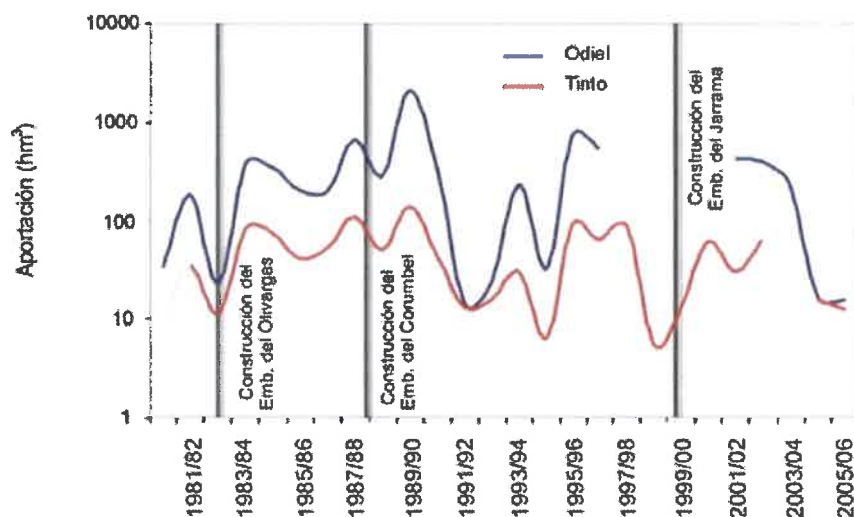


Figura 3. Variación del caudal de descarga de los ríos Odiel y Tinto al Océano Atlántico

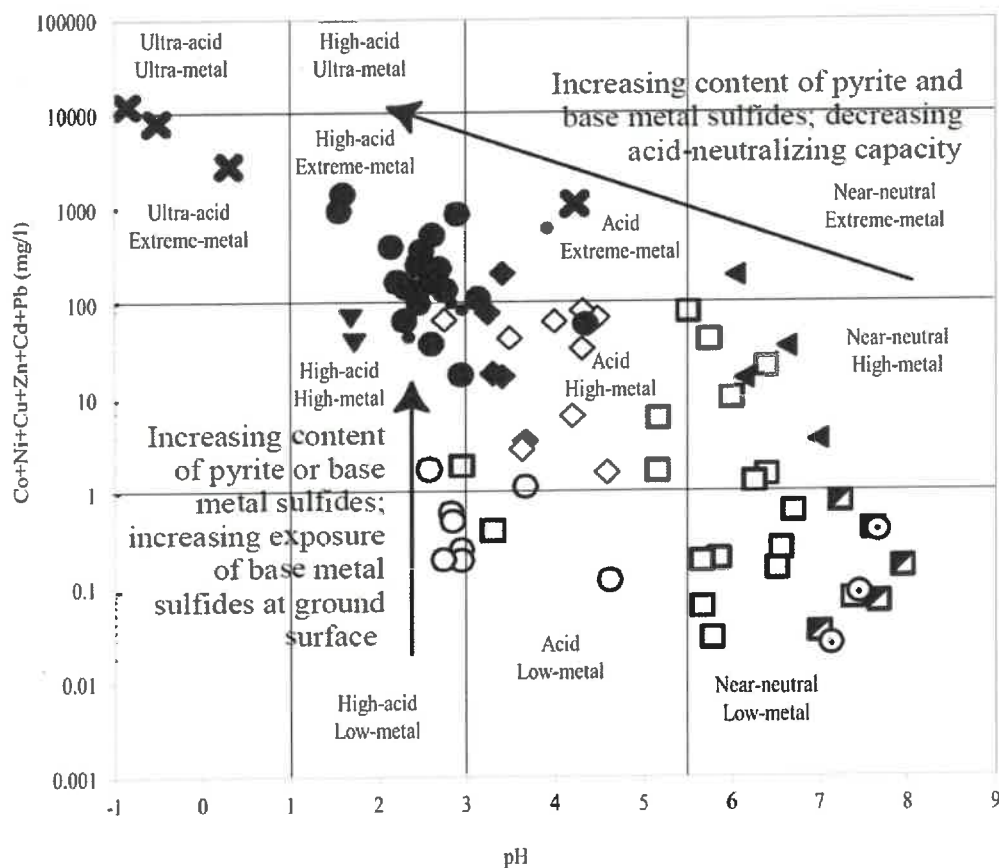


Figura 4. Clasificación de los AMD en cortas o lagos mineros de la Faja Pirítica Ibérica en función de su contenido total en sólidos disueltos (TDS, en g/L) y de sus valores de pH. Esta clasificación sólo tiene en cuenta los datos químicos de las aguas superficiales, por lo que sólo es aplicable a estas condiciones cercanas a la superficie. Esquema de clasificación basado en Plumlee et al. (1997).

Para abordar esta problemática esta propuesta plantea el desarrollo de Procesos de descontaminación de espacios afectados mediante la recuperación, descontaminación y tratamiento de AMD.

La propuesta parte de una caracterización de las cuencas hidrográficas afectadas por los AMD que incluye caudal y propiedades físicas y químicas de dicho AMD.

b. AMD en las cuencas del Odiel y del Tinto: diagnóstico territorial y presión ecológica.

Las cuencas de los ríos **Odiel** y **Tinto**, situadas en el corazón de la Faja Pirítica Ibérica (FPI), constituyen dos de los sistemas fluviales más severamente afectados por **drenajes ácidos de mina (AMD)** en Europa. Ambos ríos recogen aguas procedentes de múltiples explotaciones mineras abandonadas, generando una **presión ecológica extrema** sobre los ecosistemas acuáticos y terrestres de la región.

En el caso de la cuenca del Odiel, al igual que ocurre en la del Tinto, la red fluvial presenta una elevada carga metálica, acidez persistente y alteraciones sustanciales en los procesos ecológicos, especialmente en los tramos medios y bajos. Diversos estudios desarrollados por la

Universidad de Huelva han documentado un deterioro notable de la biodiversidad acuática, pérdida de funcionalidad ecosistémica y un impacto significativo sobre suelos y humedales adyacentes.

La **cuenca del río Tinto**, que comparte muchas de las características geológicas y mineras del Odiel, muestra igualmente altos niveles de contaminación asociada a AMD, aunque presenta una dinámica hidroquímica distinta, especialmente en su tramo alto y medio, debido a diferencias en el régimen hídrico y en las masas de agua afectadas. La integración de esta cuenca en el proyecto RECUP-DAS responde a la necesidad de **extender la monitorización y análisis multivariable** a un segundo sistema fluvial gravemente alterado, con el fin de generar conocimiento comparativo y bases científicas para una futura intervención restauradora coordinada.

A pesar de que la **planta de tratamiento DAS** se construirá en un enclave de la cuenca del Odiel (Mina La Poderosa), el análisis conjunto de ambas cuencas permitirá establecer **modelos transferibles**, detectar patrones comunes en la evolución de los AMD y fortalecer las propuestas de gestión hídrica y restauración ecológica en el contexto del Plan Hidrológico de la Demarcación Tinto–Odiel–Piedras.

La siguiente tabla resume la **composición química de los AMD** en diferentes puntos de ambas cuencas, reflejando la gravedad del problema ambiental y la necesidad urgente de soluciones eficaces.

Sample no	Description	Q LA	pH	EC $\mu\text{S/cm}$	SO ₄	Cl	HCO ₃ ⁻ mg/L	SiO ₂	Na	K	Ca	Mg	Mn mg/L	Fe	Al	Cu	Zn	
Odiel river																		
OD-0	Before mines	220	8.4	380	11	20	196	14.5	14	2	41	16	14	0.05	0.02	0.00	0.01	
OD-8	Before Tinto	229	8.0	446	123	21	111	140.4	15	2	47	21	15	0.08	0.07	0.05	0.76	
OD-9	After Tinto	277	3.1	2,350	2,730	260	n.a.	n.a.	26.7	2	115	161	32.7	36.6	162	23	43	
AMDs																		
AMD-1	Conceptión	7.0	2.7	2,490	1,300	170	n.a.	n.a.	24.0	1.93	54.3	51.5	6.8	264	72.3	3.5	7.3	
AMD-2	San Placón	0.2	2.8	5,530	5,920	380	n.a.	n.a.	33.0	3.29	227.9	115	9.1	1,973	239.1	28.7	215.1	
AMD-3	Esperanza	0.6	2.3	4,290	3,060	250	n.a.	n.a.	27.6	0.91	225.1	117	6.6	329	143.5	14.7	15.9	
AMD-4	Poderosa	1.4	2.5	3,460	3,520	310	n.a.	n.a.	25.5	4.99	116.7	60	9.7	974	154.0	66.7	52.7	
AMD-5	Tinto river	48	2.5	8,860	11,580	480	n.a.	n.a.	111	1.65	370.1	375	156.9	663	677.7	115.3	215.8	
Sample no	Description	As	Ba	Be	Cd	Ch	Cr	Hg	Mo	Pb	Sb	Se	Tb	Tl	U	V	Alkalinity mg/L	Cu/Zn
Odiel river																		
OD-0	Before mines	3	80	b.l.	b.l.	0	b.l.	b.l.	1	2	0	b.l.	b.l.	b.l.	1	4	155	0.22
OD-8	Before Tinto	1	55	b.l.	4	35	b.l.	b.l.	1	2	0	b.l.	b.l.	0	b.l.	0	70	0.06
OD-9	After Tinto	6	21	10	224	1,080	22	b.l.	b.l.	5	b.l.	2	12	0.5	32	2	0	0.54
AMDs																		
AMD-1	Conceptión	8	15	b.l.	7	541	19	b.l.	b.l.	10	b.l.	b.l.	8	1	3	4	n.a.	0.48
AMD-2	San Placón	1,163	9	b.l.	314	482	51	b.l.	2	16	6	b.l.	11	40	52	146	n.a.	0.13
AMD-3	Esperanza	14	5	b.l.	53.8	512	69	b.l.	b.l.	72	b.l.	b.l.	7	9	14	11	n.a.	0.92
AMD-4	Poderosa	1,314	8	b.l.	160	722	32	b.l.	14	60	5	b.l.	15	12	15	54	n.a.	1.27
AMD-5	Tinto river	191	b.l.	b.l.	511	4,336	102	b.l.	b.l.	23	b.l.	b.l.	66	b.l.	161	14	n.a.	0.53

Tabla 2. Composición química de los AMD en diferentes puntos de la cuenca hidrográfica de los ríos Tinto y Odiel. Caudal (Q), pH y conductividad eléctrica (CE).

c. Del enfoque activo al modelo de descontaminación pasiva DAS

El planteamiento original del proyecto consideraba el uso de tecnologías activas para el tratamiento de AMD, como los evaporadores al vacío. Sin embargo, la reformulación se apoya en un cambio estratégico hacia tecnologías pasivas más sostenibles, con menor coste energético y mayor integración territorial. El sistema DAS (Dispersed Alkaline Substrate) desarrollado por el Grupo Tharsis de la Universidad de Huelva, representa una solución innovadora basada en procesos biogeoquímicos en serie. El sistema funciona por gravedad, sin consumo energético externo ni adición de reactivos en continuo, reponiendo estos cada 4/5 años, y permitiendo la precipitación secuencial de metales en condiciones controladas de acidez, neutralidad y alcalinidad.

El sistema DAS se basa en una secuencia de módulos biofísicos que operan por gravedad y sin consumo energético, mediante procesos biogeoquímicos controlados. Está compuesto por una laguna receptora, tanques secuenciales con substratos reactivos, cascadas de oxidación y balsas de decantación, funcionando en cinco fases: (1) oxidación y precipitación de metales trivalentes; (2) generación de alcalinidad y precipitación de metales trivalentes residuales; (3) oxidación secundaria de hierro y sedimentación; (4) alcalinización para precipitación de metales divalentes como Zn, Mn, Cu, Cd, Co y Ni; y (5) aireación final para equilibrar el sistema con la atmósfera.

Las ventajas técnicas del sistema DAS son las siguientes:

- Tecnología completamente pasiva: sin consumo energético ni reactivos químicos.
- Alta eficiencia en eliminación de metales pesados (hasta el 100% en algunos casos).
- Baja colmatación: substratos con matriz inerte y fracción fina alcalina dispersa.
- Alta porosidad y sostenibilidad hidráulica.
- Adaptabilidad a distintas condiciones de carga contaminante.

En experiencias piloto como Mina Esperanza o Monte Romero (Ayora et al., 2013; Orden et al., 2021), el sistema DAS ha demostrado su capacidad de reducir significativamente la acidez y eliminar prácticamente todos los metales disueltos presentes. Se han registrado reducciones de acidez de 2.500 a 500 mg/L CaCO₃ eq y eficiencias de eliminación cercanas al 100% en Fe, Al, Cu, Zn, y Cd.

Actualmente, el sistema DAS está protegido por la patente española ES-2534806, titularidad de la Universidad de Huelva. Con este proyecto se investiga su escalabilidad y replicabilidad en nuevos espacios con mediciones de impacto ecológico con el fin de optimizar los procesos de recuperación de los pasivos ambientales mineros.

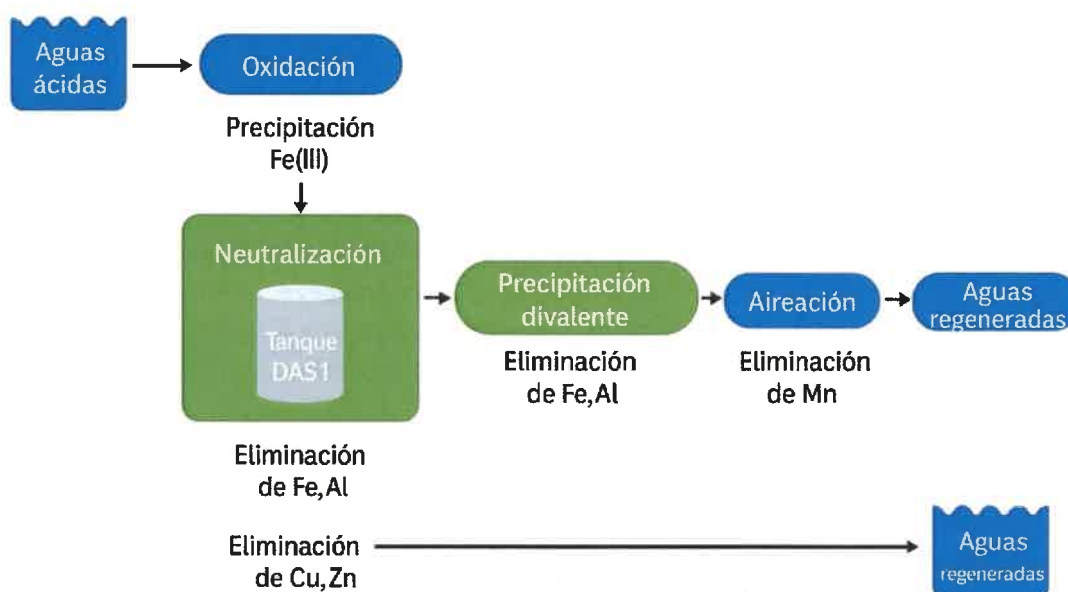


Figura 5. Esquema del Sistema DAS (Dispersed Alkaline Substrate)

d. Evolución de la tecnología DAS en el marco del proyecto RECUP-DAS.

Además de su carácter pasivo y sostenible, la tecnología **DAS (Dispersed Alkaline Substrate)**, desarrollada por la Universidad de Huelva (UHU), ofrece una oportunidad adicional de alto valor añadido: la recuperación estratégica de metales presentes en las aguas tratadas. Este potencial de valorización será abordado en el marco del proyecto como una línea transversal de investigación aplicada y transferencia de conocimiento, tal como se detalla en los objetivos y actividades previstas, considerando:

1. La Optimización para la Recuperación de Cobre y Tierras raras (REE)

En el contexto del proyecto RECUP-DAS, la tecnología DAS no se modifica en su principio básico, pero se **optimiza y evoluciona para abordar un nuevo desafío estratégico**:

- **Recuperación de cobre y materias primas críticas (REE, Sc, Y)** presentes en el vertido de la **Mina La Poderosa**, donde se registran valores medios de **9,2 mg/L de REEs e Y** y un caudal estimado de **2,3 L/s**, lo que equivale a **670 kg/año de REE e Y** vertidos al río Odiel.
- Esta optimización implica **enfocar el tratamiento en la recuperación selectiva de materias primas críticas y caracterizar los lodos generados**, con vistas a su valorización mediante técnicas hidrometalúrgicas o biotecnológicas en fases posteriores. Estudios recientes (Ayora et al., 2016) ponen de manifiesto que la tecnología DAS no solo elimina la acidez y metales convencionales (Fe, Cu, Zn), sino que también podría retener

elementos estratégicos como **tierras raras (REE) (lantánidos, itrio (Y) y escandio (Sc))**, con tasas de captura superiores al 90%, principalmente asociadas a la fase basaluminita y a los lodos de decantación. La mejora en este proyecto se centra en:

- Caracterización mineralógica y geoquímica avanzada (ICP-MS, SEM-EDS, difracción de rayos X) para determinar con precisión la composición de los lodos y evaluar su potencial económico.
- Estudios de fraccionamiento selectivo para analizar el comportamiento de REEs y cobre en las distintas fases de precipitación (Fe/Al y Zn/Mn).
- Análisis de viabilidad para la recuperación secundaria de metales críticos mediante procesos complementarios (hidrometalurgia o biotecnología), con una orientación a medio plazo.
- Este avance conecta directamente con las **políticas europeas de materias primas críticas** y la estrategia de economía circular, reforzando la dimensión estratégica del proyecto y su alineación con la **Plataforma STEP** y el **Green Deal**.

2. La Digitalización Avanzada y Gemelo Digital del DAS

Otra innovación clave del proyecto es la **digitalización del sistema DAS**, integrando el proceso de tratamiento pasivo en una arquitectura de **monitorización en tiempo real** liderada por LifeWatch ERIC permitirá dar el salto hacia una gestión inteligente y predictiva de los procesos de recuperación:

- Se desplegará una **red de sensores multiparamétricos** (pH, conductividad, metales, caudales) conectada a una plataforma de datos en la nube, bajo principios FAIR.
- Los datos en continuo se utilizarán para desarrollar un **“gemelo digital” del sistema DAS**, capaz de **predecir fenómenos de colmatación, optimizar los ciclos de recarga de sustratos reactivos y evaluar dinámicas de metales** con modelos predictivos basados en IA.
- **Optimización dinámica del proceso**, ajustando de forma proactiva variables críticas (tiempos de residencia, caudales de entrada, puntos de muestreo) para mejorar la retención y recuperación de metales estratégicos.
- Generación de información estratégica para evaluar la **sostenibilidad, escalabilidad y replicabilidad de la tecnología** en otras localizaciones de la Faja Pirítica Ibérica.
- Esta evolución permitirá **reducir costes operativos**, anticipar problemas y documentar la eficacia del proceso con un nivel de detalle sin precedentes, abriendo la puerta a su replicación en otros escenarios europeos.

3. Su Impacto y Valor Añadido

La combinación de **recuperación de materias primas críticas y digitalización con gemelo digital** convierte a RECUP-DAS en un **proyecto demostrador de nueva generación**, que no solo remedia aguas altamente contaminadas, sino que también genera conocimiento estratégico y recursos valorizables. Estas mejoras suponen un salto de madurez tecnológica (TRL) del sistema DAS, reforzando su posición como **tecnología limpia, inteligente y alineada con los objetivos de soberanía tecnológica y transición ecológica de la UE**.

e. El monitoreo multivariable como instrumento para la recuperación ecológica.

La intervención que plantea el proyecto RECUP-DAS no puede entenderse únicamente como una actuación sobre la calidad del agua o la eliminación de metales pesados en efluentes mineros. Uno de los principales objetivos estructurantes del proyecto es precisamente **la monitorización multivariable de la recuperación de la biodiversidad y los hábitats degradados** por el drenaje ácido de mina (AMD), mediante un sistema científico-técnico avanzado liderado por la e-infraestructura **LifeWatch ERIC**.

Este enfoque implica combinar la acción de descontaminación mediante el sistema DAS con una observación ambiental integrada y continua, que permita documentar y cuantificar en tiempo real:

- La mejora de parámetros físico-químicos (pH, metales, oxígeno disuelto, etc.).
- La evolución de indicadores ecológicos clave (macroinvertebrados, NDVI, fauna indicadora).
- El restablecimiento funcional de servicios ecosistémicos asociados a las masas de agua y su entorno ribereño.

En este sentido, el despliegue de un **sistema de sensorización ambiental multivariable**, incluyendo estaciones meteorológicas, sensores edáficos, dataloggers multiparamétricos y sistemas de monitoreo de fauna y vegetación mediante cámaras de teledetección, se convierte en una herramienta central del proyecto. Esta red estará conectada a la **nube científica de LifeWatch ERIC**, permitiendo la recopilación, estructuración y análisis de datos bajo principios FAIR.

El conocimiento generado por este sistema de observación será esencial no solo para validar la eficacia del tratamiento, sino también para definir las bases metodológicas de futuras intervenciones de restauración ecológica en cuencas mineras europeas. El proyecto apuesta por un **modelo científico replicable**, alineado con el Plan Hidrológico, la estrategia europea STEP, y los objetivos de la Estrategia de Biodiversidad 2030, combinando ciencia abierta, digitalización ambiental y resiliencia ecosistémica.

f. Caracterización e impacto del residuo minero: diagnóstico ecosistémico.

El tratamiento de aguas ácidas mediante el sistema DAS genera un residuo sólido cuya composición es representativa de los metales disueltos originalmente en el efluente. Este residuo, si bien se estabiliza en condiciones controladas, constituye una nueva fracción que debe ser analizada desde la óptica del riesgo ambiental y del potencial de valorización futura. Los estudios del Grupo Tharsis de la UHU han demostrado que estos residuos concentran metales como Zn, Cu, Co y Mn, en proporciones significativas, susceptibles de recuperación posterior mediante técnicas hidrometalúrgicas o biotecnológicas.

Aunque el proyecto RECUP-DAS no contempla en esta fase acciones directas sobre la valorización del residuo generado, sí reconoce su importancia estratégica en el marco de la transición hacia una economía circular, y contempla acciones encaminadas a estudiar, caracterizar y cuantificar el valor y el impacto ambiental y socio-económico que tendrá a futuro el tratamiento y puesta en valor de este residuo.

En este sentido, la Universidad de Huelva, en colaboración con la empresa Atalaya Mining, está desarrollando tecnologías aplicables a la recuperación de metales críticos a partir de residuos mineros estabilizados, que podrían aplicarse en una segunda fase posterior al proyecto actual. Este enfoque permite proyectar el impacto del proyecto más allá de su horizonte temporal, conectando con objetivos europeos sobre materias primas críticas, soberanía tecnológica y sostenibilidad minera.

g. Conexión con políticas europeas

El proyecto RECUP-DAS se enmarca dentro de los objetivos y políticas de la Unión Europea y del Plan Estratégico de la Infraestructura Científica Europea LifeWatch ERIC

En primer lugar, el marco normativo de la UE en relación a la política de aguas, que entró en vigor el 22 de diciembre de 2022, tiene como último objetivo lograr la eliminación de todas las sustancias peligrosas prioritarias y contribuir a conseguir concentraciones, en el ecosistema acuático, cercanas a los valores básicos para las sustancias de origen natural.

- a) Directiva Marco del Agua: Directiva 1000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación de la política de aguas.
- b) Directiva 2006/118/CE relativa a la protección de las aguas subterráneas con la contaminación y el deterioro.
- c) Directiva 2006/11/CE relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la comunidad.
- d) Directiva 2020/2184 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
- e) Directiva 96/61/CE, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.

En segundo lugar, respecto a los objetivos marcados por la UE, cada uno de los 27 países miembros debe tener definidos para 2025 las reservas de materias primas y pasivos ambientales mineros que necesita para su desarrollo económico y reducir la dependencia de materias primas de importación.

En este sentido debe considerarse estratégica la conexión del proyecto RECUP con la Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo acerca de la Resiliencia de las materias primas fundamentales: trazando el camino hacia un mayor grado de seguridad y sostenibilidad y de la futura Ley Europea de Materias Primas Críticas, anunciada por la Comisión Europea.

El proyecto RECUP-DAS se alinea con los objetivos del Pacto Verde Europeo y con el MAP de España, siendo en este caso de especial relevancia la implementación del MAP de Andalucía. **En este sentido se enmarca en el Objetivo Específico 2.7 del Programa FEDER Andalucía 2021-**

2027: “Incrementar la protección y la conservación de la naturaleza, la biodiversidad y las infraestructuras verdes, también en las zonas urbanas, y reducir toda forma de contaminación”. Y concretamente, estableciendo medidas de reducción de la contaminación con actuaciones dirigidas, como es este caso, a la reducción y posterior seguimiento de la contaminación en todas sus formas, como la que afecta al suelo y al agua.

A su vez, considerando el Estudio Ambiental Estratégico del FEDER Andalucía 2021-2027, el proyecto se encuadra en el Área de Actuación (A2): Actuaciones de mejora, protección, conservación y restauración ambiental, tanto en medio abiótico como biótico.

También se encuentra alineado con múltiples políticas públicas europeas y nacionales. Su inclusión como iniciativa en el marco de la Plataforma de Tecnologías Estratégicas para Europa (STEP) refuerza su dimensión estructural y replicable. Además, responde a los objetivos del Green Deal, la Estrategia de Biodiversidad 2030, y varios ODS de la Agenda 2030 (6, 13, 14 y 15), al contribuir a la regeneración ecológica, la mejora de la calidad del agua y la restauración de hábitats.

A escala territorial, la actuación se articula con el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras, ofreciendo una respuesta concreta a las medidas establecidas en dicho instrumento de planificación.

h. Conexión con el Strategy Working Plan de LifeWatch ERIC

El alcance de esta propuesta conecta con el actual Strategy Working Plan 2022-2026 (Plan Estratégico de LifeWatch ERIC) y concretamente con los siguientes objetivos del mismo:

- **Objetivo Estratégico 1:** Industrializar y apoyar los mecanismos de transferencia de conocimientos y tecnología del prototipo existente de Infraestructura de Investigación LifeWatch ERIC a todos los niveles: científico, técnico, de comunicación, de innovación, administrativo y financiero. Este objetivo se conseguirá a través de la maduración del nivel de preparación tecnológica (TRL) 6: Modelo de sistema demostrado en entorno relevante, a un nivel de maduración TRL 9: Sistema probado con éxito en entorno real.
- **Objetivo Estratégico 2:** Consolidar y ampliar la e-infraestructura LifeWatch ERIC hacia la integración de todos los contenidos, servicios y recursos existentes actualmente alojados en centros específicos de los Estados Miembros, así como otros nuevos, en una única e-infraestructura de investigación que ofrezca un espacio abierto, creativo y democrático a sus usuarios.
- **Objetivo Estratégico 3:** Avanzar en la innovación científica y tecnológica, basándose en la mejora continua del rendimiento de los entornos virtuales de investigación, mediante la inversión en tecnologías emergentes con profunda aplicación en la investigación de la Biodiversidad y los Ecosistemas, por ejemplo: Inteligencia Artificial, Machine Learning, HPC- Cloud-Edge Computin y Blockchain.

El propósito es desarrollar herramientas de nueva generación que permitan poner a disposición de la comunidad científica una Infraestructura de Investigación en Biodiversidad y Ecosistemas de altas prestaciones, a nivel mundial.

- **Objetivo Estratégico 4:** Profundizar en el compromiso de las comunidades científicas (prestando atención a la inclusividad y la equidad), las partes interesadas y los ciudadanos que trabajan en observatorios de biodiversidad a escala mundial.
- **Objetivo Estratégico 5:** Forjar colaboraciones con el sector público, el sector privado y la industria, para garantizar la extrapolación y sostenibilidad de la innovación producida. Este objetivo ha de abordarse considerando el Pacto Verde, así como los Planes de Biodiversidad de la agenda 2030 y los planes de Digitalización e Innovación de la UE.

