



LAYMAN'S REPORT

SUBproducts4LIFE

Conceptos innovadores de economía circular mediante la reutilización de subproductos y residuos industriales

LIFE16 ENV/ES/000481



PROJECT DETAILS

Número de referencia Proyecto LIFE: LIFE16 ENV/ES/000481

Título del proyecto: Conceptos innovadores de economía circular mediante la reutilización de subproductos y residuos industriales – SUBproducts4LIFE

Duración: 01/09/17 – 30/06/24

Ubicación: “La Soterraña” mina de mercurio en Asturias, España

Sector: Industrial

Presupuesto:

- Presupuesto total del Proyecto: 1.470.296 Euros
- Presupuesto total elegible del proyecto: 1.470.296 Euros
- Contribución financiera solicitada a la EU: 882.176 Euros

Coordinador: Universidad de Oviedo



SOCIOS

- **Universidad de Oviedo**



Institución pública de Educación Superior e Investigación ubicada en Asturias. Reconocido por el Ministerio de Educación de España como Campus de Excelencia Internacional. En este marco, la Universidad ha creado dos Clústeres, que representan su apuesta por la especialización en Biomedicina y Salud y Energía, Medio Ambiente y Cambio Climático.

- **BIOSFERA Consultoría Medioambiental S.L.**



Servicio de consultoría especializada que surge a raíz de la creciente demanda e interés de la sociedad del siglo XXI por el Desarrollo Sostenible, la Conservación y una mejor gestión de los recursos naturales. Los servicios de BIOSFERA tienen como objetivo brindar soluciones a las necesidades de entidades gubernamentales y privadas tales como Ingeniería, Consultoría, Laboratorios, Construcción, Energía, Minería, etc., que tienen demandas en diversos campos.

- **EDERSA**



Escorias y Derivados pertenece al grupo Cementos Tudela Veguin, primera empresa en España en fabricar Cemento Portland artificial. La empresa cuenta con dos plantas de fabricación, una situada en Veriña y otra en Somonte con el fin de satisfacer las nuevas necesidades que han surgido en el campo de los materiales de construcción y también para cumplir con las políticas medioambientales, Escorias y Derivados ha ido introduciendo nuevos materiales, escorias de alto horno en la elaboración de cementos y productos derivados como hormigones y morteros, destacando que los citados materiales suelen acabar en vertederos.

- **EDP España**



Líder energético mundial y uno de los principales operadores de la Península Ibérica. El Grupo EDP está presente en España en la producción, generación, transmisión y comercialización de electricidad, gas y servicios. El Grupo tiene sus principales centros de negocio en Asturias, Cantabria, Murcia y País Vasco, donde es operador de referencia en gas y/o electricidad. Actualmente es el cuarto productor y distribuidor de electricidad y el segundo operador de gas natural. EDP produce importantes cantidades de cenizas volantes y yeso como subproductos, por lo que está muy interesada en su valorización y reutilización.

- **GLOBAL SERVICE**



CUESTIONES ECONÓMICAS S.L. en adelante GSERVICE inició su actividad en el año 2014. GSERVICE participó en varios proyectos, muchos de ellos vinculados a instalaciones con presencia de contaminantes peligrosos.

- **R&R**



Recuperación y Renovación inicia su actividad en el campo de la ingeniería; su trabajo está principalmente vinculado a la actividad industrial y minera y enfocado al sector medioambiental. Algunos de sus socios procedían de la empresa "TECMIM" que se dedicaba a la ingeniería ambiental desde 1997. Así, Recuperación y Renovación decidió ampliar su actividad a la investigación en la valorización de residuos procedentes de la actividad minera y de procesos siderúrgicos.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	6
2. ANTECEDENTES	7
3. METAS GENERALES Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
4. PRINCIPALES ACTIVIDADES DEL PROYECTO.....	9
5. PRINCIPALES RESULTADOS DEL PROYECTO SUBproducts4LIFE	13
6. DISEMINACIÓN	19
7. TRANSFERENCIA Y FUTURO.....	20

1. INTRODUCCIÓN

SUBproducts4LIFE propone demostrar conceptos innovadores de economía circular mediante la reutilización de subproductos/residuos industriales (cenizas de carbón y yeso de centrales eléctricas de carbón, y escorias de altos hornos y escorias de acería de fábricas siderúrgicas) para la remediación a escala real de suelos contaminados y zonas industriales abandonadas. áreas relacionadas con la minería de Hg (mina, vertederos y residuos de demolición de planta metalúrgica).

2. ANTECEDENTES

1. Hay industrias relevantes en Europa, como las centrales eléctricas de carbón o las fábricas de producción de acero, que generan una gran cantidad de subproductos/residuos industriales cada año con el problema de su almacenamiento y su gestión muy costosa.
2. Un equipo de investigadores de la Universidad de Oviedo, entre otros, ha demostrado que a escala de laboratorio algunos de estos subproductos pueden fijar metales pesados y otros contaminantes.
3. Por otra parte, en Europa existen numerosos vertederos de residuos producidos por la minería de metales con un contenido muy elevado de metales pesados que suponen un problema tanto para el medio ambiente como para la salud humana.
4. De declaraciones anteriores surge el siguiente nuevo desafío: ¿es posible utilizar subproductos industriales para reducir el potencial contaminante de antiguos vertederos mezclando estos subproductos con residuos contaminados? Después de demostrarlo a escala de laboratorio, es necesario demostrarlo a escala real.

3. METAS GENERALES Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Incrementar la cadena de valor de 4 subproductos de diferentes procesos industriales (cenizas de carbón y yesos de centrales eléctricas y 2 tipos de escorias del sector siderúrgico), promoviendo sinergias economía circular/reciclaje y analizando sus ciclos de vida.
2. Promover la simbiosis industrial entre industrias activas con altos niveles de producción (centrales eléctricas y producción de acero) y sitios contaminados (minas abandonadas y plantas de producción de metales), mediante:
 - a) Demostrar metodologías adecuadas para el nuevo uso de subproductos industriales (escorias de alto horno) como “fijadores” de metales pesados y cerrar el ciclo de vida de los residuos industriales (cenizas de carbón, yeso y escorias siderúrgicas).
 - b) Aplicar estos subproductos a los residuos de demolición y minas, al agua, al suelo, promoviendo conceptos de economía verde y eficiencia de recursos.
3. Lograr una mejor gestión del suelo y reutilización de la tierra:
 - a) En industrias activas, reutilización de distintos tipos de subproductos.
 - b) En zonas ya urbanizadas en antiguas minas e instalaciones.



Área Piloto 1: tratamiento de residuos de procesos metalúrgicos

El tratamiento consistió en cubrir los residuos contaminados con cenizas y escorias.

Los objetivos perseguidos fueron los siguientes:

- Valorizar el uso de subproductos para la remediación de botaderos de relaves contaminados.
- Reducir la contaminación de los lixiviados producidos en el vertedero.
- Probar técnicas de fitorremediación.



Las acciones tomadas fueron las siguientes:

Tratamiento de los residuos del botadero de relaves de procesos metalúrgicos.

- Despeje y acondicionamiento del área y modelado geométrico.
- Cubrir los escombros de la demolición con dos capas de ceniza y escoria.
- Instalación de sistema de drenaje.
- Aplicación de técnicas de fitorremediación.



Área Piloto 2: tratamiento de escombros de demolición de estructuras y edificios de planta metalúrgica

El tratamiento consistió en cubrir los escombros altamente contaminados con cenizas y escorias.

Los objetivos perseguidos fueron los siguientes:

- Valorizar el uso de subproductos para la remediación de residuos contaminados.
- Reducir la contaminación de los lixiviados producidos en la zona.
- Desarrollar una guía de buenas prácticas para trabajar con alta contaminación de Hg y As.



Las acciones tomadas fueron las siguientes:

Tratamiento de escombros altamente contaminados provenientes de la demolición de la planta metalúrgica.