Objetivo Estratégico de LifeWatch ERIC SWP	Conexión con los objetivos del Proyecto
SO1-STRATEGIC OBJECTIVE 1	<p>OE1: Investigar la viabilidad de nuevos procesos de descontaminación y tratamientos de las aguas ácidas de mina por el método de evaporación al vacío y validar el proceso a través del uso de herramientas que favorezcan la transferencia de conocimiento y la colaboración público-privada.</p> <p>OE7: Desarrollar actividades de transferencia de tecnología sentando las bases para la protección de los resultados del proyecto y su explotación.</p>
SO2-STRATEGIC OBJECTIVE 2	<p>Todos los objetivos y actividades del proyecto tienen conexión con el SO2 de LifeWatch ERIC al considerarse como elemento esencial la integración de todos los datos y resultados que se obtengan durante el proyecto en la e-Infraestructura, así como las bases de datos y series históricas disponibles.</p>
SO3-STRATEGIC OBJECTIVE 3	<p>OE2: Desplegar un sistema de monitorización integral que permita optimizar la recuperación de la biodiversidad y los hábitats afectados, a través del conocimiento generado a partir de soluciones digitales implementadas por LifeWatch ERIC.</p> <p>OE3: Monitorizar la recuperación de pasivos ambientales mineros a partir del Residuo sólidos enriquecidos en metales</p>

	<p>y evaluar la rentabilidad y sostenibilidad económica y ambiental del proyecto.</p> <p>OE5: Investigar y validar aplicaciones para el uso de las aguas tratadas, a través de las herramientas tecnológicas diseñadas por LifeWatch ERIC, que permitan obtener entornos virtuales de investigación que propicien la obtención de resultados más eficientes y contrastables (basados en datos con principios FAIR: Findable, Accessible, Interoperable, Reusable).</p>
SO4-STRATEGIC OBJECTIVE 4	<p>OE4: Planificar, a partir del conocimiento generado, la recuperación ecológica y agroecológica, de espacios degradados y la conservación y protección de espacios anexos a la cuenca hidrográfica del río Odiel, concretamente subcuenca del río Tintillo, contando con las partes interesadas y ciudadanos implicados en los observatorios de biodiversidad afectados.</p>
SO5-STRATEGIC OBJECTIVE 5	<p>OE1: Investigar la viabilidad de nuevos procesos de descontaminación y tratamientos de las aguas ácidas de mina por el método de evaporación al vacío y validar el proceso a través del uso de herramientas que favorezcan la transferencia de conocimiento y la colaboración público-privada.</p> <p>OE7: Creación de un Living-Lab de referencia mundial de Biodiversidad Microbiana en ambientes extremófilos naturales y antropogénicos. Entre los ambientes extremófilos predominantes en la Faja Pirítica Ibérica se encuentran drenaje ácido de minas de galerías, escombreras y presas de lodos mineros, lagos mineros o cortas inundadas (56 de ellas solo en la FPI), etc.</p>

i. **Conclusión: una restauración escalable, integradora y con visión estratégica.**

RECUP-DAS constituye una oportunidad única para demostrar la eficacia de los tratamientos pasivos en escenarios mineros altamente contaminados, a través de un enfoque integral que combina ciencia, tecnología, restauración ecológica y monitoreo multivariable. La propuesta es escalable, adaptable a otros contextos mineros del suroeste europeo, y presenta una lógica de continuidad futura basada en la valorización de residuos mineros y la recuperación funcional del territorio. La integración con la e-infraestructura LifeWatch ERIC garantiza además una proyección abierta, interoperable y alineada con la ciencia europea de vanguardia.

3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN

Las cuencas de los ríos Odiel y Tinto, en la provincia de Huelva, se encuentra fuertemente impactada por los ADM procedentes de explotaciones mineras abandonadas (Sarmiento et al., 2009). En el marco del Plan Hidrológico del Tinto-Odiel-Piedras y como parte de una estrategia integral de regeneración ambiental, se plantea la implementación de un sistema de monitorización ambiental que permita evaluar la eficacia de las intervenciones de descontaminación de aguas ácidas de mina.

Este sistema está orientado a la vigilancia continua de la calidad del agua, caudales y carga contaminante en puntos estratégicos, antes, durante y después de las intervenciones, con especial atención a la instalación de la Planta DAS (Substrato Alcalino Disperso) en la Mina La Poderosa.

A continuación, se describen los enclaves previstos para la monitorización multivariable que se pretende realizar en el proyecto:

Enclave de Monitorización 1: Mina Concepción (antes de la carga contaminante)

- Coordenadas: 37.774528, -6.656250
- Descripción: Punto de referencia para evaluar la calidad del agua en condiciones prácticamente naturales, aguas arriba de las cargas contaminantes procedentes de la mina Concepción. Permite establecer líneas base para la comparativa con aguas impactadas.

Enclave de Monitorización 2: Mina Concepción (después de la carga contaminante)

- Coordenadas: 37.771278, -6.658889
- Descripción: Localizado aguas abajo de la descarga de Mina Concepción. Este punto permite caracterizar el impacto directo de la carga contaminante en el sistema fluvial y evaluar la eficiencia de futuras medidas de contención.

Enclave de Monitorización 3: Mina El Soldado

- Coordenadas: 37.762334, -6.652618
- Descripción: Lugar donde se desarrollan actividades auxiliares de descontaminación. Su monitorización permite controlar el entorno inmediato de apoyo a la planta de tratamiento principal.

Enclave de Monitorización 4: Mina La Poderosa

- Coordenadas: 37.748611, -6.654722
- Descripción: Punto neurálgico de la intervención. En esta localización se implantará la Planta DAS para el tratamiento pasivo de aguas ácidas. La vigilancia continua es esencial para evaluar su desempeño ambiental.

Enclave de Monitorización 5: Aportes contaminantes de la Mina San Plantón

- Coordenadas: 37.763667, -6.671944
- Descripción: Punto de entrada de cargas contaminantes adicionales provenientes de otra explotación minera. Su control permite identificar aportaciones externas al sistema que puedan alterar la eficacia de la intervención.

Enclave de Monitorización 6: Confluencia del río Agrio con el río Odiel

- Coordenadas: 37.731361, -6.689222
- Descripción: Punto de control estratégico donde convergen aguas de diferentes orígenes. Permite analizar sinergias y acumulaciones de contaminantes a escala de cuenca.

Estos 6 enclaves se corresponden con la definición del polígono A de la figura 7.



Enclave de Monitorización 7: Río Odiel (aguas abajo), Puente de Gibraleón, N-431.

- Coordenadas: 37.224586, -6.584488
- Este enclave se sitúa en un tramo bajo del río Odiel, aguas abajo de su recorrido principal por zonas de alta actividad minera y próximos a zonas de transición fluvial-estuarina. Su localización, en las inmediaciones del Puente de Gibraleón (N-431), permite integrar el efecto acumulado de los vertidos ácidos de origen minero provenientes de diversos afluentes y puntos críticos aguas arriba, incluidos los enclaves donde se desarrolla la intervención principal del proyecto. El enclave resulta de alto interés desde el punto de vista del seguimiento de la evolución de la calidad hídrica a escala de cuenca, así como por su valor estratégico en la caracterización del transporte de contaminantes hacia zonas de especial sensibilidad ecológica como el Paraje Natural Marismas del Odiel. Su inclusión refuerza el enfoque ecosistémico del proyecto, permitiendo evaluar la eficacia de las medidas de regeneración a escala subregional y anticipar el comportamiento de los drenajes ácidos en contextos de mayor complejidad hidrológica. La monitorización continua en este punto permitirá: 1) Detectar cambios en la carga contaminante a escala integrada de cuenca, 2) Establecer correlaciones entre las acciones de remediación y la evolución química del sistema fluvial, 3) Identificar patrones de dilución, mezcla o concentración en las aguas de transición.

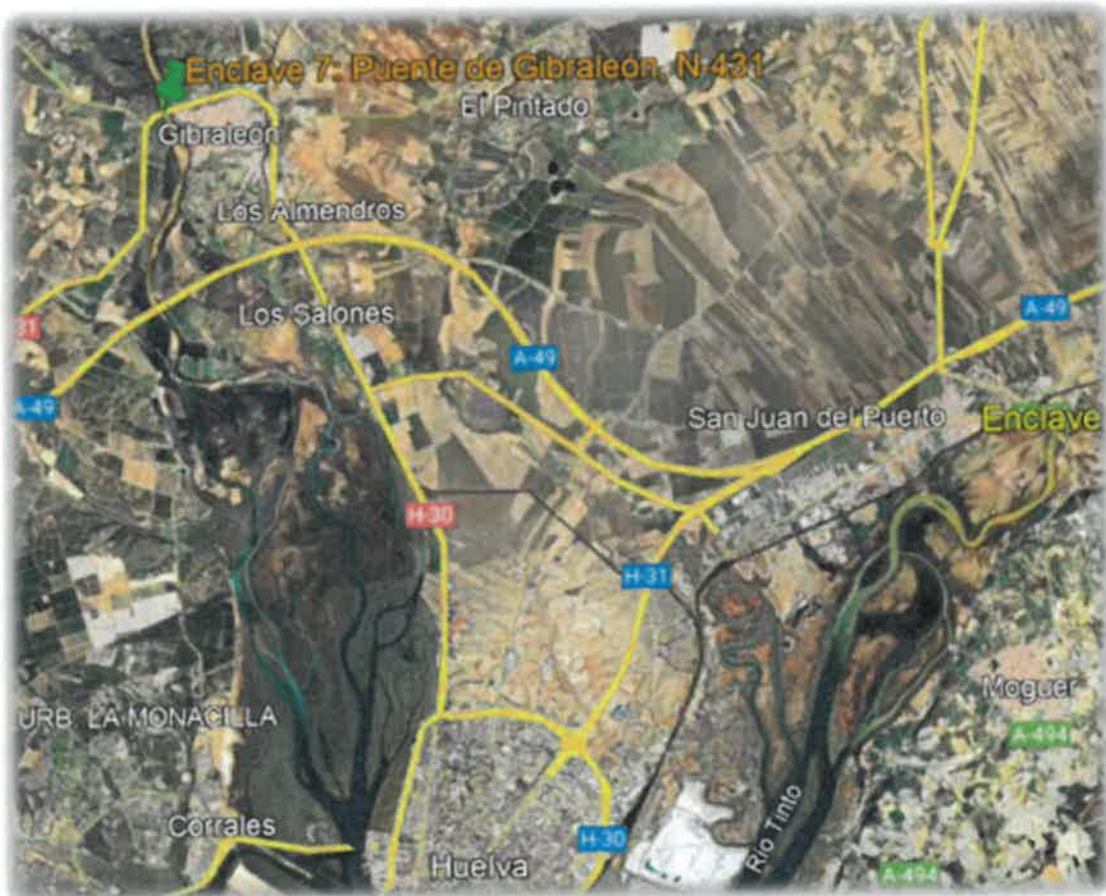


Figura 6. Enclave 7: Puente Gibraleón

Ampliación del sistema de monitorización a la Cuenca del río Tinto.

Con el fin de ampliar el conocimiento técnico y apoyar la planificación hidrológica integrada en la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras (TOP), el proyecto RECUP-DAS incorpora dos enclaves de control en continuo en la cuenca del río Tinto, designados como enclaves 8 (Puente Berrocal), 9 (Puente Gadea) y 10 (Puente Arroyo Candón). Estos puntos han sido seleccionados por su relevancia estratégica para el seguimiento de los procesos de generación y transporte de drenajes ácidos de mina (AMD). En particular, el enclave 9 cuenta con una estación de aforo existente que facilita la obtención de datos hidrométricos de forma integrada. La monitorización en estos enclaves permitirá establecer comparativas con los resultados obtenidos en la cuenca del río Odiel, evaluar sinergias y apoyar el desarrollo de futuras actuaciones de regeneración ambiental.

Además de estos tres puntos de monitorización en continuo, el proyecto contempla actuaciones de seguimiento adicionales en la cuenca del Tinto que responden a los requerimientos formulados por la Dirección General de Recursos Hídrico. Estas actuaciones no continuas tienen como finalidad mejorar la caracterización de masas de agua afectadas por AMD, determinar niveles de fondo de sustancias contaminantes y justificar posibles exenciones conforme a los artículos 4.4 y 4.5 de la Directiva Marco del Agua. Para ello, se llevarán a cabo muestreos periódicos, análisis geoquímicos y observaciones basadas en datos de seguimiento y observación remota que permitan delimitar técnicamente dichas masas y contribuir a la planificación hídrica con base científica.

Esta extensión a la cuenca del río Tinto tiene los siguientes propósitos:

1. **Ampliar el conocimiento técnico y geoquímico de los procesos de generación, transporte y evolución de los drenajes ácidos de mina (AMD)** en un área contigua con similar geología, historia minera y presión ambiental que el río Odiel.
2. **Establecer comparativas y vínculos funcionales entre ambas cuencas**, lo que permitirá evaluar la replicabilidad del sistema DAS y otras acciones de restauración ecológica en futuros escenarios de intervención.
3. **Caracterizar condiciones de referencia** en el nacimiento del río Tinto, mediante un punto de muestreo aguas arriba de influencias mineras, tal y como proponen actores del sector y entidades científicas como base para determinar niveles de fondo.
4. **Estudiar aguas de transición** a través del punto de control en la masa "Río Tinto 3", donde se produce la interacción con aguas estuarinas, permitiendo observar procesos de dilución, mezcla y transformación geoquímica.
5. **Analizar la Inclusión de afluentes y otros puntos intermedios** que permitan entender la compartimentación del sistema y posibles criterios de división de masas de agua, con base en diferencias geoquímicas o ecológicas

Se mantendrá un enfoque flexible, permitiendo ajustar o añadir puntos de control a lo largo del desarrollo del proyecto en función de los resultados obtenidos y de las necesidades de gestión

identificadas. Los datos obtenidos permitirán alimentar modelos de calidad de agua, definir exenciones conforme a los artículos 4.4 y 4.5 de la DMA, y mejorar la delimitación y tipificación de masas de agua en zonas afectadas por AMD.

Los enclaves definidos, inicialmente, para el monitoreo en continuo son los siguientes:

Enclave de Monitorización 8: Río Tinto, Puente Tinto Bridge – Berrocal.

- Coordenadas: 37.353775, -6.33347
- Descripción: Punto de control situado cerca de la cabecera del río Tinto, aguas abajo de importantes aportes mineros en el cauce del río. Este enclave permite establecer condiciones de referencia en el sistema fluvial, esenciales para el análisis comparativo con zonas más impactadas. Su control facilitará estimar el aporte minero total del cauce principal del río, dado que aguas debajo de este punto no existen otros aportes. La comparación de la calidad del río en este punto con la calidad del agua en la cabecera permite estimar el aporte total de contaminantes de origen minero al río Tinto.

Enclave de Monitorización 9: Río Tinto, Puente Gadea.

- Coordenadas: 37.252452, -6.363894
- Descripción: Punto intermedio de la cuenca del Tinto que permite analizar el impacto acumulado de los vertidos procedentes de explotaciones mineras activas y abandonadas, así como detectar patrones geoquímicos comunes con la cuenca del Odiel. Este enclave refuerza el estudio comparativo entre ambas cuencas y su evolución frente a medidas de restauración futuras. Además, en este punto se encuentra una estación oficial de aforo, lo que facilita la integración de datos hidrológicos históricos y actuales con los parámetros físico-químicos y microbiológicos del proyecto, aportando una visión más completa del comportamiento del río ante escenarios de contaminación y recuperación.

Enclave de Monitorización 10: Confluencia río Tinto – Arroyo de Candón.

- Coordenadas: 37.183575, -6.47036
- Descripción: Este enclave se ubica en un tramo estratégico del río Tinto, en su confluencia con el arroyo de Candón, a medio recorrido entre los tramos más afectados por la actividad minera y su desembocadura. Se trata de un punto clave para evaluar la evolución geoquímica del sistema fluvial en una zona de transición, donde los procesos de mezcla, atenuación y acumulación de contaminantes son especialmente relevantes. La localización del enclave responde a la necesidad de mejorar el conocimiento sobre la dinámica de los drenajes ácidos en contextos hidrológicamente más complejos, donde afluentes naturales como el arroyo de Candón pueden ejercer un efecto modulador en la carga contaminante del Tinto. Además, este punto permite reforzar el análisis de masas de agua afectadas por AMD desde una perspectiva de conectividad hidrológica y planificación integrada.

La inclusión de estos enclaves en la cuenca del Tinto refuerza el carácter sistémico y transferible del proyecto RECUP-DAS, al tiempo que responde a la demanda explícita de la Subdirección de Planificación Hidrológica de la Junta de Andalucía para avanzar en un enfoque ecosistémico en el tratamiento de los pasivos ambientales mineros de la región.

Esta monitorización en continuo de los enclaves 8, 9 y 10 permitirá:

1. Realizar un **seguimiento multivariable coordinado entre ambas cuencas**, mediante metodologías y sensores estandarizados que aseguren la comparabilidad de datos.
2. Estudiar **patrones comunes en la composición geoquímica de los AMD**, sus niveles de toxicidad, la carga metálica transportada y su evolución temporal.
3. Evaluar el **potencial de recuperación ambiental en contextos análogos**, identificando zonas prioritarias para actuaciones futuras de descontaminación y restauración.
4. Apoyar la delimitación técnica de masas de agua afectadas por AMD en la Demarcación Hidrográfica del Tinto-Odiel-Piedras (TOP), conforme a criterios científicos y normativos.
5. Contribuir a la **generación de conocimiento estratégico** para la gestión integrada de los recursos hídricos, aportando evidencia aplicada a la caracterización, tipificación y objetivos ambientales de las masas de agua de la FPI.

Enfoque del Sistema de Monitorización Continua de LifeWatch ERIC.

El sistema de observación en continuo, que llevará a cabo LifeWatch ERIC, está orientado a la vigilancia continua de la calidad del agua, caudales y carga contaminante en puntos estratégicos, antes, durante y después de las intervenciones, con especial atención a la instalación de la Planta DAS (Substrato Alcalino Disperso) en la Mina La Poderosa.

En este contexto, la intervención de LifeWatch ERIC adquiere un valor esencial como infraestructura paneuropea de investigación en e-Ciencia y biodiversidad. Su participación garantiza la integración de tecnologías avanzadas de monitorización (sensores inteligentes, plataformas de análisis y modelado, teledetección, ciencia ciudadana y bases de datos FAIR), alineadas con los objetivos del Plan Hidrológico y con el enfoque ecosistémico de la Directiva Marco del Agua.

LifeWatch ERIC contribuirá a:

- Coordinar el diseño e implementación del sistema de monitorización ambiental multivariable (hidrológico, edáfico, atmosférico y ecológico).
- Proveer capacidades de almacenamiento, visualización y análisis de datos en tiempo real y en series temporales.
- Evaluar el impacto ecológico de la regeneración del sistema fluvial mediante indicadores biológicos y funcionales.
- Integrar los resultados en plataformas abiertas de ciencia y toma de decisiones.

Su colaboración con la Universidad de Huelva (Grupo Tharsis), responsable de la aplicación del proceso DAS, asegura la conexión entre la acción tecnológica de descontaminación y su seguimiento ambiental riguroso.

El proyecto RECUP-DAS se fortalecerá mediante esta sinergia, permitiendo no solo cumplir los objetivos del Plan Hidrológico, sino también generar conocimiento transferible y replicable para otras cuencas afectadas por drenajes ácidos de mina en Europa.

IMÁGENES DE LAS ÁREAS Y ENCLAVES DE LA INTERVENCIÓN

La intervención primaria se trasladó al entorno de la Mina La Poderosa, enclavada en la cuenca media del río Odriel. Este enclave presenta una situación crítica por la emisión continua de aguas ácidas, siendo además un nodo estratégico desde el punto de vista de conectividad ecológica y presión sobre espacios protegidos. La elección de este enclave responde a criterios de viabilidad técnica, representatividad de la problemática y posibilidad de integrar un modelo de restauración extensible a otras zonas mineras del suroeste ibérico.

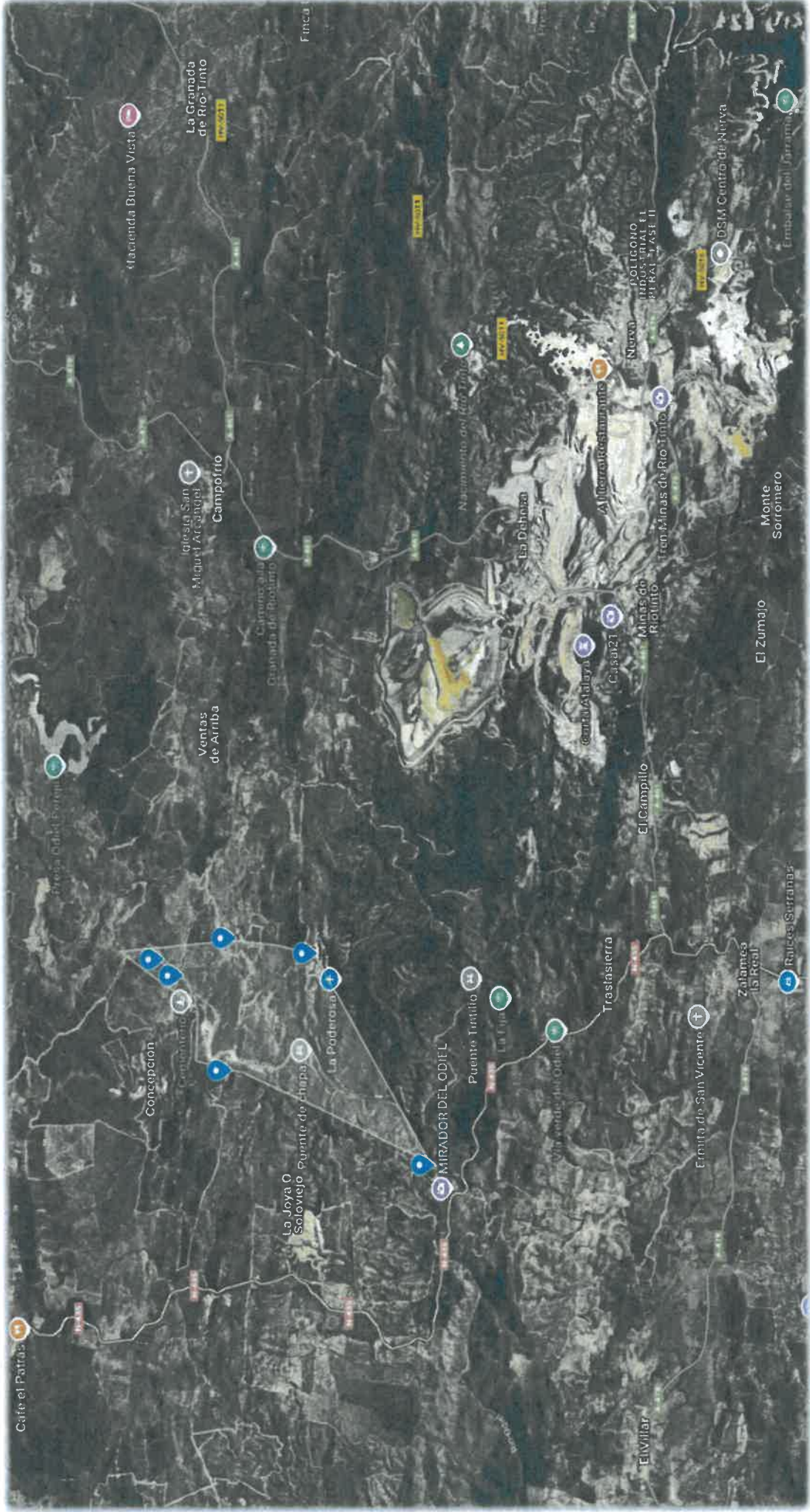


Figura 7. Polígono del Área de Intervención asociada a la Planta DAS – Mina Poderosa.

La intervención se amplía hacia la cuenca del río Tinto, integrando dos enclaves de monitorización continua ubicados a lo largo del eje fluvial principal. Esta cuenca, vecina y geoquímicamente conectada con la del río Odiel, presenta igualmente una alta carga contaminante derivada de drenajes ácidos de mina (AMD) históricos y actuales. La elección de estos enclaves responde a criterios estratégicos de mejora del conocimiento hidrológico y ecológico del sistema Tinto-Odiel, la representatividad de la problemática ambiental, y su potencial para extrapolar modelos de restauración pasiva y planificación hídrica integradora en el contexto de la Faja Pirítica Ibérica. Además, estos puntos permitirán comparar dinámicas de transporte de contaminantes, establecer vínculos entre cuencas y servir de base para futuras acciones de regeneración.

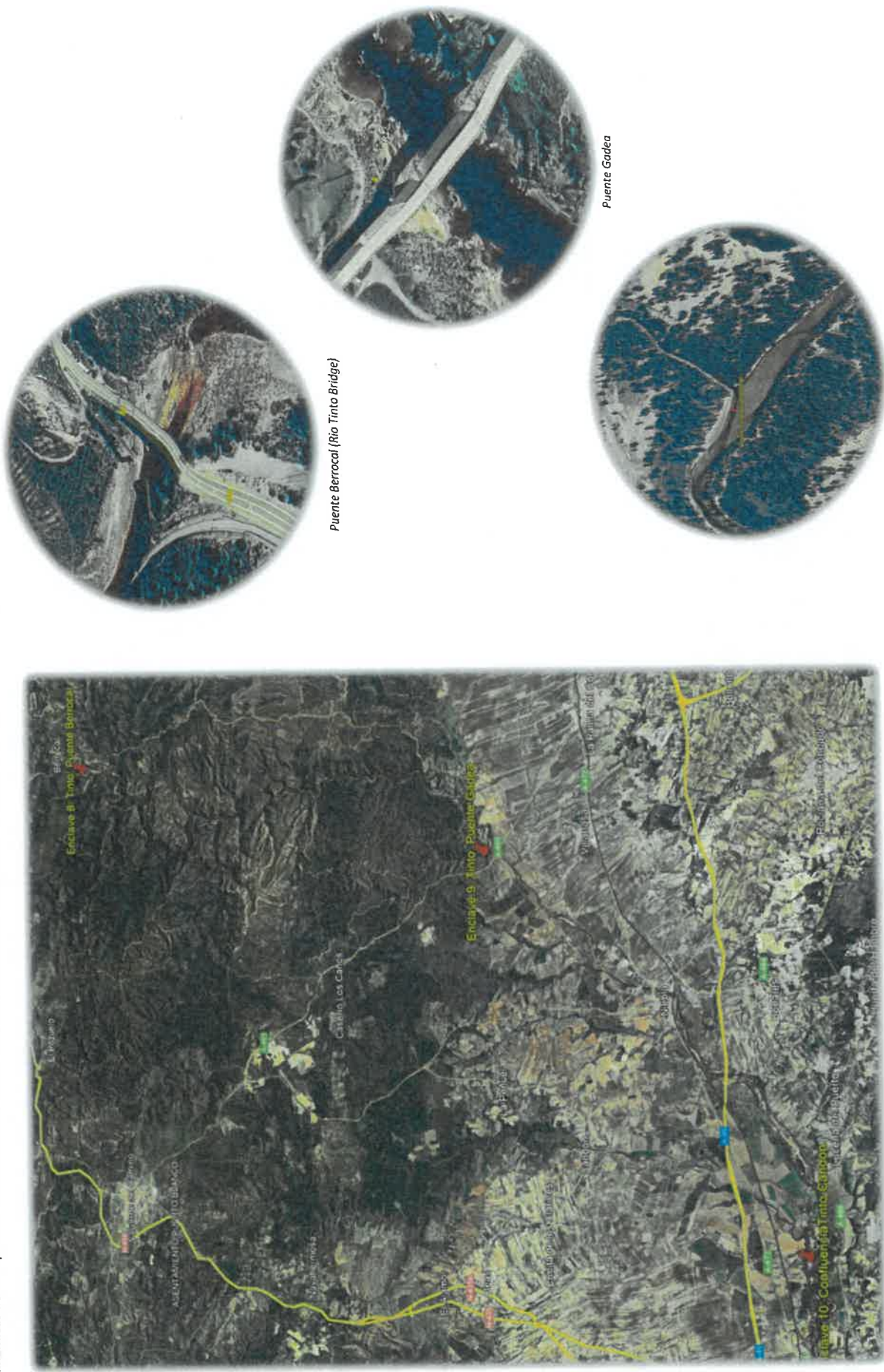


Figura 8. Enclaves de monitorización continua en la cuenca del río Tinto

TABLA DE VARIABLES HIDROLÓGICAS

Variable	Unidad	Frecuencia Recomendada	Sensor / Instrumentación Recomendada	Aplicación en el proceso DAS
Caudal	m ³ /s	Diario / Continua (con logger)	Aforo con canal Parshall en caudales bajos y estudio de implantación en estaciones de aforo existentes o calibración de nuevas secciones del río en caudales altos, vertedero triangular + sensor ultrasónico o de presión.	Dimensionamiento del tratamiento, cálculo de carga contaminante
Nivel del agua	m	Continua	Sensor de milimétricas	Control del flujo por gravedad en el sistema DAS
Velocidad de corriente	m/s	Semanal / evento de lluvia	Molinete hidráulico, ADCP portátil	Evaluación de transporte de sedimentos/metales
pH	-	Continua (en puntos clave)	Sonda multiparamétrica (YSI, Hanna, Hach) con datalogger	Control de fases del proceso (ácido/neutro/básico); activación natural de cada fase del DAS
Temperatura	°C	Continua	Sensor integrado en sonda multiparamétrica	Influye en la cinética de las reacciones biogeoquímicas
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	Continua	Sonda óptica de OD	Evaluación de condiciones oxidativas (Fe ²⁺ → Fe ³⁺); optimización de la Fase I y III del DAS
Conductividad eléctrica	µS/cm	Continua	Sonda multiparamétrica	Indicador de concentración salina y cargas metálicas disueltas
Redox (ORP)	mV	Continua	Sonda de potencial de óxido-reducción (ORP)	Seguimiento del ambiente químico; fundamental en las fases de oxidación y precipitación
Carga metálica total	mg/L y kg/día	Semanal / tras lluvias	Muestreo manual + ICP-MS / espectrofotometría	Seguimiento de eficiencia del DAS en remoción de Zn, Cu, Mn, Cd, Ni, Co, etc.
Turbidez / Sólidos en suspensión (TSS)	NTU / mg/L	Diaria / continua (opcional)	Sensor de turbidez óptica / muestreo para gravimetría	Control de la eficiencia de sedimentación / precipitación
Precipitación	mm	Continua	Pluviómetro automático (ej. Davis, OTT Pluvio ²)	Relacionar eventos de carga contaminante con caudales y eficacia del sistema
Nivel freático (si aplica)	m	Semanal / continua	Piezómetro con datalogger	Identificación de aportes subterráneos contaminantes al sistema fluvial