- Construcción de celda de tratamiento o piscina e impermeabilización de pisos
- Llenado de la celda de tratamiento con escombros de demolición.
- Cubrir los escombros de la demolición con dos capas de ceniza y escoria (acción clave).
- Instalación de un sistema de drenaje.



Área Piloto 3: Tratamiento de aguas de mina y lixiviados de las áreas piloto 1 y 2.

El tratamiento consistió en limpiar el agua haciéndola pasar por un filtro con una mezcla ceniza/escoria. La reducción de PTE en el agua evita su dispersión en el medio ambiente.

Los objetivos perseguidos fueron los siguientes:

- Sistema a gran escala: 4 canales llenos de una mezcla de cenizas y escorias como material filtrante.
- El análisis de la eficiencia y capacidad del sistema en condiciones reales.
- Análisis de la replicabilidad del método en otros sitios.



Las acciones tomadas fueron las siguientes:

- Construcción de los canales de filtrado y llenado de cenizas/escorias.
- Instalación de sistema de tuberías para conducir agua contaminada a canales de filtrado.
- Sistema de control de efectividad (muestreo de agua en la entrada y salida).



5. PRINCIPALES RESULTADOS DEL PROYECTO SUBproducts4LIFE

Los principales logros obtenidos en el proyecto son los siguientes:

- Desarrollo de protocolos de Seguridad y Salud para trabajar en condiciones extremas.
- Demostración a escala real del uso de cenizas/escorias para evitar emisiones de Hg y contaminación de aguas como técnica competitiva.
- Resultados relevantes sobre el uso de cenizas/escorias para limpiar y disminuir la contaminación de aguas y lixiviados.
- Desarrollo de técnicas de fitorremediación – réplica de I+Darts.
- Amplia difusión y divulgación: artículos de acceso abierto con los resultados en revistas de prestigio accesibles a cualquier persona (open-access), prensa, radio y TV.
- Varias empresas e instituciones capaces de desarrollar proyectos en zonas contaminadas.
- Promoción de la rehabilitación global de La Soterraña y El Terronal.

En relación con los casos piloto 1 y 2, existen algunas ventajas de la solución SUBproducts4LIFE:

- Es una solución fácil de implementar.
- Se reducen/eliminan las emisiones de Hg a la atmósfera.
- Las cenizas no permiten la infiltración y contaminación del agua de lluvia.
- Se reduce/elimina la contaminación del agua de lluvia.
- Es independiente del tipo de contaminante y caudal, y se mantiene en el tiempo.



Asimismo, en relación con el Área Piloto 2, se ha llevado a cabo con éxito la restauración de la zona. Se ha autorizado lo siguiente:

- El uso de cenizas volantes en lugar de 0.5 m de arcilla natural (valorización de un subproducto, menor impacto/huella ambiental, reducción de un recurso natural, seguridad económica).
- El uso de plantas seleccionadas a partir de técnicas de fitorremediación.

Si comparamos la solución implementada con otras soluciones, estos son los resultados:

- Retirada o encapsulamiento de escombros de demolición



- Más caro.
- Mayor huella de carbono.
- Peor puntuación ESG.

- Cobertura de escombros de demolición (La Soterraña):