**Se incluirán, a demanda de la D.G de Recursos Hídricos, los parámetros representativos de la calidad de las aguas según el RD 817/2015.*

TABLA DE VARIABLES EDÁFICAS

Variable	Unidad	Frecuencia	Instrumentación / Método	Aplicación
Humedad del suelo / Combustibilidad	% volumétrico	Continua o semanal	Sensores capacitivos (TDR, Decagon)	Disponibilidad hídrica y procesos de lixiviación
pH del suelo	-	Mensual / estacional	Sondeo de pH portátil o laboratorio	Evaluación de acidez residual por actividad minera
Conductividad del suelo	µS/cm	Mensual	Sondas específicas / laboratorio	Salinidad y acumulación de metales
Materia orgánica	%	Trimestral / anual	Laboratorio (LO), COT	Evaluación de recuperación del suelo
Metales pesados (Zn, Cu, Cd, etc.)	mg/kg	Trimestral / semestral	ICP-MS	Bioacumulación y toxicidad en suelo

Tabla 3b. Variables de Monitorización Edáfica

TABLA DE VARIABLES ATMOSFÉRICAS

Variable	Unidad	Frecuencia	Instrumentación recomendada	Aplicación
Temperatura del aire	°C	Continua	Estación meteorológica automática	Influencia en tasas de reacción, evapotranspiración
Humedad relativa	%	Continua	Estación meteorológica automática	Condiciones microclimáticas
Precipitación	mm	Continua	Pluviómetro automático	Entrada directa de agua y contaminantes
Velocidad y dirección del viento	m/s, °	Continua	Anemómetro / veleta	Dispersión de partículas contaminantes
Radiación solar	W/m ²	Continua	Sensor de radiación solar	Fotodegradación y fotosíntesis
Presión atmosférica	hPa	Continua	Barómetro digital	Parámetro de control para modelización

Tabla 3c. Variables de Monitorización Atmosférica

TABLA DE VARIABLES DE BIODIVERSIDAD

Variable / Grupo	Indicador	Frecuencia	Método	Aplicación
Vegetación	Cobertura por especie (%)	Estacional	Transectos, parcelas permanentes	Evaluación de revegetación y colonización natural
Vegetación	NDVI / EVI	Mensual	Dron multiespectral o Sentinel-2	Salud vegetal y biomasa
Hábitats	Clasificación CORINE/EUNIS	Anual	Cartografía SIG + campo	Seguimiento de cambios y restauración
Aves	Riqueza y abundancia	Trimestral / migración	Censos, puntos de escucha	Indicador de restauración de hábitats
Anfibios y reptiles	Presencia/reproducción	Estacional	Transectos, prospecciones	Indicador de recuperación hídrica y calidad ambiental
Macroinvertebrados	Índice IBMWP	Semestral	Red Surber + identificación	Calidad ecológica del agua y sedimentos
Mamíferos	Presencia / uso del hábitat	Semestral	Cámaras trampa, huellas	Ocupación de hábitats restaurados

Tabla 3d. Variables de Monitorización de Biodiversidad

4. OBJETIVOS Y RESULTADOS ESPERADOS

a. Objetivo General

El objetivo general del proyecto RECUP-DAS es **monitorizar y evaluar, a través de la Infraestructura de e-Ciencia LifeWatch ERIC, la eficacia del tratamiento de aguas ácidas de mina y la recuperación ecosistémica asociada**, mediante la implementación de procesos pasivos de descontaminación (sistema DAS) y el análisis del impacto sobre la biodiversidad y los pasivos ambientales mineros de la cuenca del río Odiel, contribuyendo de forma efectiva a la transición ecológica de Andalucía.

b. Objetivos específicos

- **Implementar un proceso innovador de descontaminación de aguas ácidas de mina mediante tecnología pasiva (sistema DAS)**, y validar su eficacia técnico-ambiental a través de la monitorización multivariable y uso de herramientas que favorezcan la transferencia de conocimiento y el desarrollo de la Infraestructura de Investigación sobre Biodiversidad y Ecosistemas (IBER), a través de la colaboración público-privada.
- **Desplegar un sistema de observación ambiental integral que permita la monitorización continua y en tiempo real de variables hidrológicas, edáficas, atmosféricas, ecológicas y microbiológicas**, en enclaves estratégicos del río Odiel y río Tinto, incorporando el análisis de comunidades microbianas extremófilas como indicadores bioquímicos del impacto ambiental y de la eficacia del tratamiento de aguas ácidas.
- **Estudiar la recuperación funcional y ecológica de pasivos ambientales mineros**, evaluando su evolución a partir del tratamiento de los AMD y la restauración de hábitats en riesgo, mediante análisis basados en datos FAIR.
- **Planificar la recuperación ambiental y agroecológica de zonas degradadas**, así como la conservación y conectividad de espacios de alto valor ecológico vinculados a la cuenca del Odiel.
- **Analizar y caracterizar el impacto de los Drenajes Ácidos de Mina (AMD) en las cuencas de los ríos Odiel y Tinto desde la perspectiva de la gestión y planificación hidrológica**, con el fin de generar conocimiento técnico-científico que permita delimitar masas de agua afectadas, definir objetivos ambientales realistas y proponer tipologías y criterios específicos para su evaluación y recuperación.
- **Estudiar el residuo generado tras el proceso de tratamiento de los AMD**, incluyendo su caracterización, viabilidad de valorización futura y alineamiento con la recuperación de metales críticos estratégicos.
- **Desarrollar estrategias de transferencia y protección del conocimiento generado en el proyecto**, facilitando su explotación futura y su incorporación a iniciativas de economía circular y restauración ecológica.

c. Resultados esperados

RE1: Validación científica y técnica del sistema DAS como solución pasiva para el tratamiento de los AMD.

- Indicador de Resultado: Se tratarán aprox. 63.000 m³ de aguas ácidas mediante procesos pasivos en enclaves seleccionados.
 - Certificación de la calidad del agua tratada y análisis de su uso potencial.
 - Generación de Planes de Restauración (hídrico, ecológico y paisajístico) basados en datos FAIR.

RE2: Despliegue de infraestructura de sensorización ambiental multivariable para la monitorización de hábitats y biodiversidad.

- Indicador de Resultado: Instalación de sensores e instrumentación en al menos 6 enclaves, con cobertura de datos FAIR.
 - Análisis del estado inicial y evolución de hábitats y especies indicadoras.
 - Herramientas de visualización e interpretación de datos mediante entornos virtuales (VREs).

RE3: Análisis técnico y estratégico del residuo generado en el proceso DAS para su futura valorización.

- Indicador de Resultado: Informe de caracterización mineralógica y geoquímica del residuo y preevaluación de tecnologías emergentes de tratamiento.
 - Identificación de posibles rutas de valorización de metales críticos.
 - Conexión con líneas de investigación desarrolladas por UHU y otros organismos de investigación.

RE4: Generación de conocimiento aplicado sobre el impacto de AMD en la cuenca de los ríos Odiel y Tinto.

- Indicador de Resultado: Informe científico-técnico sobre mecanismos de generación y transporte de AMD en la demarcación hidrográfica del TOP.
 - Delimitación técnica de al menos 8 masas de agua afectadas por AMD en las cuencas del Tinto y Odiel, con cartografía basada en datos de seguimiento y observación remota.

- Definición y justificación de OMR u otras exenciones aplicables conforme a los artículos 4.4 y 4.5 de la Directiva Marco del Agua para al menos 5 masas de agua.

RES: Transferencia científica y tecnológica de los resultados del proyecto.

- Indicador de Resultado: Publicación de entre 5 y 8 trabajos técnicos o científicos y firma de 7–10 acuerdos de colaboración.
 - Inclusión de resultados en plataformas internacionales (LifeWatch ERIC, EOSC, GBIF...).
 - Aumento del 7% en los usuarios de la e-infraestructura LifeWatch ERIC, especialmente de perfiles científicos, técnicos y gestores públicos.

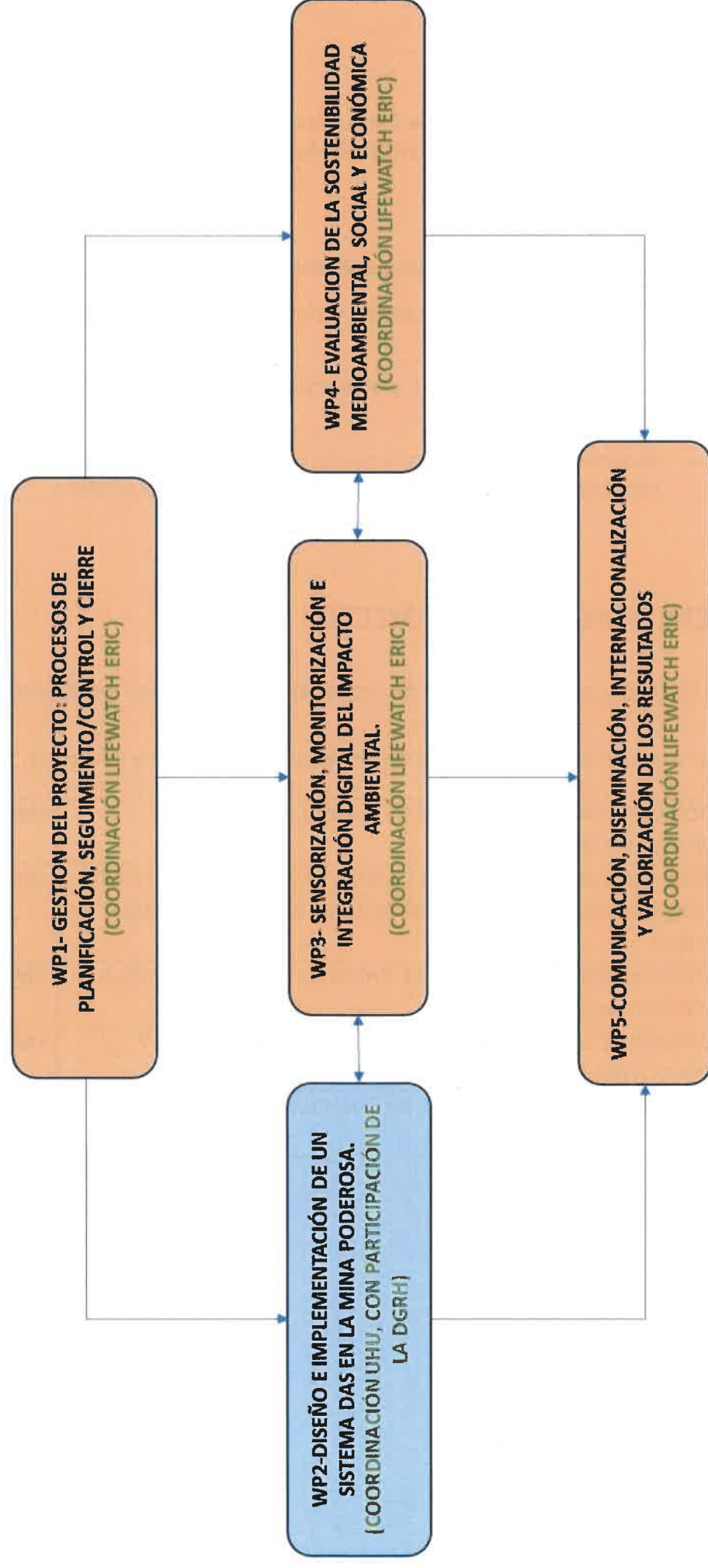
5. IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

a. Plan de trabajo y esquema básico de actuaciones por entidad participante

El plan de trabajo para la implementación total del proyecto tiene la siguiente estructura:

WP 1	GESTIÓN DEL PROYECTO: PROCESOS DE PLANIFICACIÓN, SEGUIMIENTO/CONTROL Y CIERRE.	LWERIC
WP2	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PASIVO TIPO DAS (SUBSTRATO ALCALINO DISPERSO) EN EL VERTIDO DE MINA PODEROSA	UHU
WP3	MONITORIZACIÓN E INTEGRACIÓN DE DATOS EN LA INFRAESTRUCTUA DE e-CIENCIA de LIFEWATCH ERIC.	LWERIC
WP4	EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICA DEL PROYECTO	LWERIC
WP5	PLAN DE DISEMINACIÓN, DIFUSIÓN, INTERNACIONALIZACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LOS RESULTADOS	LWERIC

ESQUEMA BÁSICO DE DISTRIBUCIÓN DE ACTUACIONES POR ENTIDAD PARTICIPANTE



La asignación de la coordinación y la participación de las entidades colaboradoras en cada Work Package (WP) se encuentra descrita en el apartado en la siguiente tabla y en el punto 5.b de la Memoria (Paquetes de trabajo).

WP	Entidad que coordina	Entidades participantes	Descripción ampliada
WP1 – Gestión del proyecto: planificación, seguimiento/control y cierre	LifeWatch ERIC	—	<p>LifeWatch ERIC lidera la planificación estratégica, la gestión administrativa y financiera y el seguimiento técnico del proyecto. Asume la elaboración de informes, control presupuestario, supervisión de hitos y cierre técnico-administrativo, asegurando la correcta comunicación con la autoridad gestora y el cumplimiento de los procedimientos FEDER.</p>
WP2 – Diseño e implementación de un sistema DAS en la Mina Poderosa	Universidad de Huelva (UHU)	Dirección General de Recursos Hídricos (DGRH)	<p>La UHU, a través del Grupo de Investigación Tharsis, desarrolla el diseño, modelización e implementación del sistema pasivo DAS. Coordina el trabajo científico-técnico y las pruebas piloto en campo. La DGRH ejecuta el proyecto de la planta y colabora garantizando la alineación con la planificación hidrológica y la integración de las actuaciones en la estrategia territorial.</p>
WP3 – Sensorización, monitorización e integración digital del impacto ambiental	LifeWatch ERIC	Universidad de Huelva	<p>LifeWatch ERIC coordina el diseño del sistema de monitorización, el despliegue de sensores y la integración de datos en plataformas digitales interoperables. Este WP articula la conexión con los servicios e-Science de LifeWatch ERIC y la futura generación de gemelos digitales ambientales. La UHU apoya definiendo parámetros fisicoquímicos y biogeoquímicos. La DGRH colabora garantizando la alineación con la planificación hidrológica y la integración de las actuaciones en la estrategia territorial.</p>
WP4 – Evaluación de la sostenibilidad medioambiental, social y económica	LifeWatch ERIC	Universidad de Huelva	<p>Bajo la coordinación de LifeWatch ERIC se desarrolla la evaluación de los impactos ambientales, socioeconómicos y de sostenibilidad del sistema DAS. Se aplican metodologías alineadas con el marco DNSH y el análisis de costes-beneficios. La UHU contribuye con análisis geoquímico y caracterización de subproductos del tratamiento y la DGRH colabora garantizando la alineación con la planificación hidrológica y la integración de las actuaciones en la estrategia territorial.</p>
WP5 – Comunicación, disseminación, internacionalización y valorización de resultados	LifeWatch ERIC	Universidad de Huelva	<p>LifeWatch ERIC lidera las acciones de comunicación, difusión e internacionalización, garantizando la coherencia con la estrategia de la Plataforma STEP y del FEDER Andalucía. Se impulsa la valorización tecnológica y científica de los resultados. La UHU colabora en materiales técnicos, publicaciones y actividades de transferencia.</p>

Esta estructura de trabajo obedece al cumplimiento del esquema básico de distribución de actuaciones por entidad expuesto anteriormente:

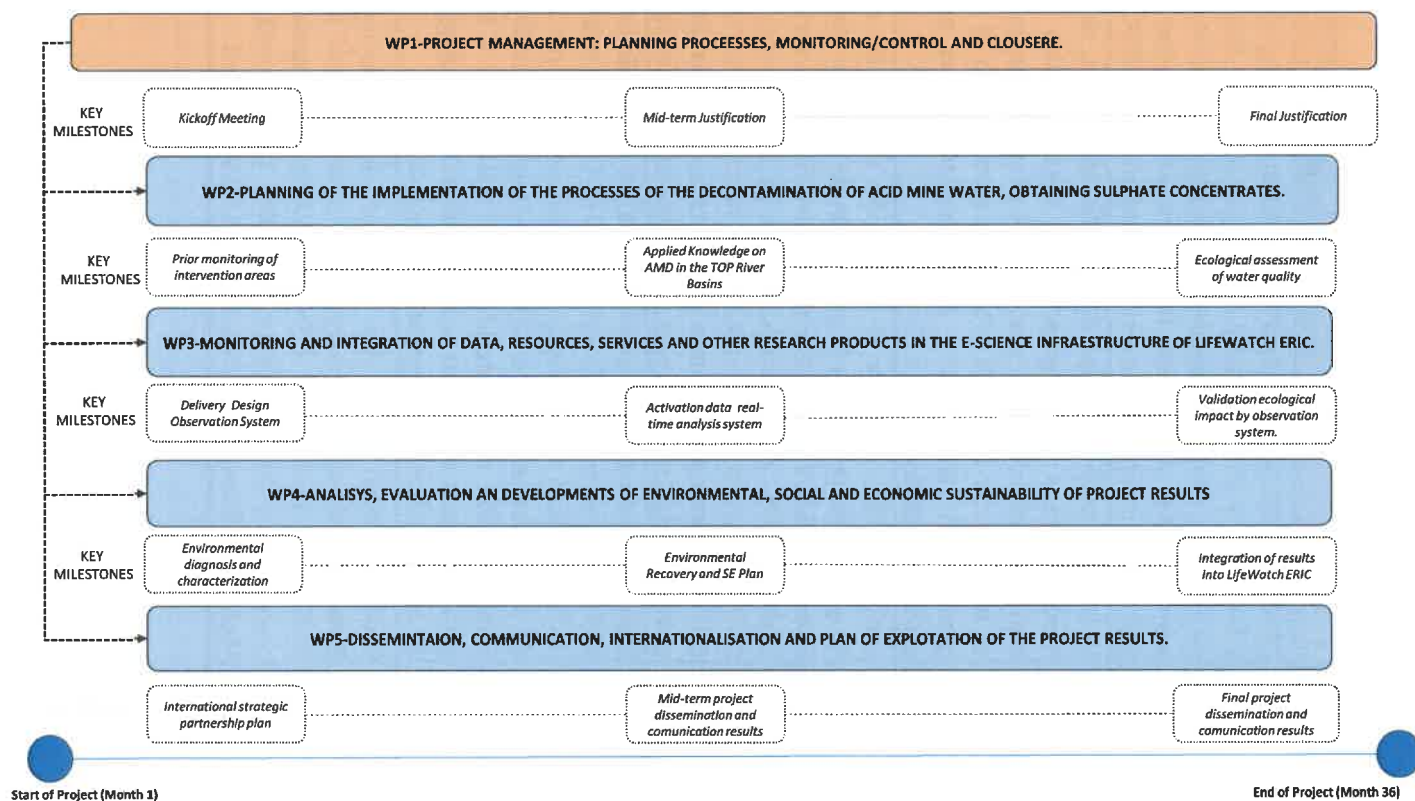


Figura 9. Estructura de trabajo simplificada.

Y también a las fuentes de datos que se implementarán para lograr los objetivos y resultados esperados.

FUENTES DE DATABASE QUE SE IMPLEMENTARÁN EN CADA WP	
WP	DATABASE
<p>WP2: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PASIVO TIPO DAS (SUBSTRATO ALCALINO DISPERSO) EN EL VERTIDO DE MINA PODEROSA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Datos y metadatos de la caracterización física y química de las aguas ácidas de mina antes y después de su tratamiento: Se generan a partir de la implementación del proyecto y se cuenta con algunos datos históricos desde 2007. • Datos y metadatos del funcionamiento de la planta DAS: Se generan a partir de la implementación del proyecto. • Datos y metadatos de la caracterización lixiviados que motivan la ubicación de la planta DAS: Se generan a partir de la implementación del proyecto. • Datos y metadatos de la caracterización física y química de las aguas ácidas de mina antes y

	<p>después de su tratamiento: Se generan a partir de la implementación del proyecto y se cuenta con datos históricos desde 2011.</p>
<p>WP3- SENSORIZACIÓN, MONITORIZACIÓN, INSTRUMENTACIÓN E INTEGRACIÓN DE DATOS EN LA NUBE CIÉNTIFICA DE LIFEWATCH ERIC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Datos y metadatos de los parámetros climáticos e hidrológicos: Se generan a partir de la implementación del proyecto y se cuenta con datos históricos desde al menos 100 años. • Datos y metadatos de inventario de pasivos ambientales mineros del área de intervención: Se generan a partir de la implementación del proyecto y se cuenta con datos históricos desde el año 1956. • Datos y metadatos de la microbiología asociada a las aguas acidas de minas y a los residuos minero-metalúrgicos (pasivos ambientales mineros): Se generan a partir de la implementación del proyecto y se cuenta con datos históricos desde el año 2002.
<p>WP4- EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL DEL PROYECTO.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Datos y metadatos de análisis de aguas superficiales de marco de actuación del proyecto: Se generan a partir de la implementación del proyecto y se cuenta con datos históricos desde 2011. • Datos y metadatos de geoquímica de los residuos mineros: Se generan a partir de la implementación del proyecto y se cuenta con datos históricos desde 2004.

b. Paquetes de trabajo

WP1: GESTIÓN DE PROYECTO: PROCESOS DE PLANIFICACIÓN, SEGUIMIENTO/CONTROL Y CIERRE

El objetivo general de este WP es planificar, coordinar, supervisar y cerrar de forma eficaz, transparente y estratégica el proyecto RECUP-DAS, asegurando el cumplimiento de sus objetivos técnicos, ambientales, científicos y sociales. Proporcionará el marco metodológico de referencia para el gobierno y la gestión del proyecto, basado en el estándar PMBOK, incluyendo la gestión de alcance, tiempo, coste, calidad, recursos, comunicaciones, riesgos y adquisiciones.

Además, incorporará las exigencias derivadas de su consideración como **proyecto alineado con la Plataforma de Tecnologías Estratégicas para Europa (STEP)**, lo que implica reforzar la trazabilidad, el impacto estructural y la transferencia a políticas públicas e infraestructuras tecnológicas europeas.

A1.1. Análisis y verificación de la planificación del proyecto.

Esta actividad contempla la organización del lanzamiento operativo del proyecto (reunión inicial, documentación base, compromisos interinstitucionales), así como la definición de su arquitectura de gestión. Se establecerán:

- La estructura de gobernanza: órganos de coordinación, responsables de WP, comités técnicos y de seguimiento.
- El plan maestro del proyecto, incluyendo cronograma, presupuesto por WP, matriz de responsabilidades (RACI) y flujo de entregables.
- El plan de gestión de riesgos y contingencias, identificando amenazas técnicas, administrativas o ambientales.
- Las políticas de adquisiciones, contratación externa y justificación de gastos.
- La vinculación estratégica del proyecto con la iniciativa STEP, mediante la identificación de líneas de impacto tecnológico, replicabilidad e integración con redes europeas (ERICs, EOSC, misiones europeas, etc.).

A1.2. Procesos de seguimiento y control operativo del proyecto

Esta actividad permitirá realizar el seguimiento continuo de la ejecución técnica, económica y organizativa del proyecto. Se aplicará una supervisión sistemática de:

- El avance por WP en términos de tiempos, entregables, hitos y calidad.
- La ejecución presupuestaria con control financiero periódico.
- Los riesgos emergentes, mediante revisiones y actualizaciones del plan de riesgos.
- La coordinación interinstitucional entre LifeWatch ERIC, Universidad de Huelva, Dirección General de Recursos Hídricos y otros agentes.
- La comunicación con el financiador, con informes de progreso técnico y económico (mínimo semestrales), y gestión de auditorías.

- El seguimiento de resultados con valor estratégico STEP, especialmente en lo relativo a replicabilidad, impacto territorial, tecnologías sostenibles y contribución a misiones europeas.

A1.3. Evaluación, cierre y capitalización de resultados del proyecto

En la fase final del proyecto, esta actividad se centrará en la evaluación técnica, financiera y estratégica de los resultados obtenidos, su documentación estructurada y su preparación para la transferencia y explotación posterior. Incluye:

- La evaluación global de resultados frente a objetivos, indicadores, riesgos y costes.
- La elaboración del informe final consolidado, tanto técnico como financiero.
- La auditoría final por parte de entidades independientes y validación ante el financiador.
- La identificación de resultados transferibles o escalables, especialmente aquellos alineados con la lógica STEP.
- La sistematización de buenas prácticas, recomendaciones y lecciones aprendidas para otros proyectos, regiones o escalas administrativas.

Duración del WP en días: 1096

Fecha de inicio: M1

Fecha de finalización: M36

HITOS

H1.1. Validación del plan de gestión del proyecto en la reunión de lanzamiento. (M2)

H1.2. Entrega de informe de progreso: evaluación intermedia (técnico y financiero). (M18)

H1.3. Presentación del informe final consolidado con recomendaciones estratégicas. (M36)

ENTREGABLES

E1.1. Plan maestro del proyecto (cronograma, presupuesto, RACI, flujo de entregables). (M2)

E1.2. Informe de progreso: evaluación intermedia (técnico y financiero). (M20)

E1.3. Informe final técnico-financiero, auditado y validado. (M38)

E1.4. Documento de lecciones aprendidas y estrategia de continuidad vinculada a STEP. (M38)

Responsable de la actividad	LIFEWATCH ERIC
Interesados/Stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> • Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural (D.G de Recursos Hídricos) • Universidad de Huelva (UHU)
Presupuesto de la Actividad (€)	971.975 €

A2.1 – Monitorización previa y análisis de aportes ácidos.

Esta actividad contempla la realización de tareas de monitorización físico-química de las aguas ácidas de mina en los enclaves definidos en el apartado 3 de esta memoria (Figura 7), con una frecuencia mensual y una duración mínima de un año hidrológico. La monitorización se desarrollará de forma coordinada y en paralelo al diseño técnico y ejecución de la planta de tratamiento tipo DAS, aportando información clave que permita afinar el dimensionamiento, la operatividad y el ajuste progresivo del sistema de tratamiento.

La información obtenida permitirá:

- Documentar la variabilidad temporal y espacial de los aportes ácidos y su carga contaminante durante el desarrollo del proyecto.
- Establecer una línea base robusta para la evaluación de la efectividad de la intervención.
- Facilitar la adaptación técnica de la planta a las condiciones reales de funcionamiento y su evolución hidrológica a lo largo del ciclo anual.

Esta actividad se articulará mediante la aplicación de metodologías estandarizadas y la integración de resultados en la infraestructura digital de LifeWatch ERIC, lo que permitirá su uso tanto para el seguimiento operativo como para la replicabilidad científica y técnica en otras áreas afectadas por AMD.

A2.2 – Ensayos en columna para la modelización geoquímica de la planta DAS.

De forma paralela a la actividad A2.1, y a partir de los datos generados por la monitorización físico-química en campo, se llevarán a cabo ensayos experimentales de laboratorio a escala de columna. Estos ensayos permitirán obtener los parámetros clave para la optimización del diseño y funcionamiento del sistema DAS, incluyendo:

- Velocidad de disolución de distintos tipos de reactivo alcalino.
- Tipología, granulometría y combinación óptima de rellenos (calcita-DAS, dolomita-DAS, MgO-DAS).
- Número, disposición y eficiencia de los reactores y balsas de decantación.

Los resultados experimentales serán integrados en modelos geoquímicos que simulen los procesos de neutralización y precipitación de metales, proporcionando un marco de validación científica para el diseño a escala real del sistema.

A2.3 – Optimización del modelo conceptual y diseño operativo de la planta DAS.

A partir de los resultados generados en las actividades A2.1 y A2.2, se desarrollará el modelo conceptual de la planta DAS, que constituirá la base para su escalado operativo y diseño constructivo final.

El modelo incluirá:

- El dimensionamiento específico de reactores y balsas de decantación.
- El volumen y tipo de material reactivo en cada fase del tratamiento.
- Las condiciones hidráulicas y operativas requeridas para alcanzar los objetivos de remediación.

Este modelo conceptual servirá de base para el desarrollo de los pliegos técnicos y la ejecución de la planta, permitiendo una integración ágil de los resultados científicos en el desarrollo técnico del proyecto.

A2.4 – Redacción, ejecución y dirección de obras de la construcción de la planta DAS en la Mina Poderosa.

Esta actividad, que llevará a cabo la Dirección General de Recursos Hídricos, en coordinación con la información científica obtenida por la Universidad de Huelva en las actividades anteriores, comprende el desarrollo completo de las fases técnicas y operativas necesarias para la construcción de la planta pasiva de tratamiento de aguas ácidas mediante tecnología DAS (Dispersed Alkaline Substrate) en el enclave minero de Mina La Poderosa. El alcance incluye tres fases principales:

- La redacción del proyecto constructivo,
- Tramitación de estudios y permisos necesarios para la ejecución de la planta.
- La ejecución de las obras civiles y técnicas de instalación (Anexo I), y
- La dirección facultativa de obra y validación técnica de la infraestructura construida.

El diseño se ajustará a criterios de viabilidad hidráulica, estabilidad geotécnica, sostenibilidad ambiental y eficiencia energética, e incluirá la construcción de los módulos secuenciales de tratamiento (oxidación, generación de alcalinidad, decantación, y aireación), reactores biogeoquímicos, derivaciones de caudal y sistemas de control pasivo.

En coordinación con LifeWatch ERIC, la actividad contempla la integración estructural y funcional de la planta DAS con el sistema de monitorización ambiental multivariable, de forma que la infraestructura incorpore elementos clave para el seguimiento científico de su rendimiento. Esto incluye la preinstalación de sensores multiparamétricos, puntos de acceso a datos ambientales, dispositivos de muestreo automático y elementos de conectividad digital que garanticen la interoperabilidad con la nube científica de LifeWatch ERIC y su red de laboratorios virtuales (VREs). Asimismo, se garantizará la trazabilidad digital de las fases de construcción, aportando información útil para la replicabilidad y documentación científica de la planta.

A2.5 – Supervisión científica del proyecto de obra de la planta DAS.

Aunque la redacción y dirección técnica del proyecto de obra de la planta DAS la llevará a cabo la Dirección General de Recursos Hídricos, la Universidad de Huelva supervisará la redacción final del proyecto para comprobar que se ajusta al modelo establecido en el apartado anterior, en especial en lo referente al número de reactores y balsas de decantación que la integran, su tamaño, volumen de material reactivo en cada reactor y tipo de relleno de material reactivo (calcita-DAS, dolomita-DAS, MgO-DAS).

A2.6 – Apoyo científico en el proceso de construcción de la planta DAS.

En esta actividad, la Universidad de Huelva supervisará el proceso de construcción de la planta DAS y asesorará a la dirección técnica en todos aquellos aspectos relacionados con la construcción del DAS sobre los que pueda surgir alguna duda.

A2.7 – Monitorización y seguimiento del funcionamiento de la planta DAS.

Una vez construida la planta DAS, se realizará una monitorización semanal durante los primeros 3 meses de funcionamiento de la planta, y bimensual pasados estos primeros 3 meses. Dicha monitorización consistirá en la caracterización física y química de las aguas en los puntos de entrada y salida a cada uno de los elementos (reactores y balsas de decantación) de la planta DAS. Esta monitorización permitirá hacer un seguimiento del funcionamiento de la planta. Adicionalmente, se plantea la posibilidad de la instalación de un sistema de monitorización ambiental multivariable (pH, CE, Tª, etc.) por parte de LifeWatch ERIC, como el descrito en el WP3, en el punto de entrada de agua a la planta DAS y en el último punto de salida, con el objetivo de tener una monitorización en tiempo real del funcionamiento de la planta.

A2.8 – Estudio aplicado del impacto de los Drenajes Ácidos de Mina (AMD) en la planificación y gestión hídrica de las cuencas del Odiel y Tinto.

Esta actividad tiene como objetivo generar conocimiento técnico y científico aplicado a la gestión de las aguas afectadas por Drenajes Ácidos de Mina (AMD) en las cuencas de los ríos Odiel y Tinto, contribuyendo directamente al cumplimiento de los objetivos establecidos por la Directiva Marco del Agua (DMA) y a la actualización del Plan Hidrológico de la Demarcación Tinto-Odiel-Piedras.

Para ello, se desarrollarán las siguientes subactividades:

- **Estudio de los mecanismos de generación y transporte de AMD**, diferenciando entre fuentes naturales y antrópicas, así como el análisis de las dinámicas de transporte de contaminantes desde origen hasta su desembocadura en aguas de transición y costeras. Se abordarán también las oportunidades de intervención y tratamiento desde el enfoque de la planificación hidrológica.
- **Análisis técnico y argumentación científica sobre los objetivos ambientales** aplicables a las masas de agua superficial afectadas por AMD, así como la justificación de posibles exenciones (artículos 4.4 y 4.5 de la DMA), en función de las limitaciones técnicas, naturales o de proporcionalidad económica.
- **Determinación de los niveles de fondo de sustancias contaminantes asociadas al AMD** en las masas de agua afectadas, como base para establecer Objetivos Menos Rigurosos (OMR) que se ajusten a las características naturales de la Faja Pirítica Ibérica.
- **Delimitación precisa de las masas de agua afectadas por AMD** en las cuencas del Tinto y del Odiel, utilizando datos de seguimiento físico, químico y biológico, así como herramientas de observación de la tierra y sistemas de información geográfica.
- **Desarrollo o revisión de tipologías específicas de masas de agua superficial tipo río en la Faja Pirítica Ibérica**, con la identificación de elementos de calidad adecuados para la evaluación de su estado ecológico y químico, especialmente en contextos afectados por AMD.
- **Proceso de certificación del agua tratada resultante del tratamiento, con análisis de viabilidad para diferentes usos conforme a normativas nacionales y europeas.** Comprende todas las acciones

relacionadas con la acreditación y certificación del agua descontaminada considerando las siguientes directivas y reglamentos europeos y sus correspondientes transposiciones.

Esta actividad se enmarca en los objetivos del proyecto RECUP-DAS orientados a la recuperación integral de cuencas mineras degradadas mediante la aplicación de soluciones basadas en ciencia y tecnología. Todos los resultados y conocimientos generados en la misma, se integrarán con herramientas tecnológicas diseñadas por LifeWatch ERIC que generen entornos virtuales de investigación (VREs), que permitirán obtener un mayor conocimiento y aplicabilidad de los resultados obtenidos a nivel global. A su vez se facilitará por parte de la Infraestructura de e-Ciencia el desarrollo de herramientas/servicios para la planificación y la gestión hídrica.

A2.9 - Diseño de una batería de ensayos de toxicidad para la evaluación de la calidad ambiental.

Atendiendo al estudio hidrológico y blanco geoquímico (A2.8) que establecerá la línea base de partida, se establecerán los criterios para seleccionar diferentes tratamientos de exposición, donde el efluente afectado por drenaje ácido de minas corresponderá a la concentración máxima y agua superficial con “muy buen estado ecológico” de la misma zona de estudio, será la muestra control.

Los ensayos seleccionados englobarán diferentes niveles tróficos como establece la Directiva Marco del Agua (DMA, Directiva 2000/60/CE): 1) ensayo (Microtox) de inhibición de la luminescencia de bacterias (*Vibrio fischeri*), 2) ensayo de inhibición del crecimiento de algas (*Raphidocelis subcapitata*), 3) ensayo de inhibición de crecimiento de planta acuática (*Lemna minor*), 4) ensayo de toxicidad con crustáceos (*Daphnia magna*), 5) ensayos de toxicidad con larvas de peces.

A2.10 - Evaluación de la toxicidad de los efluentes resultantes de las experiencias piloto del tratamiento pasivo.

La efectividad de la eliminación de metales y acidez de efluentes ácidos basada en la planta de tratamiento pasivo DAS se evaluará mediante ensayos de toxicidad crónica, que se enfocan en medir los efectos subletales de contaminantes a largo plazo, como el impacto en el crecimiento, la reproducción o el desarrollo de los organismos. Estos ensayos incluirán tres niveles tróficos según las especies seleccionadas para los ensayos de toxicidad aguda (actividad A2.9). Los ensayos propuestos son: ensayo de inhibición del crecimiento de algas (*Raphidocelis subcapitata*) (OECD Guideline 201), ensayo de capacidad reproductiva con crustáceos (*Daphnia magna*) y ensayo de alteración en el desarrollo embrionario o larvario de peces. Esta actividad se desarrollará en colaboración con el Instituto de Ciencias Marinas de Andalucía (CSIC).

A2.11 - Ensayos de preferencia y selección de hábitat (exposición no forzada).

Aunque los ensayos de toxicidad están pensados para evaluar cómo los contaminantes afectan a los organismos desde un punto de vista bioquímico, fisiológico o en su supervivencia, estudios recientes han observado que la repelencia o huida que pueden producir los contaminantes puede traer serias consecuencias para la biodiversidad local. La presencia de los contaminantes implica cierta información química que es identificada por los organismos, produciéndoles en muchos casos una repelencia, lo que les induce a buscar ambientes más favorables. Esta respuesta ofrece una nueva perspectiva sobre los efectos de los contaminantes, puesto que, si los organismos deciden irse del ecosistema contaminado, aunque no se aprecien efectos tóxicos directos sobre los individuos, las consecuencias para el ecosistema evitado son tan severas como la mortalidad, ya que hay una pérdida de biodiversidad a nivel local. Los estudios sobre cómo los contaminantes afectan la distribución espacial y los procesos de selección de hábitat de los organismos se hacen en sistemas de experimentación multi-compartimentados y de exposición no forzada capaces de simular la complejidad y heterogeneidad química de los ecosistemas (<http://www.multicecotox.csic.es/index.php>). Con este enfoque, se proponen ensayos de huida

simulando un gradiente de contaminación mediante mezcla de aguas ácidas y aguas con buena calidad ambiental. Los ensayos propuestos incluyen experimentos con crustáceos de agua dulce (*Daphia magna* y *Atyaephyra desmarestii*) y larvas de peces.

A2.12 - Tratamiento, digitalización e integración avanzada de datos en la e-Science Infrastructure de LifeWatch ERIC.

Esta actividad tiene por objeto garantizar el tratamiento, digitalización estructurada, estandarización semántica e integración efectiva en la e-Science Infrastructure de LifeWatch ERIC de todos los datos generados en el WP2, permitiendo su reutilización conforme a los principios FAIR. La actividad será ejecutada en colaboración entre LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva (UHU), y tiene como finalidad facilitar la explotación científica y técnica de los resultados para la mejora de la gestión y planificación de los recursos hídricos afectados por drenajes ácidos de mina (AMD). Esta actividad incluye la realización de los siguientes trabajos:

- La integración de los datos y metadatos asociados a la caracterización físico-química de las aguas ácidas de mina antes y después de su tratamiento mediante tecnología DAS (con incorporación de datos históricos desde 2007).
- El desarrollo de herramientas digitales y módulos de análisis interoperables dentro de los entornos virtuales de investigación (VREs) de LifeWatch ERIC que permitan: 1) Visualizar, analizar y correlacionar series temporales e indicadores clave. 2) Optimizar la gestión de bases de datos científicas aplicadas a entornos contaminados por AMD. 3) Proveer a los gestores públicos de recursos hídricos de herramientas avanzadas de soporte a la toma de decisiones, especialmente en contextos con alta complejidad geoquímica.

Todos los productos digitales generados se pondrán a disposición de la comunidad científica a través de la e-Science Infrastructure de LifeWatch ERIC, contribuyendo a la mejora del conocimiento, la gestión integrada de cuencas hidrográficas mineras y el desarrollo de estrategias de remediación alineadas con la Directiva Marco del Agua y la transición ecológica.

Duración del WP en días: 1034

Fecha de inicio: M1

Fecha de finalización: M34

HITOS

H2.1. Monitorización previa de las áreas de intervención del proyecto. (M12)

H2.2. Ensayos en columna y modelización de los resultados. (M18)

H2.3. Seleccionar una batería de ensayos de toxicidad adaptada para la evaluación del riesgo ecológico de los efluentes ácidos. (M18)

H2.4. Finalización del análisis aplicado del impacto de los AMD sobre la planificación hidrológica de las cuencas Odiel-Tinto y delimitación de masas de aguas afectadas. (M18)

H2.5. Modelo conceptual de la planta. (M20)

H2.6. Determinar la eficacia ecológica de la aplicación de los tratamientos pasivos de drenajes ácidos. (M25)

H2.7. Evaluar la calidad del agua a nivel ecológico, facilitando la toma de decisiones sobre su uso de acuerdo con las directivas europeas con el fin de desarrollar nuevas regulaciones dentro del Marco del Agua para las áreas afectadas por la contaminación por drenaje ácido de minas. (M28)

H2.8. Finalización del sistema de integración digital de datos del WP2 en la e-Science Infrastructure de LifeWatch ERIC. (M34)

ENTREGABLES

E2.1. Informe sobre la caracterización previa física y química de las aguas ácidas de mina de las áreas de intervención del proyecto. (M12)

E2.2. Informe sobre los resultados de los ensayos en columna. (M18)

E2.3. Informe técnico sobre las dinámicas de generación y transporte de AMD y propuestas de intervención desde la perspectiva de la planificación hidrológica. (M18)

E2.4. Informe sobre el modelo conceptual y diseño de la planta. (M20)

E2.5. Documento de delimitación de masas de agua afectadas por AMD y definición de tipologías específicas para las masas fluviales de la FPI (M22)

E2.6. Informe de implementación de la norma de la calidad ambiental según establece la DMA. (M25)

E2.7. Estudios de toxicidad crónica: Evaluación de la toxicidad de los efluentes resultantes de las experiencias piloto del tratamiento pasivo. (M26)

E2.8. Informe de resultados de exposición forzada. (M27)

E2.9. Análisis integrado de los resultados. (M28)

E2.10. Herramientas digitales de visualización y análisis aplicadas a datos de AMD y resultados de DAS. (M36)

Responsable del WP	UNIVERSIDAD DE HUELVA
Interesados/Stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> • Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural (D.G de Recursos Hídricos) • LifeWatch ERIC
Presupuesto de la Actividad (€)	4.717.573 €

El objetivo de este WP es diseñar, implementar y operar un sistema integral de monitorización multivariable que permita evaluar de forma continua y en tiempo real el impacto ambiental del tratamiento de aguas ácidas de mina mediante el proceso DAS, y facilitar la evaluación de la sostenibilidad ecológica, funcional y territorial del proyecto en la cuenca del río Odiel.

Este paquete de trabajo, liderado por LifeWatch ERIC, contempla las siguientes actividades:

A3.1 – Diseño de un sistema de monitorización ambiental multivariable

Esta actividad tiene como objetivo establecer el diseño conceptual y técnico del sistema de observación ambiental que se desplegará en el área de intervención. Incluye la definición de variables a monitorizar (hidrológicas, edáficas, atmosféricas y ecológicas) y también de casos de uso a partir de necesidades de carácter científico y gobernanza. A partir de la identificación de puntos de control estratégicos basados en el mapa de pasivos ambientales mineros y condiciones topográficas, y la selección de sensores, tecnologías de transmisión y protocolos de integración con la nube científica de LifeWatch ERIC, la actividad se llevará a cabo considerando los siguientes aspectos técnicos:

- **Variables de monitorización:** Hidrológicas (caudal, nivel, pH, OD, metales...), edáficas (humedad, conductividad, metales...), atmosféricas (temperatura, humedad, viento...) y ecológicas (vegetación, fauna, macroinvertebrados...).
- **Enclaves de muestreo:** Seis puntos estratégicos (aguas arriba y abajo de Mina Concepción, Mina El Soldado, Mina La Poderosa, vertidos de San Plantón, confluencia río Agrio-Odiel) y dos enclaves ecológicos adicionales (Marismas del Odiel y Sierra de Aracena).
- **Tecnologías de sensorización:** Equipos multiparamétricos, estaciones meteorológicas, sensores ópticos y acústicos, sensores edáficos capacitivos, dispositivos de fototrampeo y monitorización remota.
- **Sistemas de comunicación y transmisión de datos:** Infraestructura de red basada en LoRa, GPRS, NB-IoT o sistemas equivalentes, según condiciones de cobertura local.
- **Integración digital:** Todos los sensores estarán conectados a la nube científica de LifeWatch ERIC, con almacenamiento estructurado y servicios de visualización e interoperabilidad mediante dashboards y APIs estándar FAIR.

A3.2. Despliegue del sistema de sensorización e infraestructura en campo.

Esta actividad contempla la instalación física del sistema de monitorización definido en la fase anterior, incluyendo la sensorización de variables hidrológicas, edáficas, atmosféricas y ecológicas en los enclaves preestablecidos. Se llevará a cabo el montaje e instalación de sensores multiparamétricos, estaciones meteorológicas, sensores edáficos, cámaras de fototrampeo, dataloggers, elementos de señalización, y dispositivos de transmisión de datos. El despliegue incluirá además el establecimiento de la red de comunicación (LoRa, GPRS, etc.) y el aseguramiento de la alimentación energética de los equipos, principalmente mediante soluciones autosuficientes como paneles solares.

La actividad se llevará a cabo considerando los siguientes aspectos técnicos:

- **Equipamiento a instalar:** Sensores multiparamétricos (pH, OD, conductividad, metales...), estaciones meteorológicas, sensores edáficos capacitivos, cámaras trampa y elementos de señalización ambiental.
- **Dispositivos auxiliares:** Dataloggers de última generación conectados a la nube, unidades de energía autónoma (paneles solares) y estructuras de soporte.
- **Red de comunicaciones:** Tecnologías de transmisión de datos como LoRa, GPRS, NB-IoT, seleccionadas según las condiciones topográficas y de cobertura local en cada enclave.
- **Metodología de instalación:** Instalación por equipos homologados, siguiendo protocolo de calibración, anclaje, configuración y registro técnico de cada nodo sensorizado.
- **Cobertura espacial:** Aplicación del despliegue sobre los enclaves de muestreo definidos en A6.1, asegurando una representatividad adecuada del sistema ambiental a monitorizar. continua de datos fiables desde todos los puntos de control definidos en el sistema de observación ambiental del proyecto RECUP-DAS. Instalación de sensores hidrológicos (caudal, pH, turbidez, metales pesados...).

A3.3. Adquisición, validación y análisis continuo de datos

Esta actividad se centra en la operación continua del sistema de monitorización desplegado, incluyendo la captación automática de datos ambientales desde los sensores instalados. Se establecerán rutinas de control de calidad para validar los datos recibidos y garantizar su consistencia, así como mecanismos de almacenamiento seguro en la nube científica de LifeWatch ERIC.

Además, se desarrollarán herramientas de análisis multiescala que permitan interpretar los datos en términos espaciales y temporales, facilitando una evaluación robusta del comportamiento del sistema fluvial y la evolución del impacto del proceso DAS.

La actividad se llevará a cabo considerando los siguientes aspectos técnicos:

- **Captura de datos:** Automatizada y continua mediante sensores desplegados en los enclaves definidos, con sincronización horaria para homogeneidad temporal.
- **Validación y control de calidad:** Aplicación de protocolos de revisión de datos, detección de anomalías, filtrado y verificación cruzada con parámetros de referencia.
- **Almacenamiento:** Ingreso de los datos en repositorios estructurados, seguros y redundantes dentro de la nube científica de LifeWatch ERIC, bajo principios FAIR.
- **Análisis multivariable y multiescala:** Herramientas estadísticas y de modelado espacial/temporal para el estudio del comportamiento de las variables ambientales y su evolución en relación con la actividad de descontaminación.

- **Generación de conocimiento:** Producción de resultados científicos, indicadores, visualizaciones y modelos predictivos que permitan tomar decisiones informadas sobre la eficiencia del proceso DAS y su impacto ambiental. Captura de datos en tiempo real de múltiples variables ambientales.

A3.4. Visualización, interoperabilidad y publicación de datos.

Esta actividad tiene como objetivo garantizar que todos los datos ambientales obtenidos a través del sistema de monitorización sean accesibles, comprensibles y reutilizables. Para ello, se diseñarán e implementarán herramientas de visualización mediante paneles interactivos (dashboards) que permitan el seguimiento en tiempo real y la exploración histórica de las variables monitorizadas.

También se desarrollarán interfaces amigables para investigadores, gestores públicos y ciudadanía.

Además, los datos serán integrados en la e-infraestructura de LifeWatch ERIC, asegurando su estandarización y compatibilidad con plataformas de investigación y gestión ambiental, en un entorno digital de consulta y análisis, basado en datos abiertos bajo principios FAIR, que permita interoperar con sistemas como Copernicus, GBIF e INSPIRE, y contribuya a la toma de decisiones basada en evidencia científica sobre la restauración ecológica en cuencas mineras.

La actividad se llevará a cabo considerando los siguientes aspectos técnicos:

- **Dashboards interactivos:** Herramientas visuales con paneles configurables que muestren indicadores clave, series temporales, mapas de variables y alertas ambientales.
- **Publicación FAIR:** Todos los datos serán estructurados, documentados y publicados bajo estándares que garanticen su localización, accesibilidad, interoperabilidad y reutilización.
- **Interoperabilidad técnica:** Los conjuntos de datos estarán integrados en la infraestructura digital de LifeWatch ERIC, con compatibilidad con estándares OGC y API REST.
- **Conectividad con plataformas internacionales:** Se garantizará el enlace y la armonización de datos con sistemas como Copernicus (satélite), GBIF (biodiversidad) e INSPIRE (planificación territorial europea).
- **Soporte a usuarios múltiples:** Las interfaces estarán adaptadas a perfiles técnicos, científicos y gestores públicos, fomentando su usabilidad y aplicación práctica. mediante paneles interactivos (dashboards).

A3.5. Evaluación del impacto ecológico y funcional del tratamiento

Esta actividad tiene como finalidad analizar los efectos ambientales y ecológicos derivados de la aplicación del proceso DAS, utilizando para ello un enfoque multiescala basado en indicadores de biodiversidad, calidad del agua y servicios ecosistémicos.

Se aplicarán herramientas de análisis espacial y temporal sobre las series de datos obtenidas, incluyendo índices ecológicos como el IBMWP, el NDVI, y métricas de fauna y flora observada en los enclaves definidos.

Esta evaluación permitirá identificar patrones de mejora o riesgos persistentes, y generar recomendaciones para la optimización del tratamiento y su posible replicación.

La actividad se llevará a cabo considerando los siguientes aspectos técnicos:

- **Indicadores biológicos y ecológicos:** IBMWP (macroinvertebrados), NDVI (vegetación), riqueza y presencia de especies indicadoras (aves, anfibios, mamíferos, etc.).
- **Comparación temporal:** Análisis antes, durante y después de la intervención, con enfoque de línea base versus escenario post-tratamiento.
- **Evaluación de servicios ecosistémicos:** Recuperación de funciones clave como filtración, cobertura vegetal, hábitat faunístico y calidad del agua.
- **Análisis espacial:** Utilización de SIG y datos de sensores satelitales para evaluar el impacto territorial del proceso DAS.
- **Validación científica:** Revisión técnica y científica de resultados para asegurar la robustez metodológica del proceso de evaluación. de biodiversidad, servicios ecosistémicos e índices biológicos (IBMWP, NDVI, etc.).
- **Validación de la eficacia del tratamiento y transferencia de conocimiento.**

A3.6. Seguimiento microbiológico de ambientes extremófilos en enclaves mineros contaminados.

Esta actividad se centra en el análisis de comunidades microbianas presentes en ambientes contaminados por los AMD, particularmente en sedimentos y aguas del entorno de la Mina La Poderosa y otras zonas de intervención.

El objetivo es comprender la evolución microbiológica asociada al proceso de descontaminación mediante DAS, así como detectar bioindicadores de recuperación funcional del ecosistema.

La actividad se llevará a cabo considerando los siguientes aspectos técnicos:

- Muestreo microbiológico periódico en puntos seleccionados antes, durante y después del tratamiento de los AMD.
- Caracterización de comunidades microbianas mediante técnicas de cultivo, secuenciación (metagenómica) y análisis de funciones metabólicas clave (oxidación/reducción de metales, acidotolerancia, etc.).
- Producción y pruebas de estabilidad del consorcio microbiano en condiciones de biorreactor: Experimentos en lotes.
- Evaluación del rendimiento del consorcio microbiano bajo diferentes condiciones ambientales: Experimentos en sistemas continuos.

- Evaluación del papel de ciertas cepas extremófilas como indicadores de calidad del medio y seguimiento de la recolonización microbiana natural.
- Integración de los resultados en el sistema de observación digital de LifeWatch ERIC.

Duración del WP en días: 973

Fecha de inicio: M3

Fecha de finalización: M34

HITOS

H3.1. Finalización del diseño técnico del sistema de observación multivariable (especificaciones, nodos, sensores y red). (M6)

H3.2. Instalación, calibración y validación operativa de la red de sensores ambientales en los enclaves definidos. (M14)

H3.3. Activación del sistema de adquisición y análisis de datos en tiempo real, con integración en la nube científica de LifeWatch ERIC. (M16)

H3.4. Publicación y visualización de datos ambientales en dashboards interoperables y plataformas FAIR. (M20)

H3.5. Validación científica del impacto ecológico del tratamiento mediante el sistema DAS y entrega del informe final. (M34)

H3.6. Finalización de la campaña de seguimiento microbiológico en ambientes extremófilos y generación de los datos bioquímicos integrados en la infraestructura LifeWatch ERIC. (M34)

ENTREGABLES

E3.1. Documento técnico de diseño del sistema de monitorización (especificaciones de sensores, nodos y variables). (M8)

E3.2. Informe técnico del despliegue: instalación de sensores, calibraciones y conectividad. (M16)

E3.3. Protocolo de adquisición, validación y análisis de datos ambientales multivariable. (M16)

E3.4. Dashboard interactivo funcional con acceso a datos en tiempo real. (M20)

E3.5. Dataset estructurado y publicado según principios FAIR en la e-infraestructura de LifeWatch ERIC. (M20)

E3.6. Informe de evaluación ecológica y funcional del sistema DAS en el entorno fluvial. (M34)

E3.7. Informe de resultados del seguimiento microbiológico de ambientes extremófilos en enclaves mineros contaminados, incluyendo análisis de biodiversidad microbiana y correlación con parámetros físico-químicos (M36)

Responsable del WP	<ul style="list-style-type: none"> • LifeWatch ERIC
Interesados - Stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> • Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural (D.G de Recursos Hídricos) • Universidad de Huelva (UHU)
Presupuesto de la Actividad (€)	2.943.938 €

WP4: EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICA DEL PROYECTO

Este WP tiene como finalidad analizar y valorar la sostenibilidad global del proyecto RECUP-DAS mediante una evaluación integrada de sus dimensiones ambiental, social y económica.

Se propone generar conocimiento útil y aplicable sobre los efectos del tratamiento de aguas ácidas mediante el proceso DAS en el territorio, los ecosistemas y las comunidades locales, apoyando la toma de decisiones y la transferencia de resultados a contextos similares.

El enfoque metodológico combinará técnicas de diagnóstico territorial, evaluación de servicios ecosistémicos, análisis de coste-beneficio, impactos socioeconómicos y participación de actores locales.

Este paquete de trabajo, liderado por LifeWatch ERIC, contempla las siguientes actividades:

A4.1. Análisis y validación de diagnósticos ambientales previos y caracterización del sistema degradado.

Esta actividad tiene como objetivo establecer el diagnóstico integral de la situación ambiental de los enclaves afectados en la cuenca del río Odiel, así como definir la línea base de partida que permitirá medir los impactos de las actuaciones del proyecto RECUP-DAS. Para ello, se integrarán estudios de diagnóstico territorial, caracterización hidrogeoquímica de aguas y suelos, así como evaluaciones de impacto ambiental a distintas escalas.

Esta actividad incluye la realización de los siguientes trabajos:

- Caracterización hidro-geoquímica de aguas y suelo: Muestreo sistemático de aguas superficiales, aguas subterráneas y suelos afectados; determinación de parámetros físicos, químicos y biológicos; y definición de la línea base hidro-geoquímica.
- Diagnóstico territorial y de pasivos ambientales mineros: Análisis espacial y temático de los pasivos mineros presentes, evaluación del estado de conservación del entorno, y riesgos asociados al drenaje ácido de mina (AMD). Se generará un catálogo, jerarquizado, de espacios afectados por pasivos mineros cuya remediación mediante técnicas de recuperación empleando la metodología del proyecto tenga un mayor beneficio a nivel de cuenca para la mejora socioeconómica y ambiental.

A4.2. Evaluación de la restauración ecológica y de sus Servicios Ecosistémicos asociados.

Esta actividad tiene como objetivo diseñar e implementar intervenciones piloto de restauración ecológica en pasivos ambientales mineros y zonas degradadas, así como evaluar el impacto de dichas actuaciones sobre la provisión de servicios ecosistémicos esenciales. Se combinará una aproximación científica, basada en datos generados en la A4.1, con un enfoque funcional de mejora ecológica y recuperación del territorio.

El análisis de servicios ecosistémicos se estructurará a partir de los marcos MAES (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services) y CICES (Common International Classification of Ecosystem Services), aplicados a áreas restauradas y zonas de influencia en la cuenca del Odiel.

Esta actividad incluye la realización de los siguientes trabajos:

- Diseño e implementación de experiencias piloto de restauración ecológica: Intervenciones específicas en enclaves con alto potencial de recuperación, orientadas a la mejora de vegetación autóctona, calidad del suelo, conectividad ecológica y funcionalidad hídrica, incluyendo técnicas de infiltración y retención hídrica para fomentar el almacenamiento subterráneo (MAR – Managed Aquifer Recharge) de agua tratada mediante el sistema DAS.
- Actualización del Plan de Recuperación Ambiental de la cuenca del Odiel mediante modelización hidro-geoquímica avanzada: Actualización técnica del Plan Especial de Recuperación Ambiental de la cuenca del río Odiel, integrando los nuevos datos obtenidos durante el desarrollo del proyecto RECUP-DAS y ampliando su alcance con una modelización hidro-geoquímica específica y diferenciada respecto a estudios previos. Esta modelización permitirá simular escenarios de evolución de la calidad del agua ante diferentes medidas de intervención, identificando puntos críticos de generación y transporte de metales, así como zonas prioritarias para la restauración. La actualización incorporará además una zonificación detallada basada en los nuevos datos geoquímicos y de monitorización, así como criterios renovados de priorización en la recuperación ambiental, en línea con los objetivos de la Directiva Marco del Agua y la planificación hidrológica vigente. Se aplicará un enfoque espacial integral basado en servicios ecosistémicos para maximizar la compatibilidad entre restauración ecológica, reducción del riesgo ambiental y oportunidades de mejora socioeconómica.
- Evaluación funcional de los servicios ecosistémicos potencialmente recuperables: Aplicación de metodologías MAES y CICES para valorar el restablecimiento de funciones como la filtración hídrica, la regulación climática, la provisión de hábitat o la mejora del paisaje.
- Elaboración de un Estudio Ambiental Estratégico (EAE): Al objeto de acompañar el proceso de elaboración del plan con las herramientas necesarias para abordar su futura implementación, se incorpora la evaluación global de los efectos potenciales de las actuaciones del proyecto sobre el territorio, los ecosistemas y la biodiversidad, incluyendo en su evaluación el alineamiento con los objetivos FEDER y STEP.
- Realización de la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA): Empleando la información generada para informar un análisis detallado del impacto de las actuaciones específicas (instalación de planta DAS, restauraciones ecológicas, etc.) que las acciones contenidas en el Plan de Acción pudieran generar sobre el medio abiótico, biótico y socioeconómico, proponiendo medidas preventivas, correctoras y compensatorias.

Estas experiencias piloto funcionarán como bancos de prueba para validar soluciones replicables en otras zonas mineras de la cuenca o en contextos similares, integrando criterios ecológicos, técnicos y sociales.

Esta actividad contempla la certificación y acreditación de la recuperación ambiental en base al:

- a) Manual de Habitats de la Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestre
- b) Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo sobre la Restauración de la Naturaleza.

A4.3. Fomento del uso estratégico y sostenible de aguas tratadas procedentes de AMD en escenarios territoriales de regeneración ambiental.

Esta actividad tiene como objetivo explorar y promover el uso de aguas tratadas mediante el sistema DAS en procesos de regeneración ambiental en zonas degradadas por la minería, con base en el conocimiento científico generado en el WP2. Se adoptará un enfoque integrador que conecte la disponibilidad de aguas tratadas con su potencial aplicación en restauración de suelos, mejora de conectividad ecológica y recuperación de funciones ecosistémicas clave, desde una perspectiva de sostenibilidad territorial y resiliencia climática.

La actividad contribuirá a caracterizar los usos más viables, ambiental y socialmente, de las aguas tratadas, considerando tanto criterios científicos como normativos, socioeconómicos y funcionales, en línea con los objetivos de la Directiva Marco del Agua y de la Estrategia Europea de Restauración de la Naturaleza.

Esta actividad incluye la realización de los siguientes trabajos:

- Análisis técnico y normativo del uso de aguas tratadas procedentes de AMD en diferentes escenarios de recuperación ecológica del territorio.
- Evaluación de oportunidades de uso estratégico de aguas tratadas en restauración de suelos, generación de corredores ecológicos, recarga de acuíferos o mejora de paisajes degradados.
- Identificación de barreras y palancas para la adopción de estas aguas en intervenciones ambientales, incluyendo percepción social, criterios de calidad y viabilidad institucional.
- Articulación con el conocimiento generado en el WP2 y con los criterios de planificación definidos por las administraciones responsables de la cuenca hidrográfica.

Los resultados de esta actividad se integrarán en la planificación espacial contemplada en el WP3. A su vez, conecta con las actuaciones que desarrolla LifeWatch ERIC en el Partenariado Europeo en Agroecología, con el propósito de seguir impulsando, desde Andalucía, un ecosistema de innovación funcional y territorialmente enraizado, que impulse el uso seguro y sostenible de aguas tratadas, mejore la aceptación social de este recurso, y fomente la transición agroecológica del territorio afectado por la actividad minera. Este proceso generará herramientas prácticas, recomendaciones de política pública y modelos de gobernanza replicables en otros contextos.

A4.4- Estudio prospectivo del tratamiento y valorización del residuo generado en el proceso de regeneración de los AMD.

Esta actividad tiene como objetivo realizar un análisis técnico, científico y estratégico del residuo sólido resultante del proceso de tratamiento pasivo de los AMD mediante el sistema DAS, con el fin de explorar su potencial de valorización futura en el marco de la economía circular y la recuperación de materias primas críticas.

Esta actividad contempla las siguientes líneas de trabajo:

- Caracterización físico-química y mineralógica del residuo, incluyendo análisis de fracción metálica, estabilidad geoquímica, riesgo ambiental y propiedades de interés para su aprovechamiento industrial.
- Identificación y evaluación preliminar de tecnologías y metodologías emergentes para su tratamiento, como la hidrometalurgia selectiva, procesos de lixiviación controlada, biotecnología aplicada o tecnologías pirometalúrgicas de baja temperatura.
- Revisión de centros, grupos de investigación y alianzas tecnológicas activas en esta línea, destacando el papel de la Universidad de Huelva y su colaboración con Atalaya Mining en el desarrollo de soluciones específicas.
- Estudio económico preliminar sobre escenarios de valorización, costes operativos, potencial de mercado de metales estratégicos (Zn, Cu, Co, etc.) y retorno ambiental.

A4.5- Tratamiento, procesos de digitalización e integración de Database en la e-Science Infraestructura de LifeWatch.

Esta actividad tiene como objetivo garantizar la digitalización, estructuración y publicación de los datos, informes y resultados generados en este WP, siguiendo los principios de datos abiertos y FAIR (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable).

La información será integrada en la e-infraestructura de LifeWatch ERIC, permitiendo su consulta, visualización y reutilización por parte de científicos, gestores públicos y actores territoriales.

Las principales acciones incluirán:

- Recolección estructurada de todos los outputs del WP8 (diagnósticos, estudios ambientales, modelos de servicios ecosistémicos, indicadores de sostenibilidad, resultados del Living Lab, huella de carbono...).
- Normalización y estandarización de datos, siguiendo protocolos interoperables basados en OGC, ISO y Dublin Core.
- Anotación semántica y georreferenciación, facilitando su integración en portales temáticos y herramientas de análisis espacial.
- Carga y publicación de datasets y documentos en repositorios abiertos asociados a LifeWatch ERIC y a plataformas europeas como EOSC, GBIF o Copernicus.
- Diseño de herramientas de visualización y acceso multiperfil, que faciliten el uso de la información por parte de usuarios técnicos, institucionales y ciudadanos.

Duración del WP en días: 912

Fecha de inicio: M3

Fecha de finalización: M34

HITOS

H4.1. Finalización del diagnóstico ambiental integrado y definición de la línea base (M10).

H4.2. Finalización de la propuesta técnico-científica para las experiencias piloto de restauración ecológica y servicios ecosistémicos (M16).

H4.3. Finalización del análisis sobre el uso ambiental de aguas tratadas en zonas degradadas de la FPI. (M30)

H4.4. Finalización del análisis estratégico del residuo minero generado y su potencial puesta en valor (M34)

H4.5. Integración completa de los datos, outputs y resultados en LifeWatch ERIC bajo principios FAIR (M34)

ENTREGABLES

E4.1. Informe técnico de diagnóstico ambiental y línea base hidro-geoquímica. (M12)

E4.2. Catálogo de espacios afectados y medidas de mitigación climática. (M12)

E4.3. Plan de Recuperación Ambiental, Estudio Ambiental Estratégico y Estudio de Impacto Ambiental. (M14)

E4.4. Propuesta técnico-científica de experiencias piloto de restauración ecológica a partir del tratamiento de aguas ácidas y de servicios ecosistémicos asociados. (M18)

E4.5. Informe técnico sobre usos estratégicos de aguas tratadas en escenarios de restauración ambiental en la cuenca del Odiel-Tinto. (M32)

E4.6. Informe técnico-científico de caracterización del residuo minero y evaluación de tecnologías emergentes de valorización, incluyendo estimación de potencial económico y alineamiento con la Estrategia de Materias Primas Críticas. (M34)

E4.7. Repositorio digital FAIR con todos los outputs estructurados en la e-infraestructura de LifeWatch ERIC. (M346)

Responsable del WP

- LifeWatch ERIC

Interesados - Stakeholders

- Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural (D.G de Recursos Hídricos)
- Universidad de Huelva (UHU)

Presupuesto de la Actividad (€)

689.595 €

WP5: ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN, DISEMINACIÓN, INTERNACIONALIZACIÓN Y VALORIZACIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de este WP es desarrollar e implementar una estrategia integral de comunicación, difusión, internacionalización y explotación de los resultados del proyecto, que maximice su visibilidad, transferencia y sostenibilidad a medio y largo plazo.

Esta estrategia garantizará el alineamiento con la política de datos abiertos y ciencia abierta de LifeWatch ERIC, así como con las normativas de la Comisión Europea en materia de impacto, reutilización de resultados y explotación de activos del conocimiento.

A5.1. Establecimiento de alianzas estratégicas con infraestructuras y redes internacionales.

Esta actividad se centrará en el fortalecimiento de las alianzas estratégicas internacionales del proyecto RECUP-DAS, mediante la participación activa en redes, consorcios y plataformas relacionadas con la restauración ecológica, la descontaminación minera, la gestión del agua, la sostenibilidad territorial y la ciencia abierta. LifeWatch ERIC, como infraestructura europea de e-Ciencia en biodiversidad y ecosistemas, liderará este proceso, aprovechando su presencia en foros internacionales y su capacidad de interlocución científica y política.

Entre las actuaciones previstas se encuentran:

- Identificación de redes clave y entidades afines al enfoque del proyecto (p. ej. IUCN, ASGMI, MIRRI, ERINHA, JPI Water, GEOSS, AIH, eLTER, ICOS).
- Establecimiento de acuerdos de colaboración institucional, incluyendo cartas de adhesión, memorandos de entendimiento o convenios específicos de cooperación.
- Integración temática del proyecto en grupos de trabajo, misiones europeas (Mission Soil, Water), y foros multilaterales sobre sostenibilidad y recursos hídricos.
- Participación en agendas científicas y políticas relacionadas con restauración de pasivos mineros, recuperación de servicios ecosistémicos y gobernanza del agua.

Esta red de alianzas contribuirá a consolidar el posicionamiento internacional del proyecto y a facilitar la transferencia de conocimiento a otras regiones europeas afectadas por problemáticas similares.

Con esta actividad se pretende generar una red formalizada de alianzas internacionales activas, con entidades científicas, institucionales y técnicas relevantes, que refuercen la proyección global del proyecto RECUP-DAS.

Esta red será documentada mediante acuerdos formales y una hoja de ruta compartida para la cooperación, transferencia de resultados, participación conjunta en convocatorias y escalado del modelo de intervención aplicado en la cuenca del Odiel.

A5.2. Inserción del proyecto en agendas y plataformas internacionales de sostenibilidad y restauración ecológica.

Esta actividad tiene como objetivo posicionar el proyecto RECUP-DAS como una referencia europea en restauración ambiental de pasivos mineros y tratamiento de aguas ácidas, insertándolo activamente en agendas políticas, científicas y técnicas internacionales. Esta inserción contribuirá a la visibilidad, la transferencia de conocimiento y la captación de oportunidades para la continuidad del modelo aplicado.

Entre las líneas de trabajo destacan:

- Vinculación del proyecto a misiones y estrategias europeas, como la EU Mission: “A Soil Deal for Europe”, Green Deal, Biodiversity Strategy 2030, Water4All o Nature Restoration Law.
- Presentación de RECUP-DAS en plataformas globales y europeas de observación ambiental y gobernanza de recursos naturales: GEOSS, Copernicus, LIFE, Eionet, WISE, entre otros.
- Colaboración con programas de Naciones Unidas (FAO, UNCCD, PNUMA) que aborden restauración ecológica, gestión sostenible del agua y economía circular.
- Contribución a repositorios internacionales de buenas prácticas, generando material técnico y audiovisual que visibilice el caso de estudio andaluz.
- Coordinación con redes de políticas públicas e innovación territorial como la OECD Water Governance Initiative o el EU Soil Observatory.

Estas acciones permitirán proyectar los resultados del proyecto más allá del ámbito local o regional, alimentando procesos globales de toma de decisiones. A su vez, facilitará la integración de la experiencia andaluza en estrategias europeas y globales, reforzando su replicabilidad, impacto y visibilidad internacional.

A5.3. Diseño e implementación del Plan de Comunicación y Divulgación Multicanal del Proyecto.

Esta actividad contempla el diseño e implementación de un Plan de Comunicación Integral, orientado a dar visibilidad al proyecto, sensibilizar a la ciudadanía, informar a los actores implicados y proyectar públicamente los logros alcanzados.

La estrategia combinará herramientas tradicionales y digitales, con un enfoque participativo, accesible y adaptado a distintos públicos objetivo (comunidad científica, administración pública, medios de comunicación, sociedad civil y sector productivo).

Entre las principales líneas de acción se incluyen:

- Diseño del plan de comunicación, incluyendo mensajes clave, públicos destinatarios, canales y calendario de acciones.
- Desarrollo de identidad visual, eslogan y material gráfico base (dossier, folletos, cartelería, merchandising).

- Gestión de medios y redes sociales, con contenidos audiovisuales, infografías, vídeos breves, entrevistas y seguimiento informativo del proyecto.
- Producción de contenido divulgativo de alto impacto, como un mini documental, cápsulas temáticas para TV online o podcasts sobre ciencia ambiental.
- Organización de eventos de difusión científica y social, como jornadas abiertas, actividades de ciencia ciudadana, encuentros con actores del territorio o presentaciones técnicas en organismos públicos.
- Uso de plataformas abiertas como YouTube, LinkedIn, X/Twitter y canales de divulgación ambiental y científica.

A5.4. Diseminación científica y técnica de los resultados del proyecto.

Esta actividad tiene como finalidad garantizar la transferencia del conocimiento científico y técnico generado durante el proyecto RECUP hacia comunidades académicas, profesionales y decisores públicos. Se promoverá una estrategia activa de publicación, participación y posicionamiento técnico-científico, asegurando el máximo impacto y visibilidad de los resultados en foros especializados.

Las principales líneas de trabajo son:

- Participación activa en congresos, simposios y ferias sectoriales, tanto nacionales como internacionales, vinculados a medio ambiente, aguas, minería, biodiversidad, sostenibilidad, etc. (ej. MMH Sevilla, Congreso Geológico, Eurosoil, COPs, etc.).
- Publicación de artículos científicos en revistas de alto impacto con revisión por pares, en las áreas de ecología, hidrología, geoquímica, restauración ambiental y gobernanza territorial.
- Generación de documentación técnica y entregables transferibles, como fichas metodológicas, guías de buenas prácticas, policy briefs y estudios de caso.
- Difusión a través de plataformas científicas internacionales, como ResearchGate, Zenodo, Copernicus, eInfraCentral o GEO BON.

La diseminación se organizará de manera progresiva, con especial énfasis en los resultados del sistema de monitorización, las experiencias piloto de recuperación, los análisis de sostenibilidad y el modelo de replicabilidad territorial.

Se esperan unos resultados consistentes en un conjunto de al menos 6 contribuciones científicas o técnicas de alto valor, incluyendo publicaciones indexadas, presentaciones en eventos clave, y documentos técnicos accesibles y reutilizables por otros investigadores, gestores y responsables políticos. Esta actividad garantizará que los resultados del proyecto se integren en el estado del arte y contribuyan a futuras políticas de restauración y sostenibilidad.

A5.5- Explotación, sostenibilidad y digitalización de resultados en la e-Science infraestructura de LifeWatch.

Esta actividad se orienta a garantizar la sostenibilidad y aprovechamiento a largo plazo de los resultados del proyecto RECUP-DAS, asegurando su accesibilidad, trazabilidad y reutilización por parte de actores públicos, científicos y tecnológicos. Se abordará tanto la dimensión estratégica de explotación (replicabilidad, escalado, protección de conocimiento) como la dimensión operativa de digitalización en plataformas abiertas y e-infraestructuras científicas.

Las líneas de actuación serán:

- Evaluación de resultados con potencial de valorización, incluyendo metodologías, soluciones tecnológicas (p. ej. el sistema de monitorización o el modelo de gestión de SSEE), y datos únicos de alta calidad.
- Análisis de posibilidades de protección de la propiedad intelectual (PI): software, metodologías, prototipos u otros activos susceptibles de patente, licencia o registro.
- Elaboración de un plan de explotación de resultados, orientado a facilitar su escalabilidad, su transferencia a otros territorios o su uso por parte de administraciones, investigadores y empresas.
- Digitalización, documentación y publicación de outputs clave en la e-infraestructura de LifeWatch ERIC, siguiendo estándares FAIR y garantizando su interoperabilidad con plataformas como EOSC, GBIF, Copernicus, entre otras.
- Creación de recursos digitales reutilizables: datasets estructurados, dashboards, librerías de casos de estudio, visualizaciones y materiales descargables.

Esta actividad reforzará el impacto estructural del proyecto, asegurando que su legado pueda integrarse en políticas, infraestructuras científicas y modelos de gestión ambiental.

Además, como parte de la estrategia de explotación y sostenibilidad del proyecto, se incorporará el conocimiento generado sobre los residuos sólidos derivados del proceso DAS, destacando su potencial como materia prima secundaria de alto valor. Esta información será sistematizada, documentada y difundida a través de plataformas FAIR, con el objetivo de preparar el camino para futuras fases de valorización tecnológica, facilitar sinergias con la industria (colaboración Público-Privada) y reforzar la contribución del proyecto a la soberanía europea en materias primas críticas, en coherencia con la iniciativa STEP y la Estrategia Europea de Recursos Minerales.

Duración del WP en días: 973

Fecha de inicio: M3

Fecha de finalización: M34

HITOS

H5.1. Establecimiento de alianzas estratégicas internacionales formalizadas con entidades científicas y técnicas relevantes. (M18)

H5.2. Inclusión del proyecto RECUP-DAS en plataformas, agendas y misiones europeas e internacionales de sostenibilidad y restauración ambiental. (M18)

H5.3. Ejecución efectiva del Plan de Comunicación multicanal, con generación de contenidos divulgativos y participación ciudadana. (M34)

H5.4. Presentación de resultados científicos y técnicos del proyecto en al menos 6 foros y publicaciones especializadas. (M34)

H5.5. Integración digital y explotación estructurada de los resultados del proyecto en la e-infraestructura de LifeWatch ERIC y plataformas abiertas. (M34)

H5.6. Integración de los resultados del estudio de valorización del residuo en la estrategia de explotación del proyecto y difusión en plataformas científicas y tecnológicas. (M34)

ENTREGABLES

E5.1. Informe de alianzas estratégicas formalizadas y hoja de ruta de cooperación internacional. (M20)

E5.2. Documento de integración del proyecto en plataformas y redes internacionales, con evidencia de participación activa. (M20)

E5.3. Dossier del Plan de Comunicación y Divulgación Multicanal ejecutado, con indicadores de alcance y ejemplos de contenidos producidos (web, vídeo, redes, materiales impresos). (M36)

E5.4. Dossier de diseminación científica y técnica, incluyendo publicaciones, ponencias y materiales de transferencia. (M34)

E5.5. Plan de explotación y sostenibilidad de resultados, acompañado de los recursos digitales publicados bajo estándares FAIR y accesibles a través de LifeWatch ERIC. (M36)

E5.6. Documento estratégico de transferencia del conocimiento asociado al residuo minero y su valorización futura, incluyendo oportunidades de colaboración industrial, líneas de financiación potenciales y referencias a grupos de I+D+i europeos. (M36)

Responsable del WP	LifeWatch ERIC
Interesados/Stakeholders	<ul style="list-style-type: none">• Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural (D.G de Recursos Hídricos)

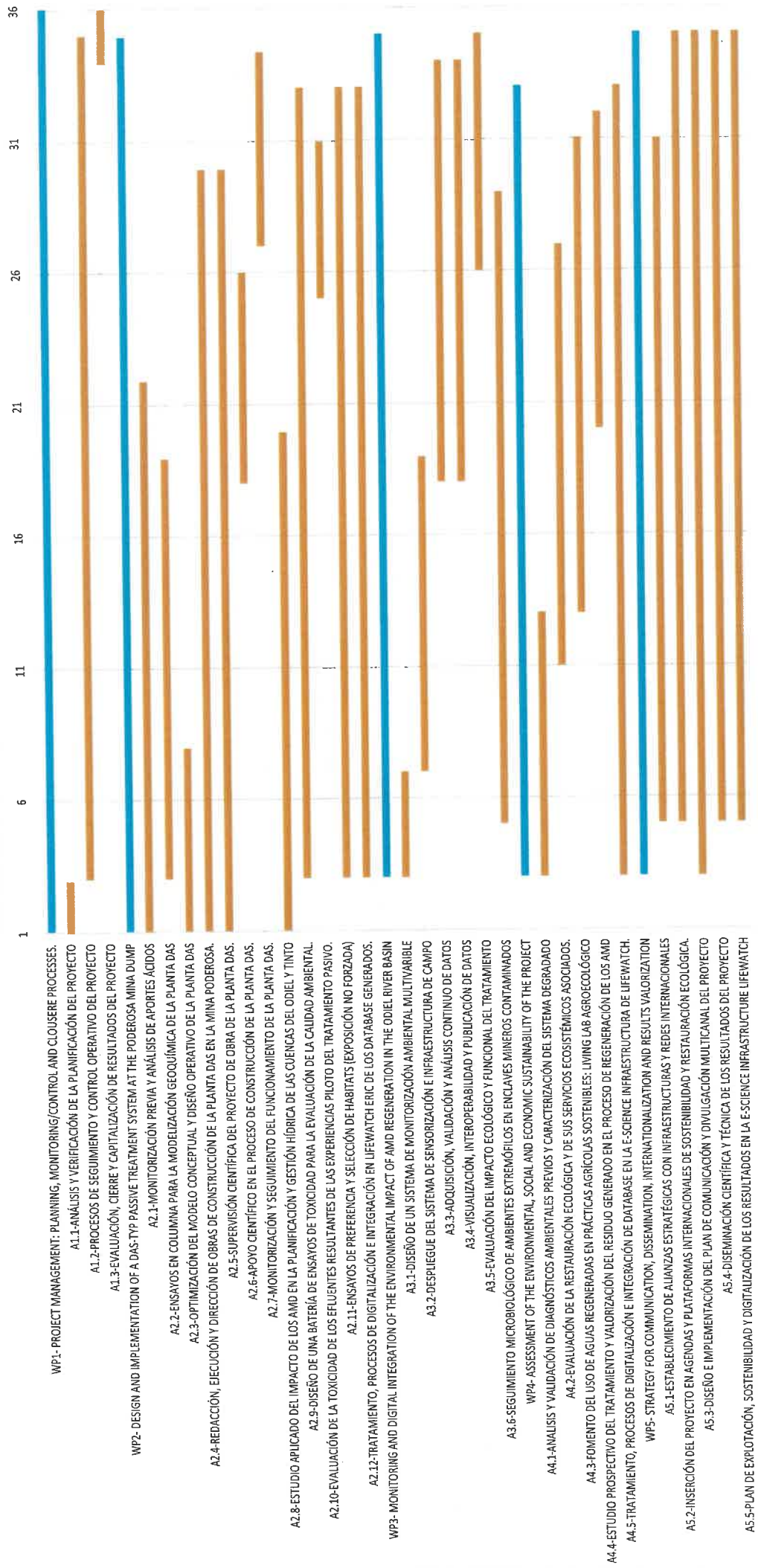
	<ul style="list-style-type: none">• Universidad de Huelva (UHU)
Presupuesto de la Actividad (€)	1.176.900 €

c. CRONOGRAMA/CALENDARIO DEL PROYECTO

CRONOGRAMA DEL PROYECTO

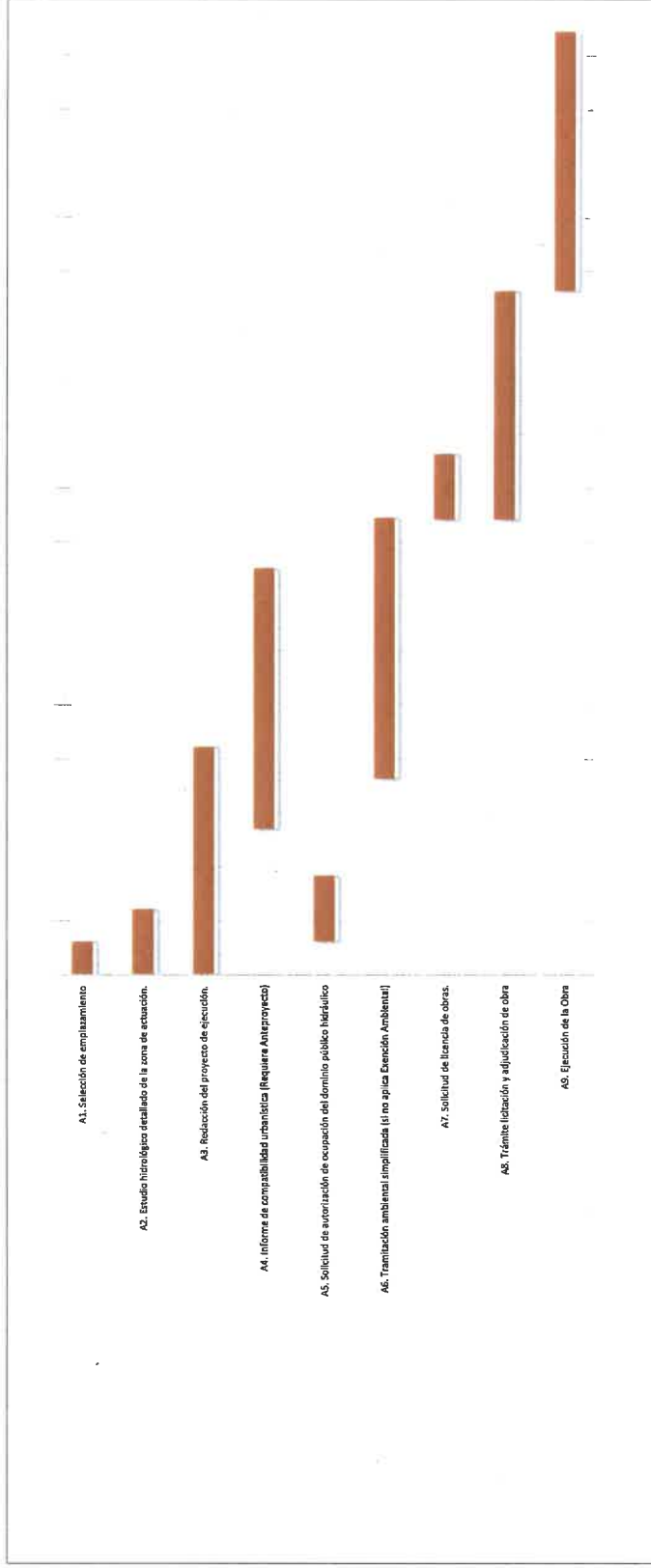
WORK PACKAGE	START MONTH	DURATION
WP1- PROJECT MANAGEMENT: PLANNING, MONITORING/CONTROL AND CLOUSERE PROCESSES.	1	36
A1.1-ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN DE LA PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	1	2
A1.2-PROCESOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL OPERATIVO DEL PROYECTO	3	32
A1.3-EVALUACIÓN, CIERRE Y CAPITALIZACIÓN DE RESULTADOS DEL PROYECTO	34	2
WP2- DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A DAS-TYP PASSIVE TREATMENT SYSTEM AT THE PODEROSA MINA DUMP	1	34
A2.1-MONITORIZACIÓN PREVIA Y ANÁLISIS DE APORTES ÁCIDOS	1	21
A2.2-ENSAYOS EN COLUMNA PARA LA MODELIZACIÓN GEOQUÍMICA DE LA PLANTA DAS	3	16
A2.3-OPTIMIZACIÓN DEL MODELO CONCEPTUAL Y DISEÑO OPERATIVO DE LA PLANTA DAS	1	7
A2.4-REDACCIÓN, EJECUCIÓN Y DIRECCIÓN DE OBRAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DAS EN LA MINA PODEROSA.	1	29
A2.5-SUPERVISIÓN CIENTÍFICA DEL PROYECTO DE OBRA DE LA PLANTA DAS.	1	29
A2.6-APOYO CIENTÍFICO EN EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PLANTA DAS.	18	8
A2.7-MONITORIZACIÓN Y SEGUIMIENTO DEL FUNCIONAMIENTO DE LA PLANTA DAS.	27	7
A2.8-ESTUDIO APLICADO DEL IMPACTO DE LOS AMD EN LA PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN HÍDRICA DE LAS CUENCAS DEL ODIEL Y TINTO	1	19
A2.9-DISEÑO DE UNA BATERÍA DE ENSAYOS DE TOXICIDAD PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL.	3	30
A2.10-EVALUACIÓN DE LA TOXICIDAD DE LOS EFLUENTES RESULTANTES DE LAS EXPERIENCIAS PILOTO DEL TRATAMIENTO PASIVO.	25	6
A2.11-ENSAYOS DE PREFERENCIA Y SELECCIÓN DE HABITATS (EXPOSICIÓN NO FORZADA)	3	30
A2.12-TRATAMIENTO, PROCESOS DE DIGITALIZACIÓN E INTEGRACIÓN EN LIFEWATCH ERIC DE LOS DATABASE GENERADOS.	3	30
WP3- MONITORING AND DIGITAL INTEGRATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF AMD REGENERATION IN THE ODIEL RIVER BASIN	3	32
A3.1-DISEÑO DE UN SISTEMA DE MONITORIZACIÓN AMBIENTAL MULTIVARIABLE	3	4
A3.2-DESPLIEGUE DEL SISTEMA DE SENSORIZACIÓN E INFRAESTRUCTURA DE CAMPO	7	12
A3.3-ADQUISICIÓN, VALIDACIÓN Y ANÁLISIS CONTINUO DE DATOS	18	16
A3.4-VISUALIZACIÓN, INTEROPERABILIDAD Y PUBLICACIÓN DE DATOS	18	16
A3.5-EVALUACIÓN DEL IMPACTO ECOLÓGICO Y FUNCIONAL DEL TRATAMIENTO	26	9
A3.6-SEGUIMIENTO MICROBIOLÓGICO DE AMBIENTES EXTREMÓFILOS EN ENCLAVES MINEROS CONTAMINADOS	5	24
WP4- ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL, SOCIAL AND ECONOMIC SUSTAINABILITY OF THE PROJECT	3	30
A4.1-ANALISIS Y VALIDACIÓN DE DIAGNÓSTICOS AMBIENTALES PREVIOS Y CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DEGRADADO	3	10
A4.2-EVALUACIÓN DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y DE SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ASOCIADOS.	11	16
A4.3-FOMENTO DEL USO DE AGUAS REGENERADAS EN PRÁCTICAS AGRÍCOLAS SOSTENIBLES: LIVING LAB AGROECOLÓGICO	13	18
A4.4-ESTUDIO PROSPECTIVO DEL TRATAMIENTO Y VALORIZACIÓN DEL RESIDUO GENERADO EN EL PROCESO DE REGENERACIÓN DE LOS AMD	20	12
A4.5-TRATAMIENTO, PROCESOS DE DIGITALIZACIÓN E INTEGRACIÓN DE DATABASE EN LA E-SCIENCE INFRAESTRUCTURA DE LIFEWATCH.	3	30
WP5- STRATEGY FOR COMMUNICATION, DISSEMINATION, INTERNATIONALIZATION AND RESULTS VALORIZATION	3	32
A5.1-ESTABLECIMIENTO DE ALIANZAS ESTRATÉGICAS CON INFRAESTRUCTURAS Y REDES INTERNACIONALES	5	26
A5.2-INSERCIÓN DEL PROYECTO EN AGENDAS Y PLATAFORMAS INTERNACIONALES DE SOSTENIBILIDAD Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.	5	30
A5.3-DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE COMUNICACIÓN Y DIVULGACIÓN MULTICANAL DEL PROYECTO	3	32
A5.4-DISEMINACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO	5	30
A5.5-PLAN DE EXPLOTACIÓN, SOSTENIBILIDAD Y DIGITALIZACIÓN DE LOS RESULTADOS EN LA E-SCIENCE INFRAESTRUCTURE LIFEWATCH	5	30

CRONOGRAMA DEL PROYECTO RECUP-DAS



CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD A2.4: REDACCION, EJECUCION Y DIRECCION DE OBRAS PLANTA DAS – MINA PODEROSA

A4.2 - IMPLEMENTACIÓN DE LA PLANTA DAS EN MINA PODEROSA		
A1. Selección de emplazamiento	DAYS	MONTH
A1. Selección de emplazamiento	30	1
A2. Estudio hidrológico detallado de la zona de actuación.	60	2
A3. Redacción del proyecto de ejecución.	210	7
A4. Informe de compatibilidad urbanística (Requiere Anteproyecto)	240	8
A5. Solicitud de autorización de ocupación del dominio público hidráulico	60	2
A6. Tramitación ambiental simplificada (si no aplica Exención Ambiental)	240	8
A7. Solicitud de licencia de obras.	60	2
A8. Trámite licitación y adjudicación de obra	210	7
A9. Ejecución de la Obra	240	8



WP	ACTIVIDAD	HITO	ENTREGABLE	PLAZO	HITO DE PAGO ASOCIADO
WP1-GESTIÓN DE PROYECTO: PROCESOS DE PLANIFICACIÓN, SEGUIMIENTO/CONTROL Y CIERRE.	A1.1-Análisis/Verificación de la Planificación Inicial	H1.1-Validación del plan de gestión del proyecto en la reunión de lanzamiento	E1.1-Plan maestro del proyecto (cronograma, presupuesto, RACI, flujo de entregables)	M2	2º HITO
	A1.2-Control-Seguimiento operativo	H1.2-Entrega de Informe de progreso: evaluación Intermedia (técnico y financiero).	E1.2- Informe de progreso: evaluación Intermedia (técnico y financiero).	M20	3º HITO
	A1.3-Evaluación, cierre, justificación	H1.3-Presentación del Informe final consolidado con recomendaciones estratégicas a STEP.	E1.3- Informe final técnico-financiero, auditado y validado. E1.4- Documento de lecciones aprendidas y estrategia de continuidad vinculada a STEP.	M38	HITO FINAL
	A2.1-Monitorización previa y análisis de aportes ácidos.	H2.1-Monitorización previa de las áreas de intervención del proyecto	E2.1- Informe sobre la caracterización previa física y química de las aguas ácidas de mina de las áreas de intervención del proyecto.	M12	2º HITO
	A2.2-Ensayos en columna para la modelización geoquímica de la planta DAS.	H2.2-Ensayos en columna y modelización de los resultados.	E2.2- Informe sobre los resultados de los ensayos en columna.	M18	3º HITO
	A2.3-Optimización del modelo conceptual y diseño operativo de la planta DAS.	H2.3-Selección una batería de ensayos de toxicidad adaptada para la evaluación del riesgo ecológico de los efluentes ácidos.	E2.3- Informe técnico sobre las dinámicas de generación y transporte de AMD y propuestas de intervención desde la perspectiva de la planificación hidrológica.	M22	3º HITO
	A2.4-Realización, ejecución y dirección de obras de la construcción de la planta DAS en la Mina Poderosa.	H2.4-Finalización del análisis aplicado al impacto de los AMD sobre la planificación hidrológica de las cuencas Odile-Tinto y delimitación de masas de aguas afectadas.	E2.4- Informe sobre el modelo conceptual y diseño de la planta. E2.5- Documento de delimitación de masas de agua afectadas por AMD y definición de tipologías específicas para las masas fluviales de la FPI.	M50	3º HITO
	A2.5-Su pervisión científica del proyecto de obra de la planta DAS.	H2.5-Modelo conceptual de la planta.	E2.5- Modelo conceptual de la planta.	M50	3º HITO
	A2.6-Apoyo científico en el proceso de construcción de la planta DAS.	H2.6-Determinar la eficacia ecológica de la aplicación de los tratamientos pasivos de drenales ácidos. (M25)	E2.6- Informe de implementación de la norma de la calidad ambiental según establece la DMA.	M60	HITO FINAL
	A2.7-Monitorización y seguimiento del funcionamiento de la planta DAS.	H2.7-Evaluar la calidad del agua a nivel ecológico, facilitando la toma de decisiones sobre su uso de acuerdo con las directivas europeas con el fin de desarrollar nuevas regulaciones dentro del Marco del Agua para las áreas afectadas por la contaminación por drenaje ácido de minas. (M28)	E2.7- Estudios de toxicidad crónica: Evaluación de la toxicidad de los efluentes resultantes de las experiencias piloto del tratamiento pasivo. E2.8- Informe de resultados de exposición forzada. E2.9- Análisis integrado de los resultados.	M60	HITO FINAL
WP2-DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PASIVO TIPO DAS (SUBSTRATO ALCAUINO DISPERSO) EN EL VERTIDO DE MINA PODEROSA	A2.8-Estudio aplicado del Impacto de los Drenales Ácidos de Mina (AMD) en la planificación y gestión hidrica de las cuencas del Odile Y Tinto.	H2.8-Finalización del sistema de integración digital de datos del WP2 en la e-Science Infraestructura de LifeWatch ERIC.	E2.10- Herramientas digitales de visualización y análisis aplicadas a datos de AMD y resultados de DAS.	M36	HITO FINAL
	A2.9-Diseño de una batería de ensayos de toxicidad para la evaluación de la calidad ambiental.	H2.9- Finalización del diseño técnico del sistema de observación multivariable (especificaciones, nodos, sensores, YTED).	E3.1- Documento técnico de diseño del sistema de monitorización (especificaciones de sensores, nodos variables).	M8	2º HITO
	A2.10-Evaluación de la toxicidad de los efluentes resultantes de las experiencias piloto del tratamiento pasivo.	H3.1- Instalación, calibración y validación operativa de la red de sensores ambientales en los ensayos definidos.	E3.2- Informe técnico del despliegue: instalación de sensores, calibraciones y conectividad. (M15)	M16	3º HITO
	A2.11-Ensayos de preferencia y selección de hábitat (exposición no forzada).	H3.2- Adquisición, validación y análisis de datos en tiempo real, con integración en la nube científica de LifeWatch ERIC.	E3.3- Protocolo de adquisición, validación y análisis de datos ambientales multivariable. (M16)	M16	3º HITO
	A2.12-Tratamiento, digitalización e integración avanzada de datos en la e-Science Infraestructura de LifeWatch ERIC.	H3.3- Activación del sistema de adquisición y análisis de datos en tiempo real, con integración en la nube científica de LifeWatch ERIC.	E3.4- Dashboard interactivo con acceso a datos en tiempo real. (M20)	M22	3º HITO
	A3.1-Diseño de un sistema de monitorización ambiental multivariable	H3.4- Publicación y visualización de datos ambientales en dashboards interoperables y plataformas FAIR.	E3.5- Dataset estructurado y publicado según principios FAIR en la e-Infraestructura de LifeWatch ERIC.	M66	HITO FINAL
	A3.2-Diseño del sistema de sensorización e infraestructura en campo.	H3.5- Validación científica del impacto ecológico del tratamiento mediante el sistema DAS y entrega del Informe final.	E3.6- Informe de evaluación ecológica y funcional del sistema DAS en el entorno fluvial.	M36	HITO FINAL
	A3.3-Adquisición, validación y análisis continuo de datos	H3.6-Finalización de la campaña de seguimiento microbiológico en ambientes extremófilos y generación de los datos bioinformáticos integrados en la infraestructura LifeWatch ERIC.	E3.7- Informe de resultados del seguimiento microbiológico de ambientes extremófilos en enclaves mineros contaminados. Incluyendo análisis de biodiversidad microbiana y correlación con parámetros físico-químicos.	M12	2º HITO
	A3.4-Visualización, interoperabilidad y publicación de datos.	H4.1-Finalización del diagnóstico ambiental integrado y definición de la línea base.	E4.1- Informe técnico de diagnóstico ambiental y línea base hidro-geoquímica. E4.2- Catálogo de espazos afectados y medidas de mitigación climática.	M18	3º HITO
	A3.5-Evaluación del Impacto ecológico y funcional del tratamiento	H4.2-Finalización de la propuesta técnico-científica para las experiencias piloto de restauración ecológica y servicios ecosistémicos	E4.3- Plan de Recuperación Ambiental, Estudio Ambiental Estratégico y Estudio de Impacto Ambiental. E4.4- Propuesta técnico-científica de experiencias piloto de restauración ecológica a partir del tratamiento de aguas ácidas y de servicios ecosistémicos asociados.	M32	HITO FINAL
WP4-EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD MEDIOAMBIENTAL, SOCIAL Y ECONÓMICA DEL PROYECTO	A4.1-Análisis y validación de diagnósticos ambientales previos y caracterización del sistema degradado.	H4.1-Finalización del análisis estratégico del residuo minero generado y su potencial puesta en valor.	E4.5- Informe técnico sobre usos estratégicos de aguas tratadas en escenarios de restauración ambiental en la cuenca del Odile-Tinto. E4.6- Informe técnico-científico de caracterización del residuo minero y evaluación de tecnologías emergentes de valorización, incluyendo estimación de potencial económico y alineamiento con la Estrategia de Materias Primas Críticas.	M36	HITO FINAL
	A4.2-Evaluación de la restauración ecológica y de sus Servicios Ecosistémicos asociados.	H4.2-Ejecución efectiva del análisis estratégico del residuo minero generado y su potencial puesta en valor.	E4.7- Repertorio digital FAIR con todos los outputs estructurados en la e-Infraestructura de LifeWatch ERIC. E5.1- Informe de alianzas estratégicas formalizadas y hoja de ruta de cooperación Internacional.	M20	3º HITO
	A4.3-Fomento del uso estratégico y sostenible de aguas tratadas procedentes de AMD en escenarios territoriales de regeneración de los AMD.	H4.3-Finalización del análisis de datos, outputs y resultados en LifeWatch ERIC bajo principios FAIR.	E5.2- Documento de integración del proyecto en plataformas y redes internacionales, con evidencia de participación activa. E5.3- Plan de Comunicación y Divulgación Multicanal ejecutado, con Indicadores de alcance y ejemplos de contenidos producidos (web, video, redes, materiales de prensa).	M20	3º HITO
	A4.4-Estudio prospectivo del tratamiento y valorización del residuo generado en el proceso de regeneración de los AMD.	H4.4-Finalización del estudio de regeneración de los AMD.	E5.4- Encuesta de diseminación científica y técnica, incluyendo publicaciones, ponencias y materiales de transferencia (M24)	M36	HITO FINAL
	A4.5-Tratamiento, procesos de digitalización e integración de Database en la e-Science Infraestructura de LifeWatch.	H4.5- Integración completa de los datos, outputs y resultados en LifeWatch ERIC bajo principios FAIR.	E5.5- Documento estratégico de transferencia del conocimiento asociado al residuo minero y su valorización futura, incluyendo oportunidades de colaboración industrial, líneas de financiación potenciales y referencias a grupos de trabajo de I+D+i europeos.	M36	HITO FINAL
	A4.6-Evaluación de la restauración ecológica y de sus Servicios Ecosistémicos asociados.	H4.6- Ejecución efectiva del Plan de Comunicación Multicanal, con generación de contenidos divulgativos y participación ciudadana.	E5.6- Documento estratégico de transferencia del conocimiento asociado al residuo minero y su valorización futura, incluyendo oportunidades de colaboración industrial, líneas de financiación potenciales y referencias a grupos de trabajo de I+D+i europeos.	M36	HITO FINAL
	A4.7-Fomento del uso estratégico y sostenible de aguas tratadas procedentes de AMD en escenarios territoriales de regeneración de los AMD.	H4.7- Ejecución efectiva del Plan de Comunicación Multicanal, con generación de contenidos divulgativos y participación ciudadana.	E5.7- Plan de exploración y sostenibilidad de resultados, acompañado de los recursos digitales publicados bajo estándares FAIR y accesibles a través de LifeWatch ERIC.	M36	HITO FINAL
	A4.8-Estudio prospectivo del tratamiento y valorización del residuo generado en el proceso de regeneración de los AMD.	H4.8- Ejecución efectiva del Plan de Comunicación Multicanal, con generación de contenidos divulgativos y participación ciudadana.	E5.8- Plan de exploración y sostenibilidad de resultados, acompañado de los recursos digitales publicados bajo estándares FAIR y accesibles a través de LifeWatch ERIC.	M36	HITO FINAL
	A4.9-Tratamiento, procesos de digitalización e integración de Database en la e-Science Infraestructura de LifeWatch.	H4.9- Integración completa de los datos, outputs y resultados en LifeWatch ERIC bajo principios FAIR.	E5.9- Plan de exploración y sostenibilidad de resultados, acompañado de los recursos digitales publicados bajo estándares FAIR y accesibles a través de LifeWatch ERIC.	M36	HITO FINAL
	A4.10-Evaluación de la restauración ecológica y de sus Servicios Ecosistémicos asociados.	H4.10- Ejecución efectiva del Plan de Comunicación Multicanal, con generación de contenidos divulgativos y participación ciudadana.	E5.10- Plan de exploración y sostenibilidad de resultados, acompañado de los recursos digitales publicados bajo estándares FAIR y accesibles a través de LifeWatch ERIC.	M36	HITO FINAL
WP5-ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN, DISEMINACIÓN, INTERNACIONALIZACIÓN Y VALORIZACIÓN DE RESULTADOS	A5.1-Establecimiento de alianzas estratégicas con Infraestructuras y redes internacionales.	H5.1- Establecimiento de alianzas estratégicas internacionales formalizadas con entidades científicas y técnicas relevantes.	E5.1- Informe de alianzas estratégicas formalizadas y hoja de ruta de cooperación Internacional.	M20	3º HITO
	A5.2- Inserción del proyecto en agendas y plataformas internacionales de sostenibilidad y restauración ecológica.	H5.2- Inclusión del proyecto RECUP-DAS en plataformas, agendas y misiones europeas e internacionales de sostenibilidad y restauración ambiental.	E5.2- Documento de integración del proyecto en plataformas y redes internacionales, con evidencia de participación activa. E5.3- Plan de Comunicación y Divulgación Multicanal ejecutado, con Indicadores de alcance y ejemplos de contenidos producidos (web, video, redes, materiales de prensa).	M20	3º HITO
	A5.3- Diseño e implementación del Plan de Comunicación Multicanal del Proyecto.	H5.3- Ejecución efectiva del Plan de Comunicación Multicanal, con generación de contenidos divulgativos y participación ciudadana.	E5.4- Encuesta de diseminación científica y técnica, incluyendo publicaciones, ponencias y materiales de transferencia (M24)	M36	HITO FINAL
	A5.4- Diseminación científica y técnica de los resultados del proyecto.	H5.4- Presentación de resultados científicos y técnicos del proyecto en al menos 6 foros y publicaciones especializadas. (M24)	E5.5- Documento estratégico de transferencia del conocimiento asociado al residuo minero y su valorización futura, incluyendo oportunidades de colaboración industrial, líneas de financiación potenciales y referencias a grupos de trabajo de I+D+i europeos.	M36	HITO FINAL
	A5.5- Ejecución, sostenibilidad y digitalización de resultados en la e-Science Infraestructura de LifeWatch.	H5.5- Integración de los resultados del estudio de valorización del residuo en la estrategia de explotación del proyecto y difusión en plataformas científicas y tecnológicas. (M24)	E5.6- Documento estratégico de transferencia del conocimiento asociado al residuo minero y su valorización futura, incluyendo oportunidades de colaboración industrial, líneas de financiación potenciales y referencias a grupos de trabajo de I+D+i europeos.	M36	HITO FINAL

d. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

PRESUPUESTO LIFEWATCH ERIC		% sobre Budget LWERIC	% sobre Budget Total
Gastos de Personal	1.203.840 €	20,3%	11,5%
Contratación de Servicios Externos	2.082.143 €	35,1%	19,8%
Inmovilizado Material-Inmaterial	2.561.748 €	43,2%	24,4%
Material Fungible y suministros específicos	1.800 €	0,0%	0,0%
Desplazamiento y Dietas	77.500 €	1,3%	0,7%
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	- €	0,0%	0,0%
TOTAL	5.927.031 €	100%	56,4%

PRESUPUESTO UHU		% sobre Budget UHU	% sobre Budget Total
Gastos de Personal	600.000 €	55,9%	5,7%
Contratación de Servicios Externos	200.000 €	18,6%	1,9%
Inmovilizado Material-Inmaterial	150.000 €	14,0%	1,4%
Material Fungible y suministros específicos	52.950 €	4,9%	0,5%
Desplazamiento y Dietas	35.000 €	3,3%	0,3%
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	35.000 €	3,3%	0,3%
TOTAL	1.072.950 €	100%	10,2%

PRESUPUESTO DGRH (Dirección General de Recursos Humanos)		% sobre Budget DGRH	% sobre Budget Total
Gastos de Personal	- €	0%	0,0%
Contratación de Servicios Externos	- €	0%	0,0%
Inmovilizado Material-Inmaterial	3.500.000 €	100%	33,3%
Material Fungible y suministros específicos	- €	0%	0,0%
Desplazamiento y Dietas	- €	0%	0,0%
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	- €	0%	0,0%
TOTAL	3.500.000 €	100%	33,3%

PRESUPUESTO TOTAL		% sobre Budget Total	
Gastos de Personal	1.803.840 €	17,2%	
Contratación de Servicios Externos	2.282.143 €	21,7%	
Inmovilizado Material-Inmaterial	6.211.748 €	59,2%	
Material Fungible y suministros específicos	54.750 €	0,5%	
Desplazamiento y Dietas	112.500 €	1,1%	
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	35.000 €	0,3%	
TOTAL	10.499.981 €	100%	

PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO RECUP-DAS, POR ACTIVIDADES Y PARTIDAS ELEGIBLES FEDER-STEP		BUDGET	BENEFICIARIO
	Gestión del Proyecto: Procesos de planificación, seguimiento, control y cierre.		
WP1	Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Immaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados Sub Total Actividad 1 (€)	516.150 € 361.900 € 82.125 € 1.800 € 10.000 € - € 971.975 €	LIFEWATCH ERIC
WP2	Diseño e implementación de un sistema de tratamiento pasivo tipo DAS en el vertido de Mina Poderosa Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Immaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados Sub Total Actividad 2 (€)	600.000 € 200.000 € 294.623 € 52.950 € 35.000 € 35.000 € 1.217.573 €	UHU Y LIFEWATCH ERIC
WP2	Diseño e implementación de un sistema de tratamiento pasivo tipo DAS en el vertido de Mina Poderosa Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Immaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados Sub Total Actividad 2 (€)	- € - € 3.500.000 € - € - € - € 3.500.000 €	DGRH (Dirección General de Recursos Hídricos)
WP3	Sensorización, monitorización e integración digital del impacto ambiental de las aguas ácidas en la cuenca del río Odile Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Immaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados Sub Total Actividad 2 (€)	242.595 € 348.843 € 2.335.000 € - € 17.500 € - € 2.943.938 €	LIFEWATCH ERIC
WP4	Evaluación de la sostenibilidad medioambiental, social y económica del proyecto Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Immaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados Sub Total Actividad 8 (€)	242.595 € 422.000 € - € - € 25.000 € - € 689.595 €	LIFEWATCH ERIC Y UHU
WP5	Implementación de la estrategia de comunicación, disseminación, internacionalización y valoración de resultados Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Immaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados Sub Total Actividad 9 (€)	202.500 € 949.400 € - € - € 25.000 € - € 1.176.900 €	LIFEWATCH ERIC
Total Presupuesto en euros (€) - COSTES DIRECTOS		6.999.981 €	
Total Presupuesto en euros (€) - DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS HÍDRICOS (DGRH)		3.500.000 €	
Total Presupuesto en euros (€)		10.499.981 €	

PRESUPUESTO TOTAL DE LIFEWATCH ERIC, POR ACTIVIDADES Y PARTIDAS ELEGIBLES FEDER-STEP		BUDGET
WP1	Gastos de Personal	516.150
	Contratación Externa	361.900
	Inmovilizado Material-Immaterial	82.125,00 €
	Material Fungible y suministros específicos	1.800,00 €
	Desplazamiento y Dietas	10.000,00 €
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados		- €
Sub Total Actividad 1 (€)		971.975
WP2	Diseño e implementación de una sistema de tratamiento pasivo tipo DAS en el vertido de Mina Poderosa	
	Gastos de Personal	- €
	Contratación Externa	- €
	Inmovilizado Material-Immaterial	144.623,00 €
	Material Fungible y suministros específicos	- €
Desplazamiento y Dietas	- €	
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados		- €
Sub Total Actividad 2 (€)		144.623 €
WP3	Sensorización, monitorización e integración digital del impacto ambiental de las aguas ácidas en la cuenca del río Odriel	
	Gastos de Personal	242.595 €
	Contratación Externa	348.843 €
	Inmovilizado Material-Immaterial	2.335.000 €
	Material Fungible y suministros específicos	- €
Desplazamiento y Dietas	17.500 €	
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados		- €
Sub Total Actividad 6 (€)		2.943.938 €
WP4	Evaluación de la sostenibilidad medioambiental, social y económica del proyecto	
	Gastos de Personal	242.595 €
	Contratación Externa	422.000 €
	Inmovilizado Material-Immaterial	- €
	Material Fungible y suministros específicos	- €
Desplazamiento y Dietas	25.000 €	
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados		- €
Sub Total Actividad 8 (€)		689.595 €
WPS	Implementación de la estrategia de comunicación, diseminación, internacionalización y valoración de resultados	
	Gastos de Personal	202.500 €
	Contratación Externa	949.400 €
	Inmovilizado Material-Immaterial	- €
	Material Fungible y suministros específicos	- €
Desplazamiento y Dietas	25.000 €	
Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados		- €
Sub Total Actividad 9 (€)		1.176.900 €
Total Presupuesto en euros (€) - COSTES DIRECTOS LIFEWATCH ERIC		5.927.031 €

PRESUPUESTO TOTAL DE LA UHU, POR ACTIVIDADES Y PARTIDAS ELEGIBLES FEDER-STEP		BUDGET
WP1	Gestión del Proyecto: Procesos de planificación, seguimiento, control y cierre. Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Inmaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	- €
	Sub Total Actividad 1 (€)	
WP2	Diseño e implementación de un sistema de tratamiento pasivo tipo DAS en el vertido de Mina Poderosa Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Inmaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	600.000 € 200.000 € 150.000 € 52.950 € 35.000 € 35.000 €
	Sub Total Actividad 2 (€)	1.072.950 €
WP3	Sensortización, monitorización e integración digital del impacto ambiental de las aguas ácidas en la cuenca del río Odriel Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Inmaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	
	Sub Total Actividad 6 (€)	- €
WP4	Evaluación de la sostenibilidad medioambiental, social y económica del proyecto Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Inmaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	
	Sub Total Actividad 8 (€)	- €
WP5	Implementación de la estrategia de comunicación, diseminación, internacionalización y valoración de resultados Gastos de Personal Contratación de Servicios Externos Inmovilizado Material-Inmaterial Material Fungible y suministros específicos Desplazamiento y Dietas Análisis, Ensayos y Servicios Técnicos Especializados	
	Sub Total Actividad 9 (€)	- €
Total Presupuesto en euros (€) - COSTES DIRECTOS		1.072.950 €

e. Contribución al OE 2.9 del Programa FEDER Andalucía.

El proyecto RECUP-DAS se inscribe en el **Objetivo Específico 2.9 del Programa FEDER Andalucía 2021–2027**, creado en el marco de la reprogramación como parte de la nueva Prioridad “2D STEP Territorios más verdes”. Este objetivo específico se centra en el **apoyo a inversiones que contribuyan a los objetivos de la Plataforma de Tecnologías Estratégicas para Europa (STEP)**, particularmente mediante el desarrollo de tecnologías limpias e innovadoras que refuercen la soberanía tecnológica de la UE y promuevan una transición ecológica.

Dentro de este marco, RECUP-DAS constituye una operación estratégica orientada al **desarrollo, validación y despliegue de una tecnología fundamental de regeneración de aguas ácidas de mina (AMD)**, basada en procesos pasivos, escalables y respetuosos con el medio ambiente (tecnología DAS), con un potencial claro de aplicación en otros contextos europeos con pasivos ambientales similares.

El proyecto RECUP-DAS contribuye de forma destacada al **Objetivo Específico 2.9** del Programa FEDER Andalucía al integrar un sistema tecnológico validado (DAS) con nuevas capacidades de **valorización de residuos y recuperación de metales estratégicos**. En concreto, el subapartado 2.d. de esta memoria detalla cómo la **caracterización avanzada de lodos** y el desarrollo de un **gemelo digital inteligente** permitirán convertir pasivos ambientales en recursos valorizables (cobre, REE, Sc, Y), fomentando un modelo de **economía circular aplicada a residuos mineros**. Esta evolución tecnológica no solo mejora la eficiencia de la depuración, sino que abre la puerta a nuevas oportunidades de innovación y transferencia de conocimiento hacia modelos sostenibles de producción y consumo.

Contribución del proyecto a la tecnología estratégica STEP

Línea estratégica STEP	Indicador de impacto STEP	Contribución del proyecto RECUP-DAS
Tecnologías limpias y sostenibles	Implantación de tecnologías de cero emisiones netas	Desarrollo de la tecnología DAS para el tratamiento de la carga contaminante de la Mina Poderosa, como solución pasiva sin consumo energético ni reactivos externos.
Sostenibilidad industrial y circular	Producción de recursos secundarios estratégicos	Estudio prospectivo de valorización del residuo sólido para la futura recuperación de metales y tierras raras.

Infraestructuras críticas científicas	Producción de datos FAIR e interoperables	Monitorización multivariable integrada en la infraestructura europea LifeWatch ERIC
Reducción de dependencias estratégicas	Recuperación de materias primas fundamentales, en referencia al Reglamento de Materias Primas Fundamentales	Identificación de potencial económico para recuperación futura de cobre, zinc, manganeso y tierras raras.

El proyecto responde, por tanto, a los principios establecidos por el **Reglamento (UE) 2024/795**, al promover una **tecnología emergente y de alto valor añadido**, con capacidad de reforzar las cadenas de suministro de materias primas críticas para la transición energética, en línea con el **Reglamento (UE) 2024/1252 sobre Materias Primas Fundamentales**.

Además, la ejecución del proyecto tiene un **impacto directo sobre la mejora ambiental** en zonas gravemente degradadas por residuos mineros, especialmente en los ríos Tinto y Odiel, mediante la restauración de hábitats, la mejora de la calidad del agua y el control de la contaminación, lo que contribuye también a los objetivos del Pacto Verde Europeo, la Estrategia de Biodiversidad de la UE y el Marco de Acción Prioritaria de España (MAP).

Indicadores clave asociados al OE 2.9 (en coherencia con el ámbito de intervención 079 - protección de la naturaleza y biodiversidad):

Indicador (código)	Descripción	Contribución estimada de RECUP-DAS
RCO07. Organizaciones de investigación que participan en proyectos conjuntos de investigación.	Número de organizaciones de investigación apoyadas que cooperan en proyectos de investigación conjuntos. Incluye universidades, centros de investigación, organismos de transferencia de tecnología, etc. El proyecto debe implicar cooperación activa en actividades de I+D.	Se prevé la participación de al menos 2 organizaciones de investigación principales : <ul style="list-style-type: none"> • Universidad de Huelva (Grupo Tharsis, líder científico en tecnología DAS y valorización de residuos mineros). • LifeWatch ERIC (infraestructura europea de e-Ciencia en biodiversidad, con sede en Sevilla, que aporta capacidades digitales y de monitorización). Además, podrán considerarse entidades colaboradoras y de apoyo

		científico-técnico en fases de transferencia y valorización (p.ej. DGRH como socio instrumental, y potenciales colaboraciones con otras entidades nacionales e internacionales de investigación).
RCR08. Publicaciones realizadas por proyectos aprobados.	Número de publicaciones de proyectos respaldados. Incluye artículos científicos, capítulos de libro o libros (incluidas coediciones). El proyecto apoyado debe ser claramente identificable y las publicaciones deben estar aceptadas en revisión por pares.	Se estima una producción de al menos 3-5 publicaciones científicas en revistas indexadas durante la ejecución del proyecto, lideradas por la UHU y LifeWatch ERIC, en temáticas como: <ul style="list-style-type: none"> • Tecnología DAS y su escalabilidad. • Monitorización multivariable y digitalización ambiental (gemelos digitales, IA, HPC). • Valorización de residuos mineros como materias primas críticas (alineado con el Reglamento de Materias Primas Fundamentales). • Impactos ecológicos y recuperación de hábitats en la cuenca del Odiel y Tinto.

INDICADOR RCO07 – ORGANIZACIONES DE INVESTIGACIÓN QUE PARTICIPAN EN PROYECTOS CONJUNTOS DE INVESTIGACIÓN.

- **Código:** RCO07
- **Fuente normativa:** Reglamento (UE) 2021/1058, artículo 8 y Anexo I.
- **Definición:** Número de organizaciones de investigación apoyadas que cooperan en proyectos de investigación conjuntos. Un proyecto de investigación conjunta incluye, al menos, una organización de investigación y otro socio (empresa, otra organización de investigación, etc.). La cooperación en actividades de I + D puede ser nueva o existente y debería durar, al menos, mientras dure el proyecto financiado. El indicador cubre las participaciones activas en proyectos de investigación conjuntos y excluye los acuerdos

contractuales sin cooperación activa en el proyecto apoyado (es decir, excluye los casos en los que todos los socios de un contrato no participan en un proyecto específico de investigación conjunta). Las organizaciones de investigación son organismos, públicos o privados, cuyo objetivo principal es realizar, de manera independiente, investigación fundamental, investigación industrial o desarrollo experimental y difundir ampliamente los resultados de dichas actividades mediante la enseñanza, la publicación o la transferencia de conocimientos. Como ejemplos se puede citar a universidades, centros de investigación, organismos de transferencia de tecnología, intermediarios de innovación o entidades colaborativas reales o virtuales orientadas a la investigación. (Reglamento de la Comisión 651/2014)

- **Unidad de medida:** Instituciones de investigación.
- **Contribución estimada RECUP-DAS:** Participación de al menos dos organizaciones de investigación principales: Universidad de Huelva y LifeWatch ERIC.

INDICADOR RCR08 – PUBLICACIONES REALIZADAS POR PROYECTOS APROBADOS.

- **Código:** RCR08
- **Fuente normativa:** Reglamento (UE) 2021/1058, artículo 8 y Anexo I.
- **Definición:** Número de publicaciones de proyectos respaldados. Incluye artículos científicos, capítulos de libro o libros (incluidas coediciones). El proyecto apoyado debe ser claramente identificable y las publicaciones deben estar aceptadas en revisión por pares.
- **Unidad de medida:** Publicaciones
- **Contribución estimada RECUP-DAS:** Se estima una producción de al menos 5–7 publicaciones científicas en revistas indexadas durante la ejecución del proyecto, lideradas por la UHU y LifeWatch ERIC.

f. Evolución de la tecnología DAS y su conexión con STEP.

EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DAS EN EL PROYECTO RECUP-DAS Y SU CONEXIÓN CON LA PLATAFORMA STEP

La tecnología **DAS (Dispersed Alkaline Substrate)**, desarrollada por la Universidad de Huelva (UHU), es una solución pasiva consolidada para el tratamiento de aguas ácidas de mina (AMD), basada en la neutralización secuencial y la precipitación controlada de metales mediante procesos biogeoquímicos. Su eficacia ha sido demostrada en experiencias como Monte Romero y Mina Esperanza, con reducciones de acidez superiores al 80% y eliminaciones de hasta el 100% de metales como Fe, Cu y Zn.

1. OPTIMIZACIÓN PARA LA RECUPERACIÓN DE COBRE Y TIERRAS RARAS (REE)

En el contexto del proyecto RECUP-DAS, la tecnología DAS no se modifica en su principio básico, pero se **optimiza y evoluciona para abordar un nuevo desafío estratégico**. La caracterización de los lodos generados por el sistema DAS representa un eje central del enfoque innovador del proyecto. A diferencia de tratamientos tradicionales centrados únicamente en la neutralización de la acidez y la remoción de metales pesados, este proyecto incorpora una fase de **análisis científico avanzado del residuo generado**, con el objetivo de **evaluar su valor como fuente secundaria de materias primas críticas** (Critical Raw Materials, CRM). Este desafío implica:

- **La futura recuperación de cobre y materias primas críticas (REE, Sc, Y)** presentes en el vertido de la **Mina La Poderosa**, donde se registran valores medios de **9,2 mg/L de REEs e Y** y un caudal estimado de **2,3 L/s**, lo que equivale a **670 kg/año de REE e Y** vertidos al río Odiel.
- **Un enfoque estratégico en el tratamiento a través de la caracterización de los lodos generados**, con vistas a su valorización mediante técnicas hidrometalúrgicas o biotecnológicas en fases posteriores. Estudios recientes (Ayora et al., 2016) ponen de manifiesto que la tecnología DAS no solo elimina la acidez y metales convencionales (Fe, Cu, Zn), sino que también podría retener elementos estratégicos como **tierras raras (REE) (lantánidos, itrio (Y) y escandio (Sc))**, con tasas de captura superiores al 90%, principalmente asociadas a la fase basaluminita y a los lodos de decantación. **La mejora en este proyecto se centra en:**
 - Caracterización mineralógica y geoquímica avanzada (ICP-MS, SEM-EDS, difracción de rayos X) para determinar con precisión la composición de los lodos y evaluar su potencial económico.
 - Estudios de fraccionamiento selectivo para analizar el comportamiento de REEs y cobre en las distintas fases de precipitación (Fe/Al y Zn/Mn).
 - Análisis de viabilidad para la recuperación secundaria de metales críticos mediante procesos complementarios (hidrometalurgia o biotecnología), con una orientación a medio plazo.
 - Esta caracterización sistemática permitirá establecer correlaciones entre las condiciones operativas del DAS y la retención diferencial de metales, abriendo la puerta al diseño de tratamientos orientados a la captura selectiva de elementos de alto valor.

- Se generará por primera vez una base de datos geoquímica de los lodos de sistemas DAS en zonas de la Faja Pirítica Ibérica, útil para futuras estrategias de recuperación o valorización tecnológica de estos materiales.
- Los resultados servirán como base para estudios de viabilidad técnica y económica de la valorización de residuos mineros tratados, proponiendo circuitos de recuperación mediante técnicas hidrometalúrgicas o biotecnológicas en fases posteriores.
- Esta línea de trabajo inserta a Andalucía en el mapa europeo de investigación aplicada sobre pasivos mineros valorizables, alineándose con la estrategia de materias primas críticas de la UE y aportando conocimiento exportable a otras regiones afectadas por AMD.

Este avance conecta directamente con las políticas europeas de materias primas críticas y su alineación con la Plataforma STEP, aplicada a los pasivos mineros, orientando la transformación de un residuo ambiental en un activo potencial, dotando al sistema DAS de una dimensión dual: depuradora y generadora de recursos. La integración de este conocimiento en el ciclo de vida del tratamiento posiciona al proyecto como referencia en economía circular y soberanía de recursos estratégicos.

2. DIGITALIZACIÓN AVANZADA Y GEMELO DIGITAL RESULTANDO UNA TECNOLOGÍA DAS2.0.

Otra innovación clave del proyecto es la **digitalización del sistema DAS**, integrando el proceso de tratamiento pasivo en una arquitectura de **monitorización en tiempo real + desarrollo de un Digital Twin** liderada por LifeWatch ERIC que permitirá dar el salto hacia una gestión inteligente y predictiva de los procesos de recuperación:

- Este desarrollo representa una disrupción en la gestión de tecnologías pasivas, tradicionalmente desvinculadas de los sistemas de observación digital inteligente y supone la implementación por primera vez de un gemelo digital funcional en tecnologías pasivas de depuración, integrado con IA y análisis predictivo.
- Se desplegará una red de sensores multiparamétricos (pH, conductividad, metales, caudales) conectada a una plataforma de datos en la nube, bajo principios FAIR.
- Los datos en continuo se utilizarán para desarrollar un “gemelo digital” del sistema DAS, capaz de predecir fenómenos de colmatación, optimizar los ciclos de recarga de sustratos reactivos y evaluar dinámicas de metales con modelos predictivos basados en IA.
- Optimización dinámica del proceso, ajustando de forma proactiva variables críticas (tiempos de residencia, caudales de entrada, puntos de muestreo) para mejorar la retención y recuperación de metales estratégicos.
- Generación de información estratégica para evaluar la sostenibilidad, escalabilidad y replicabilidad de la tecnología en otras localizaciones de la Faja Pirítica Ibérica.
- Esta evolución permitirá reducir costes operativos, anticipar problemas y documentar la eficacia del proceso con un nivel de detalle sin precedentes, abriendo la puerta a su replicación en otros escenarios europeos.

- La Interoperabilidad con la infraestructura europea LifeWatch ERIC y aplicación de HPC/IA, permitiendo escalar y replicar modelos predictivos en otros enclaves mineros europeos.
- Se prevé el uso de tecnologías HPC e inteligencia artificial para el modelado adaptativo del comportamiento geoquímico del sistema, una aplicación innovadora en contextos pasivos.

CONCLUSIÓN: CONTRIBUCIÓN AL OBJETIVO ESPECÍFICO 2.9 DEL PROGRAMA FEDER ANDALUCÍA – PRIORIDAD 2D STEP

El proyecto **RECUP-DAS** se erige como un demostrador estratégico de nueva generación en el tratamiento de aguas ácidas de mina, **alineado con los principios de la Plataforma STEP** y con una clara vocación de contribuir a la soberanía tecnológica y a la transición ecológica europea. **Su enfoque va más allá de la remediación ambiental, impulsando la generación de conocimiento estratégico, la digitalización avanzada y la recuperación de recursos clave para la autonomía industrial de la UE.**

En primer lugar, la **optimización del sistema DAS** para la recuperación selectiva de **materias primas críticas** (como cobre, escandio, itrio y tierras raras) representa un avance técnico de alto impacto. **Esta línea de trabajo, sustentada en la caracterización mineralógica avanzada de los lodos mediante técnicas de frontera (ICP-MS, SEM-EDS, XRD), abre una nueva vía científica en la valorización de pasivos mineros del suroeste ibérico y establece un precedente replicable para otras regiones afectadas por drenajes ácidos.**

En segundo lugar, la integración de un **gemelo digital en tiempo real**, alimentado por datos de sensorización ambiental (pH, metales, caudales, conductividad), permitirá anticipar procesos de colmatación, ajustar dinámicamente los parámetros de operación y maximizar la eficiencia en la recuperación de metales. Esta digitalización inteligente del tratamiento pasivo supone un salto de madurez tecnológica (TRL) que transforma el sistema DAS en una **infraestructura digital y sostenible**, coherente con los objetivos STEP de desarrollo de tecnologías limpias, autónomas y escalables.

Por último, el proyecto prevé la **documentación sistemática y abierta** de sus resultados a través de protocolos, modelos operativos y plataformas FAIR, facilitando la **replicabilidad en otras cuencas mineras europeas** y reforzando la capacidad estratégica de Europa para abordar retos ambientales con soluciones propias, eficientes y de bajo impacto.

En conjunto, RECUP-DAS materializa los principios del OE 2.9 del Programa FEDER Andalucía al fomentar la inversión en soluciones tecnológicas verdes e innovadoras, capaces de generar impactos sistémicos tanto en el plano medioambiental como en el ámbito de la soberanía industrial europea.

Desde una perspectiva metodológica, cabe destacar que el proyecto RECUP-DAS cumple con los cinco criterios esenciales establecidos por el Manual de Frascati (OCDE) para ser considerado una actividad de I+D: incorpora una **novedad científico-tecnológica clara**, genera **nuevo**

conocimiento aplicado, aborda zonas de **incertidumbre operativa**, sigue una **metodología sistemática**, y presenta una **alta capacidad de transferencia y replicabilidad**. Esta fundamentación sitúa al proyecto no solo como una iniciativa estratégica en el marco del OE 2.9 y la Plataforma STEP, sino también como una actuación plenamente alineada con los principios europeos de inversión en investigación, desarrollo e innovación tecnológica.

Tabla de Avances Tecnológicos y Contribución al OE 2.9 – Plataforma STEP

LÍNEA DE AVANCE	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	RESULTADO ESPERADO	CONTRIBUCIÓN AL OE 2.9 / STEP
Optimización del sistema DAS	Adaptación del sistema DAS para la recuperación de REE, Sc, Y y Cu a partir de lodos generados por tratamiento pasivo.	Concentrados caracterizados geoquímicamente con potencial de valorización secundaria.	Reducción de dependencia de materias primas críticas. Alineación con la economía circular.
Caracterización avanzada de lodos	Análisis con técnicas ICP-MS, SEM-EDS y XRD para determinar el potencial de valorización de los residuos sólidos generados.	Base de datos mineralógica y tecnológica replicable en otros enclaves mineros.	Generación de conocimiento estratégico exportable. Refuerzo de soberanía tecnológica europea.
Gemelo digital e IA	Desarrollo de modelo predictivo basado en datos de sensores para gestionar dinámicamente el sistema DAS.	Plataforma digital con capacidad de ajuste automático de parámetros operativos.	Transformación de una tecnología pasiva en una infraestructura digital sostenible.
Interoperabilidad con LifeWatch ERIC	Integración de datos en ecosistemas FAIR y conexión con plataformas europeas de biodiversidad e infraestructura HPC.	Acceso a datos en tiempo real, replicabilidad y escalabilidad transnacional.	Sinergia con infraestructuras estratégicas europeas. Transferencia tecnológica abierta.
Generación de conocimiento transferible	Documentación de modelos operativos, protocolos técnicos y resultados en formatos abiertos.	Conjunto de herramientas y evidencias científicas listas para transferencia a otras regiones.	Impacto estructural en sostenibilidad ambiental e industrial. Apoyo a territorios resilientes.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Ayora C, Caraballo MA, Macías F, Rötting TS, Carrera J & Nieto JM (2013). Acid mine drainage in the Iberian Pyrite Belt: 2. Lessons learned from recent passive remediation experiences. *Environmental Science and Pollution Research* 20, 7837-7853. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-013-1479-2>
- Cánovas CR, Olías M, Nieto JM, Sarmiento AM & Cerón JC (2007). Hydrogeochemical characteristics of the Tinto and Odiel Rivers (SW Spain). Factors controlling metal contents. *Science of The Total Environment* 373, 363-382. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.11.022>
- García Guinea J & Martínez Frías J (1992). Recursos minerales de España (ISBN: 84-00-07263-4). CSIC, 1.448 pp. <https://datos.bne.es/edicion/bimo0000272177.html>
- Nieto JM, Sarmiento AM, Olías M, Cánovas CR, Riba I, Kalman J & Delvalls TA (2007). Acid mine drainage pollution in the Tinto and Odiel rivers (Iberian Pyrite Belt, SW Spain) and bioavailability of the transported metals to the Huelva Estuary. *Environment International* 33, 445-455. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2006.11.010>
- Olías M, Nieto JM, Sarmiento AM, Cerón JC & Cánovas CR (2004). Seasonal water quality variations in a river affected by acid mine drainage: the Odiel River (South West Spain). *Science of The Total Environment* 333, 267-281. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2004.05.012>
- Olías M, Cánovas CR, Nieto JM & Sarmiento AM (2006). Evaluation of the dissolved contaminant load transported by the Tinto and Odiel rivers (South West Spain). *Applied Geochemistry* 21, 1733-1749. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2006.05.009>
- Olías M & Nieto JM (2015). Background Conditions and Mining Pollution throughout History in the Río Tinto (SW Spain). *Environments* 2, 295-316. <https://doi.org/10.3390/environments2030295>
- Olías M, Cánovas CR, Basallote MD, Macías F, Nieto JM, Pérez-López R & Sarmiento AM (2023). El problema del drenaje ácido de minas en la Faja Pirítica Ibérica. Diagnóstico y medidas de tratamiento (ISBN 978-84-19397-79-9). Universidad de Huelva, 200 pp. <https://www.uhu.es/publicaciones/?q=libros&code=1322>
- Orden S, Macías F, Cánovas CR, Nieto JM, Pérez-López R & Ayora C (2021). Eco-sustainable passive treatment for mine waters: Full-scale and long-term demonstration. *Journal of Environmental Management* 280, #111699. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111699>
- Pinedo Vara I (1963). Piritas de Huelva: su historia, minería y aprovechamiento. Summa, 1003 pp. <https://datos.bne.es/edicion/bimo0001314947.html>
- Plumlee GS, Logsdon MJ & Filipek LF (1997). *The Environmental Geochemistry of Mineral Deposits: Part A: Processes, Techniques, and Health Issues Part B: Case Studies and Research Topics*. Society of Economic Geologists, vol. 6. <https://doi.org/10.5382/Rev.06>
- Sarmiento AM, Nieto JM, Olías M & Cánovas CR (2009). Hydrochemical characteristics and seasonal influence on the pollution by acid mine drainage in the Odiel river Basin (SW Spain). *Applied Geochemistry* 24, 697-714. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2008.12.025>
- Russi D & Martínez-Allier J (2002). Los pasivos ambientales. *Iconos* 15, 123-133. <https://doi.org/10.17141/iconos.15.2003.1282>

7. ANEXO I, TÉCNICO - ACTIVIDAD A2.4

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE PLANTA DAS – MINA PODEROSA

1.1. Movimiento de tierras.

Estos trabajos consistirán en el movimiento de tierras necesario para la implantación de los equipos, la excavación de los canales y la creación de un camino perimetral a los equipos; ya que debe asegurarse el acceso a los diferentes equipos de la planta de tratamiento para poder realizar posteriormente labores de mantenimiento.

El movimiento de tierras se realizará minimizándolo al máximo posible, ya que no podrán transportarse tierras fuera de la parcela. Esto conlleva que la cantidad total de tierras a terraplenar será igual a la desmontada.

Se adjunta plano al final de esta memoria.

1.2. Descripción del sistema de captación.

Mediante un azud de mampostería en la salida de la galería desde el cual partirá el canal de hormigón hasta la primera balsa de **tratamiento**.

1.3. Descripción de las instalaciones de la planta.

Es importante remarcar que el diseño de la planta de tratamiento se ha realizado en base a un caudal máximo de funcionamiento de 4,0 l/s.

Siguiendo el orden de circulación del agua a tratar, tenemos los siguientes equipos:

- **1.- Arqueta de entrada (AE):**

Arqueta de entrada y de control. Mediante un vertedero triangular y un vertedero de guillotina, regulable en altura, permitirá el control del caudal de entrada a la planta, desviando todo lo que exceda dicho valor.

Será construida en hormigón armado sulforesistente.

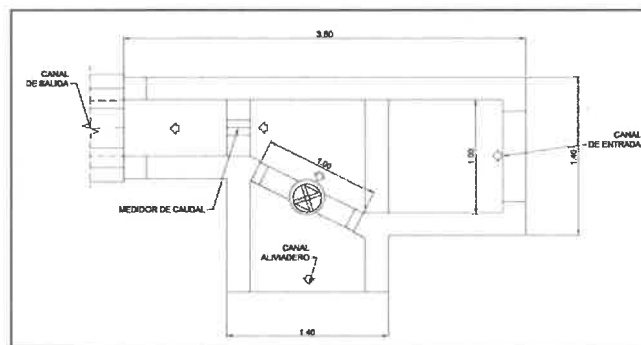


Figura 1.- Planta arqueta de entrada.

- **2.- Pretratamiento Natural (D1):**

Mediante la actividad de microorganismos extremófilos presentes de forma natural en este tipo de sistemas ácidos (bacterias ferro oxidantes principalmente) y también, mediante la propia oxidación del agua por difusión de oxígeno; en estas balsas se producirá una importante oxidación del hierro presente en el drenaje. Esto es un paso previo a su precipitación en forma de hidroxisulfatos de hierro, reteniendo por lo tanto parte de la contaminación del drenaje ácido.

- **3.- Tanque reactivo DAS (TR-1, 2 y 3).**

La planta pendiente de dimensionamiento a priori tendrá un máximo de 3 reactores

Se trata de un depósito enterrado de planta rectangular, de dimensiones aproximadas 21x12m, con dos vasos (de 6m de ancho) y 4m de profundidad. El relleno reactivo de éste estará formado por un 80% de virutas de madera y 20% de arena caliza (v/v) en TR-1 y TR-2; en el TR-3 se usará magnesio. En el interior del tanque y al fluir el agua ácida a través del relleno reactivo se producirá la disolución de la caliza (o magnesio), generando alcalinidad y consecuentemente elevando el pH de la solución, lo que provoca la precipitación de hidroxisulfatos de hierro y aluminio, junto con los cuales mediante procesos de adsorción y/o coprecipitación se retienen gran parte del resto de metales presentes (arsénico, cobre, plomo, etc).

El material reactivo tendrá una potencia mínima de 2 metros, y descansará sobre una capa drenante de grava de cuarzo de 0,40 m de espesor. La capa drenante contará con una red de tuberías ranuradas que permitirán la salida del tanque del agua tratada.

Se construirá en hormigón armado sulforesistente. Contará con dos tajaderas que permitan, en un momento dado, aislar uno de los vasos. El canal de entrada permitirá realizar un reparto de agua de la manera más uniforme posible sobre el lecho. Cada vaso, dispondrá de una arqueta de salida, y desde ésta, mediante un tubo, con bocas de salida taponables a diferentes alturas, se evacuará el agua hasta el canal de salida. El tubo de salida con altura regulable, permitirá controlar el nivel de agua dentro del tanque, y por tanto, la presión hidrostática sobre el lecho será controlada por los operadores de la planta.

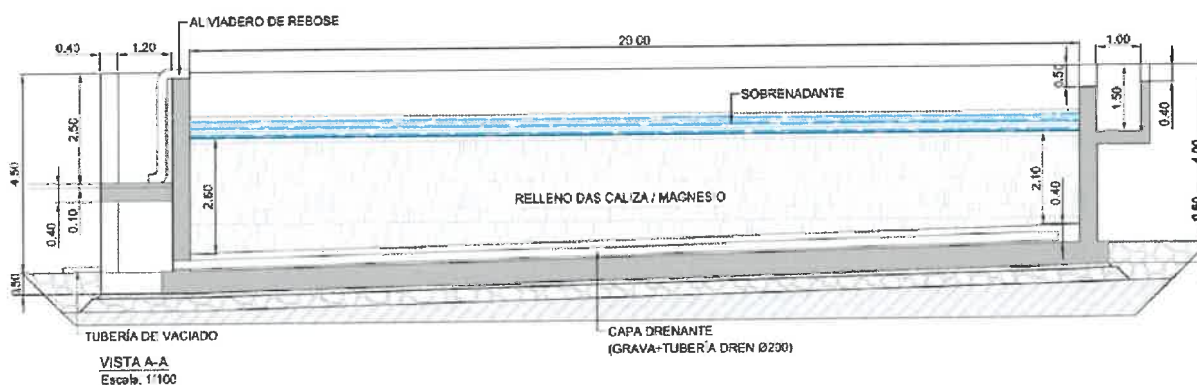


Figura 2.- Tanque reactivo.

- **4.- Balsas decantadoras (D-2, 3, 4, 5,6 y 7).**

Aunque el dimensionamiento está por realizar en el proyecto a priori se plantea la posibilidad de hasta 7 balsas.

Recogiendo el agua de salida de cada tanque reactivo TR-1 se construirán balsas decantadoras en serie. En ellas, mediante el consumo de la alcalinidad generada en el paso previo (TR-1, 2 y 3), se continuará el proceso de retención metálica por decantación.

Se trata de balsas de planta rectangular, de dimensiones estimadas 4,5 m x 10 m; y 1,5 m de profundidad. Se construirá con lámina de polietileno de 1,5 mm de espesor, y para protegerla se colocará un geotextil no tejido por ambas caras.

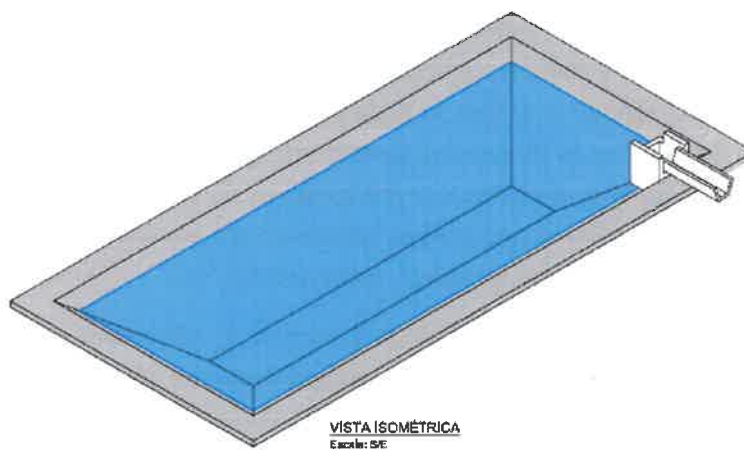


Figura 3.- Balsa Decantadora.

Para su vaciado dispondrán tuberías que partan desde el fondo de las arquetas de salida de los tanques hacia un pozo de registro, desde el cual se realizará el bombeo de vaciado al tanque inmediatamente siguiente, o a cabecera del proceso. Se dispondrá de válvulas para controlar el vaciado.

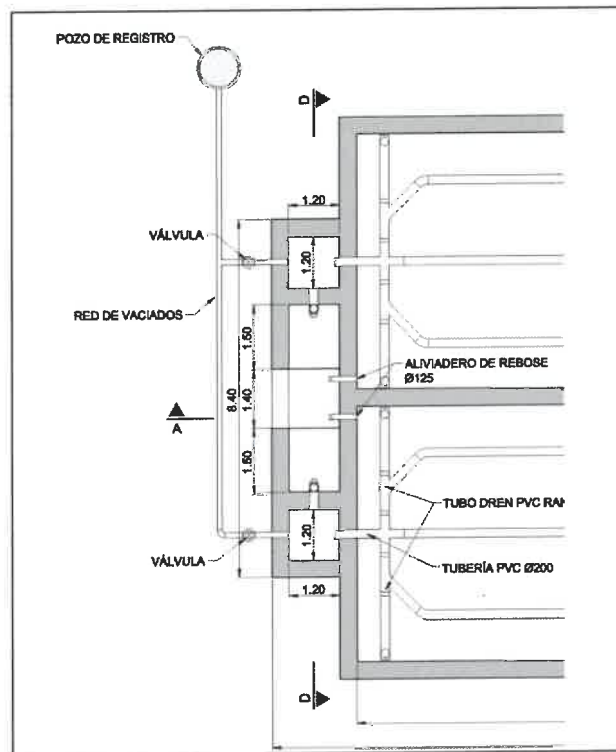


Figura 4.- Tuberías de vaciado de tanques.

- **5.- Canales.**

Para el paso del agua a través de la planta de tratamiento deben construirse una serie de canales que serán de diferente tipología en función de su emplazamiento en la misma, tal y como se comenta a continuación:

Previos a los equipos.

Para dirigir los drenajes ácidos hasta la planta de tratamiento se realizarán canales de sección trapezoidal, excavados en tierra y revestidos con hormigón, con las dimensiones estimadas reflejadas en la figura adjunta.

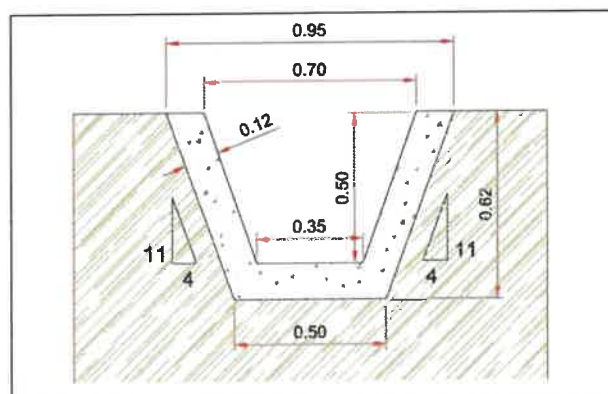


Figura 5.- Canales

Entre los equipos.

Asimismo, el paso de agua de unos equipos a otros se realizará mediante canales abiertos ejecutados con piezas prefabricadas de hormigón, colocadas sobre una cama de hormigón en masa. Va a ser de gran utilidad para el funcionamiento del sistema el dotar a estos canales que conducen el agua entre los tanques y los decantadores de saltos de agua que “salpiquen” para aumentar el oxígeno disuelto en esta.

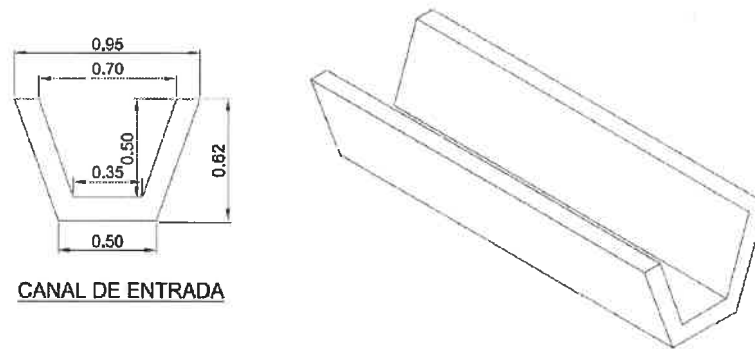


Figura 6.- Canales escalonados.

Canal de vertido.

Como último paso recogiendo el agua de la salida de D-7 se construirá un canal de vertido excavado en tierra y revestido con escollera trabada con hormigón (ver figura adjunta), que llevará el agua tratada hasta el cauce del arroyo innominado existente junto a la parcela.

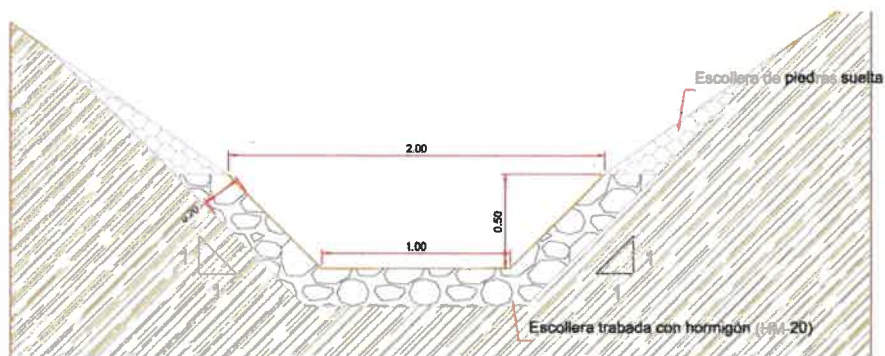


Figura 7.- Canal de vertido.

1.4. Obras auxiliares.

Para controlar las aguas de escorrentía se construirán cunetas de hormigón en masa dispuestas en el perímetro y viales interiores.

Dado el sistema de explotación de la planta, se requiere acceso a los reactores por ambos lados para colocar el relleno y retirarlo una vez colmatado. Esta operación se realizará con camiones y retroexcavadoras. Se dispondrá un vial a lo largo de todo el perímetro de los reactores, que permita el acceso a los mismos, realizado con zorra artificial. La planta contará con un único acceso ubicado en la parte superior de la parcela.

Para evitar la entrada de personas no autorizadas, vehículos o animales a la planta de tratamiento se procederá al un vallado perimetral y cancela de acceso.

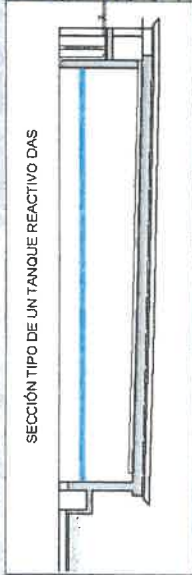
La planta estará debidamente señalizada con un cartel alusivo al tipo de actividad desarrollada.

1.5. Explotación, instrumentación y control de la planta.

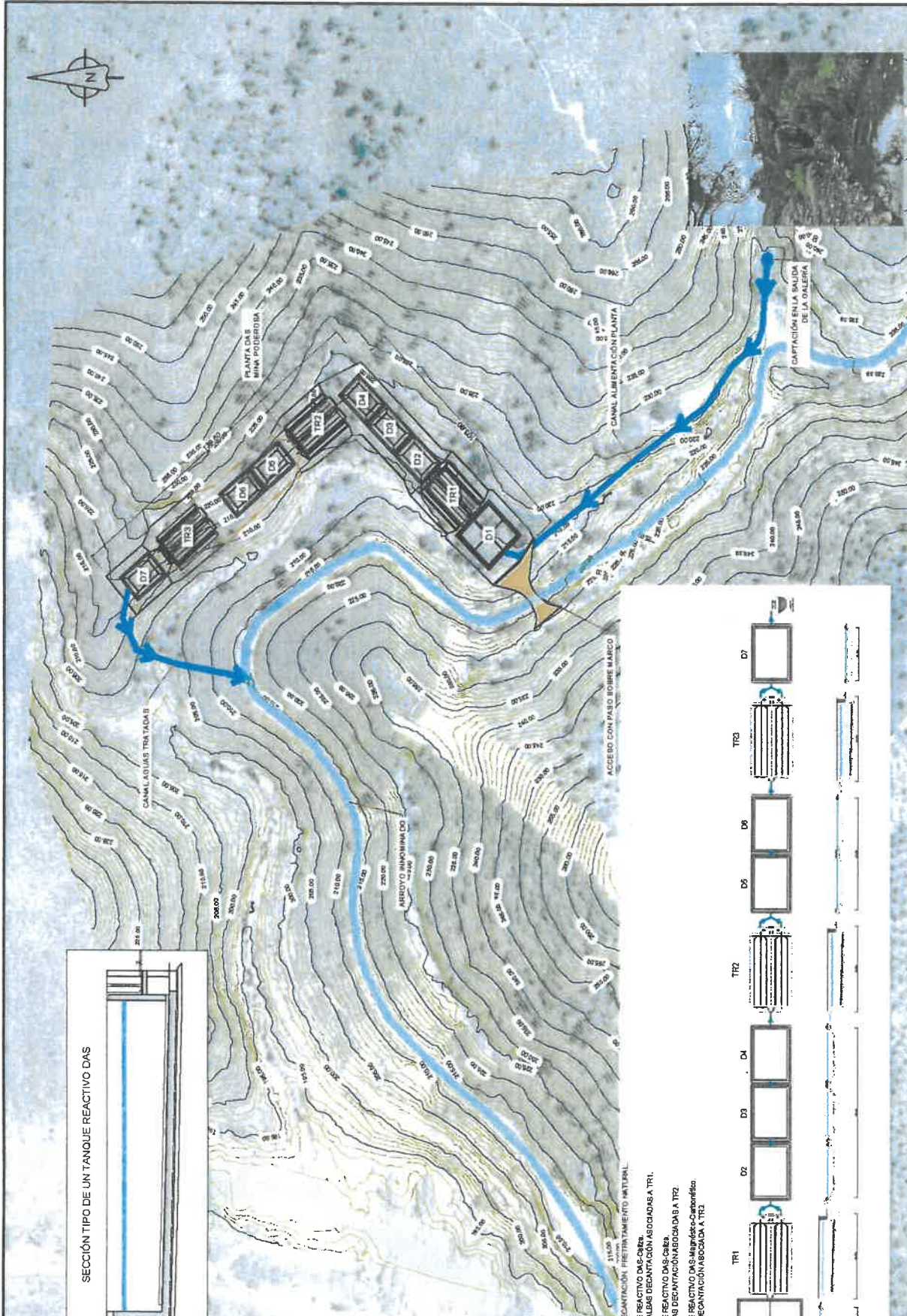
Para realizar el control y explotación de la planta, se dispondrá de la siguiente instrumentación:

- En la arqueta de entrada: sensor de presión, conductividad y temperatura.
- En la salida de los equipos de la planta: se realizarán tomas de muestras para analizar.
- En la salida de la planta: sensor de presión, conductividad y temperatura.

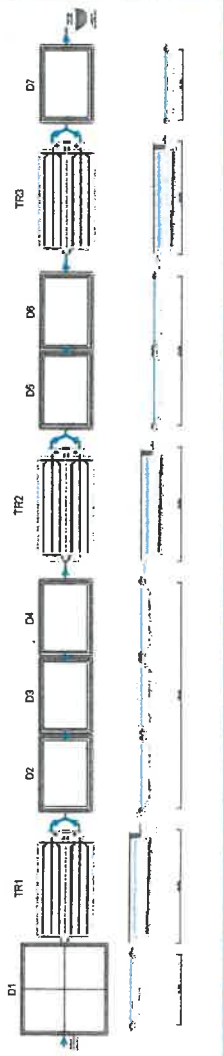
Se estima que los rellenos estarán colmatados transcurridos cinco años de operación de la planta. Una vez retirado el relleno colmatado, éste deberá ser tratado por un gestor autorizado para este tipo de residuos. El elevado contenido en metales que presentará, lo hace objeto de estudio para diseñar procesos que permitan la extracción de los metales de manera poco costosa.



SECCIÓN TIPO DE UN TANQUE REACTIVO DAS



- D1: BALSA DECENTRACIÓN PRETRATAMIENTO MATERIAL
- TR1: TANQUE REACTIVO DAS-CIENZA
- D2, D3, D4: BALBAS DECENTRACIÓN ASOCIADAS A TR1
- TR2: TANQUE REACTIVO DAS-CIENZA
- D5, D6: BALBAS DECENTRACIÓN ASOCIADAS A TR2
- TR3: TANQUE REACTIVO DAS-Módulo Clarificación
- D7: BALBAS DECENTRACIÓN ASOCIADA A TR3



	Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural	Agencia de Medio Ambiente y Agua de la J.A.	TÍTULO: PROPUESTA PLANTA DAS MINA PODEROSA (HUELVA)	TÉCNICO RESPONSABLE: 	CLAVE: 	FECHA: MAYO 2025 PROYECTO: MINA PODEROSA	ESCALA: 1/1.500 POR PLANOS DE 20x30	TÍTULO DEL PLANO: PLANTA GENERAL	Nº DE PLANO: 1	HOJA: 1 de 1
--	--	--	--	--------------------------	------------	---	---	--	--------------------------	------------------------

8. ANEXO II – ANÁLISIS DE RIESGOS Y PLAN DE CONTINGENCIAS DEL PROYECTO

El presente análisis de riesgos se ha elaborado con base en la metodología de gestión del riesgo propuesta por la ISO 31000:2018 y principios de evaluación utilizados en gestión de proyectos.

El objetivo es identificar los factores de riesgo que podrían afectar a la correcta ejecución técnica, administrativa, financiera o ambiental del proyecto RECUP-DAS, y establecer las medidas preventivas y planes de contingencia correspondientes.

Cada riesgo ha sido evaluado considerando probabilidad, impacto y nivel resultante, estableciendo además la estrategia de respuesta más adecuada en cada caso:

- **Mitigar**, cuando se dispone de capacidad técnica o de gestión para reducir la probabilidad o el impacto del riesgo.
- **Transferir**, cuando el riesgo recae parcialmente sobre un tercero (por ejemplo, la Administración financiadora o autoridad ambiental).
- **Aceptar**, cuando el riesgo residual es asumible y no existen medidas adicionales coste-efectivas para eliminarlo.

La estrategia predominante en el proyecto es mitigadora, coherente con la naturaleza tecnológica y científica del RECUP-DAS, basada en procesos controlados y escalables. Solo se aceptan parcialmente riesgos inherentes a la variabilidad ambiental (episodios extremos) o a factores administrativos externos (flujo de pagos o tramitación de licencias).

El plan de contingencias se estructura de forma preventiva, asignando responsabilidades por Work Package (WP):

- WP1 (LifeWatch ERIC): Coordinación general del proyecto y responsable del control/seguimiento de las actuaciones planificadas.
- WP2 (UHU/DG de Recursos Hídricos): Revisión técnica y ensayos de laboratorio previos para reducir riesgos de rendimiento o colmatación.
- WP3 y WP4 (LifeWatch ERIC): Aseguramiento de la interoperabilidad y resiliencia digital del sistema de monitorización y del plan de sostenibilidad asociada a la evaluación ambiental, social y económica de los resultados esperados.
- WP5 (LifeWatch ERIC): Aunque no se ve afectado por riesgos directos, presta apoyo transversal en comunicación institucional y difusión pública, reforzando la aceptación social del proyecto y su visibilidad ante posibles contingencias.

ID	DESCRIPCIÓN	PROBABILIDAD	IMPACTO	RIESGO	ESTRATEGIA	ACCIÓN PREVENTIVA	PLAN CONTINGENCIA	PROBABILIDAD	IMPACTO	RIESGO
R1	Falta de disponibilidad del equipamiento científico necesario para la realización de ensayos, análisis y pruebas de laboratorio.	0,4	0,5	0,2	Mitigar	Identificación de equipamiento crítico en otras universidades o centros tecnológicos colaboradores y acuerdos de disponibilidad anticipada.	Activación de convenios de uso compartido o contratación puntual de servicios externos de análisis en caso de indisponibilidad prolongada.	0,2	0,3	0,06
R2	Fallo de sensores o pérdida de datos en el sistema de monitorización debido a daños por humedad o condiciones extremas.	0,3	0,7	0,21	Mitigar/Aceptar	Protección IP68, redundancia de sensores, copias automáticas en la nube LifeWatch ERIC	Sustitución inmediata y reconstrucción de datos mediante interpolación temporal	0,3	0,5	0,15
R3	Incompatibilidad o error de integración con plataformas de datos de LifeWatch ERIC debido a falta de interoperabilidad.	0,3	0,7	0,21	Mitigar	Uso de protocolo FAIR y APIs LifeWatch ERIC	Revisión técnica conjunta LW-UHU-DGRH	0,2	0,5	0,1
R4	Retrasos en lo desembolsos de fondos FEDER debido a trámites administrativos con la Consejería.	0,4	0,8	0,32	Transferir	Seguimiento mensual con DG de Recursos Hídricos y responsables de Fondos Europeos.	Reprogramación temporal de tareas de ejecución de gastos.	0,3	0,6	0,18
R5	Incremento en el coste de materiales, coste logístico por causas imprevistas.	0,3	0,7	0,21	Aceptar/Mitigar	Utilizar mecanismos de reserva presupuestaria de al menos un 10%	Reasignación interna dentro del mismo WP y comunicación al Comité de Seguimiento	0,3	0,5	0,15
R6	Retraso en permisos y licencias ambientales vinculadas a la construcción de la planta DAS.	0,5	0,8	0,4	Mitigar/Transferir	Favorecer el inicio anticipado del procedimiento en coordinación con las Consejerías implicadas	Aplazamiento de fase constructiva y priorización de tareas de diseño	0,3	0,7	0,21
R7	Episodios climáticos extremos (inundaciones, sequías prolongadas o tormentas intensas) pueden alterar el caudal de las corrientes y afectar la ejecución de los trabajos de campo y la toma de muestras.	0,4	0,7	0,28	Mitigar/Aceptar	Planificación flexible de campañas de campo en función de previsiones meteorológicas y estado hidrológico.	Reprogramación de trabajos de campo en periodos de riesgo meteorológico.	0,4	0,4	0,16
RIESGO GENERAL ACTUAL DEL PROYECTO RECUP										0,26
RIESGO CON EL PLAN DE CONTINGENCIA										0,14



Conclusiones del análisis de riesgos

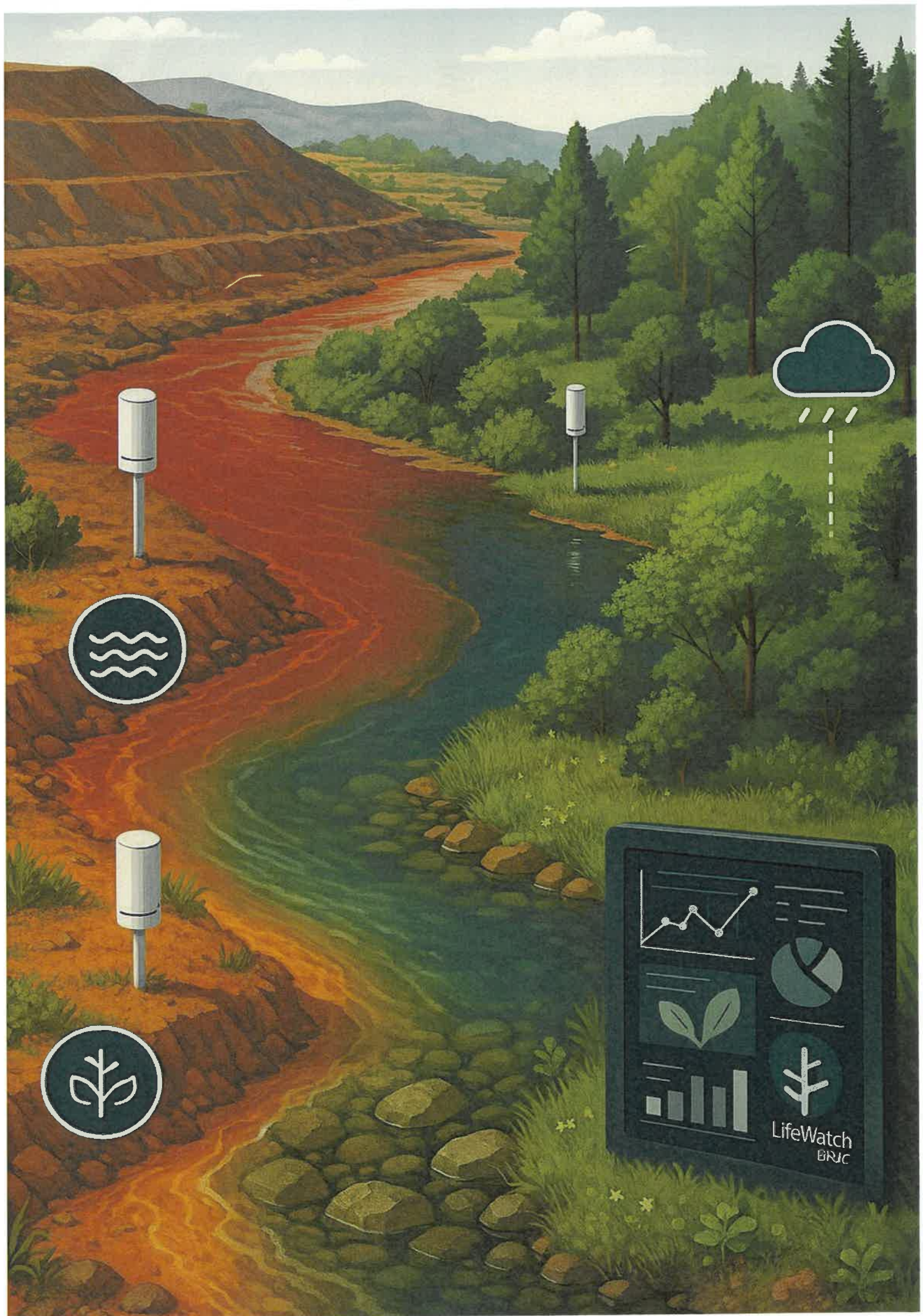
El análisis realizado demuestra que el proyecto RECUP-DAS presenta un perfil de riesgo global bajo-moderado, característico de proyectos con base científica consolidada y un elevado grado de control técnico y administrativo.

Los principales riesgos potenciales (indisponibilidad de equipamiento científico, retrasos administrativos o eventos ambientales extremos) cuentan con mecanismos de mitigación suficientes y planes de contingencia definidos.

El nivel de exposición residual tras aplicar las medidas preventivas se considera aceptable y no compromete la consecución de los objetivos técnicos, financieros ni ambientales del proyecto.

El modelo de gobernanza compartida entre LifeWatch ERIC, la Universidad de Huelva y la Dirección General de Recursos Hídricos constituye una garantía adicional de control y trazabilidad, reforzada por el sistema de monitorización continua y la integración de datos en la infraestructura digital de LifeWatch.

En conclusión, el sistema de gestión de riesgos del RECUP-DAS asegura la resiliencia del proyecto frente a contingencias previsibles, contribuyendo a la sostenibilidad técnica y económica de las actuaciones y a su adecuada ejecución dentro del marco del FEDER Andalucía 2021-2027 (OE 2.9 STEP).





ANEXO II - CRITERIOS Y NORMAS PARA LOS GASTOS ELEGIBLES Y JUSTIFICACIÓN DE LA SUBVENCIÓN.



El presente Anexo II forma parte integrante del Convenio para la ejecución del Proyecto RECUP-DAS y recoge los criterios de elegibilidad, categorías de gasto y normas de justificación aplicables a la subvención concedida a LifeWatch ERIC y la Universidad de Huelva. Su contenido complementa lo dispuesto en las cláusulas Sexta (Financiación, forma y secuencia de pagos) y Octava (Gastos elegibles y justificación) del Convenio, sirviendo como referencia técnica y administrativa para la correcta gestión de los fondos FEDER asignados al proyecto.

- a) **Se considerarán gastos elegibles** aquellos que, cumpliendo los principios de economía, eficiencia y eficacia, estén directamente relacionados con las actividades previstas en el proyecto técnico aprobado y sean necesarios para su adecuada ejecución. En particular, se reconocerán como gastos subvencionables las siguientes categorías:
1. **Costes de personal asignado al proyecto**, ya sea personal propio o contratado específicamente, siempre que participe en la ejecución de tareas definidas en el marco del proyecto. Se incluyen los costes salariales y las cotizaciones sociales obligatorias conforme a la normativa laboral aplicable.
 2. **Contratación de servicios externos directamente vinculados al proyecto**, incluyendo servicios tecnológicos y/o científicos, servicios especializados de apoyo a la gestión como consultorías, auditorías o asistencia técnica, servicios de comunicación, divulgación y difusión de resultados, servicios auxiliares o de funcionamiento como limpieza, seguridad, mantenimiento o seguros técnicos, así como gastos derivados de la participación en congresos, ferias, convenciones y otros eventos técnicos relevantes, incluyendo inscripción, desplazamiento, alojamiento y manutención, siempre que guarden relación directa con las actividades contempladas en el proyecto.
 3. **Adquisición de inmovilizado material e inmaterial**, necesario para el desarrollo del proyecto, incluyendo equipos, instalaciones, licencias y soluciones técnicas. Se incluyen gastos de adquisición, instalación, adaptación y puesta en funcionamiento, siempre que estén directamente relacionados con las acciones subvencionadas.
 4. **Material fungible y suministros específicos**, tales como reactivos, componentes, herramientas, consumibles tecnológicos o de laboratorio y otros materiales directamente empleados en la ejecución técnica del proyecto.
 5. **Gastos de desplazamiento y dietas**, correspondientes al personal propio o colaboradores vinculados al proyecto, siempre que resulten necesarios para la ejecución de actividades y se ajusten a los baremos establecidos por la normativa aplicable, circunstancias estas que bastará acreditar debidamente en las correspondientes memorias de ejecución y justificación.
 6. **Costes de análisis, ensayos y servicios técnicos especializados**, necesarios para la validación técnica, científica o medioambiental de resultados, incluyendo los realizados en infraestructuras de investigación propias o externas (de titularidad pública o privada).

Con el fin de garantizar una gestión flexible del proyecto, se permitirá la reasignación de créditos entre las partidas presupuestarias del presupuesto aprobado, siempre que no se alteren los objetivos ni la naturaleza de las actividades previstas.



- Modificaciones de hasta un 10% del importe asignado a cada partida podrán realizarse de oficio, sin necesidad de autorización previa, debiendo quedar registradas y justificadas en la contabilidad específica del proyecto.
- Modificaciones superiores al 10% del importe asignado a la partida afectada requerirán la autorización expresa de la Comisión de Seguimiento, previa presentación de una justificación técnica y económica que acredite la necesidad de dicho cambio.

En ningún caso tendrán la consideración de gastos elegibles los costes indirectos globales no asignables a tareas específicas, ni aquellos que no se justifiquen conforme a lo dispuesto en la cláusula octava del presente Convenio.

b) Requisitos de elegibilidad. Los gastos deberán:

- Estar efectivamente realizados dentro del período de ejecución del proyecto.
- Ser justificados documentalmente con facturas y pagos verificables.
- Estar reflejados en una contabilidad diferenciada y trazable.
- Haber sido pagados antes de la finalización del periodo de justificación correspondiente, salvo excepción legalmente prevista.

c) Forma y plazos de justificación. Se realizará conforme a lo establecido en la cláusula sexta.

A continuación, se detallan los tipos de justificación previstos y los documentos que deberán aportarse en cada caso:

- Justificaciones científico-técnicas detalladas en el anexo I, asociadas a los entregables descritos en la cláusula sexta, donde cada entidad beneficiaria deberá presentar:
 - Un informe científico-técnico que acredite el cumplimiento de los hitos y entregables definidos en el Anexo I.
- La justificación del gasto correspondiente, se firmará por la persona responsable financiera de cada entidad participante (LifeWatch ERIC y Universidad de Huelva), debiendo reflejarse el grado de ejecución económica efectivamente realizado, acompañado de:
 - Relación detallada de las facturas emitidas y los documentos acreditativos de los pagos efectuados, teniendo en cuenta que los pagos tienen que cumplir lo dispuesto en la Instrucción 1/2022 de la Dirección General de Fondos Europeos por la que se establecen los requisitos aplicables al pago de gastos cofinanciados con Fondos Europeos.
 - Documentación de los compromisos de gasto adquiridos, cuando proceda, que justifique la correcta imputación de dichos gastos al proyecto.



- La justificación final consistirá en un informe final firmado por la persona responsable financiera de cada entidad participante (LifeWatch ERIC y Universidad de Huelva), que refleje el grado total de ejecución económica, acompañado de:
 - o Relación clasificada y completa de los gastos realizados, con las facturas y documentos acreditativos de los pagos correspondientes.
 - o Informe técnico final que detalle los resultados alcanzados, en correlación con los gastos ejecutados.
 - o Informe de auditoría externa independiente que verifique la elegibilidad, trazabilidad y correcta imputación de los gastos al proyecto. El alcance del informe de auditor debe contener todo lo establecido en la Instrucción 2/2018 de la Dirección General de Fondos Europeos por la que se establecen normas relativas a los trabajos de revisión de cuentas justificativas de subvenciones llevadas a cabo por auditores de cuentas en el caso de subvenciones cofinanciadas con fondos europeos.

d) Seguimiento, control y conservación documental. La Consejería, a través de la Secretaría General del Agua, podrá llevar a cabo controles aleatorios o específicos, y requerir información adicional para verificar la adecuada ejecución del gasto.

Las entidades beneficiarias deberán conservar toda la documentación justificativa durante un plazo mínimo de cinco años desde el último pago, conforme a la normativa de gestión de fondos FEDER.

La falta de justificación adecuada podrá conllevar la no aceptación del gasto y, en su caso, la obligación de reintegro, de conformidad con lo previsto en las cláusulas novena y decimotercera del presente Convenio.