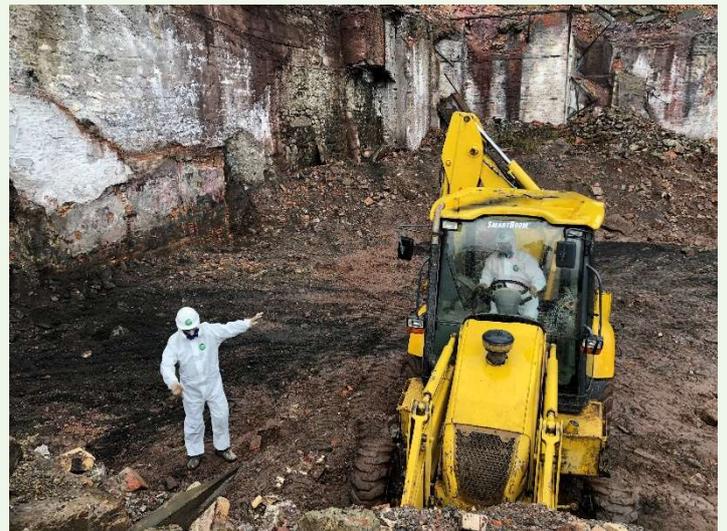
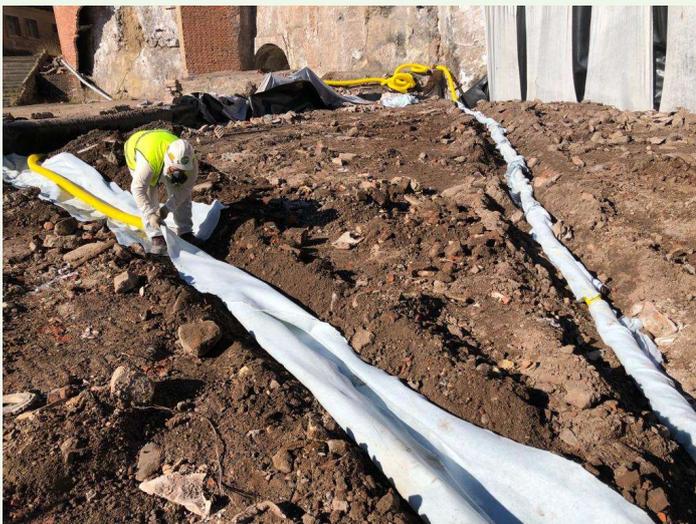
- Solución más barata.
- Menor huella de carbono.
- Mejor puntuación ESG.

Con relación a los riesgos laborales y seguridad y salud, alcanzamos los siguientes resultados:

- Los escombros de demolición se comportan como un foco de emisión.
- La concentración de HG gaseoso era muy alta (varias veces superior a los límites permitidos).
- Se desarrollaron modelos de emisión y difusión para analizar el problema.
- El protocolo de seguridad y salud debía funcionar en estas condiciones.



Hg-gas concentration on the rubble C ₁₀ (ng/m ³)	Scenario	Hg-gas concentration ranges C ₁₀ (ng/m ³)	Temperature ranges ✱ (°C)
≤ 10,000	Green	5000 – 7500	0°C - 5°C
		7500 – 10,000	5°C - 10°C
10,000 - 20,000	Orange	10,000 – 15,000	10°C - 15°C
		15,000 – 20,000	15°C - 20°C
≥ 20,000	Red	20,000 – 40,000	20°C - 25°C
		40,000 – 60,000	25°C - 30°C



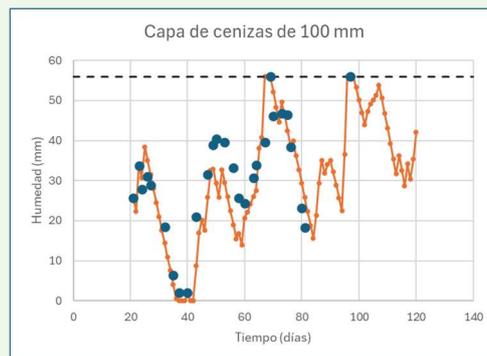
En otras acciones, se realizó un análisis de eficiencia de las propuestas de reutilización de subproductos y metodologías/tecnologías de descontaminación aplicadas en las 3 áreas piloto, lo que implicó:

Investigación sobre el efecto barrera de las cenizas sobre el agua:

- Se realizó monitoreo de lluvia, temperatura y radiación solar.
- Determinación de la humedad de cenizas y escorias.



- Se ha detallado el mecanismo de lluvia/evapotranspiración que explica el comportamiento de las cenizas, lo que permite ampliar la aplicación de los resultados.
- Con tiempo lluvioso en Asturias, una capa de cenizas de 50 cm de espesor puede reducir la infiltración del 90% del agua.



Con relación a los impactos secundarios, ésta fue la evaluación de impacto ambiental del proyecto SUBproducts4LIFE:

Durante el desarrollo del proyecto se caracterizó el estado ecológico de tres arroyos del valle del Muñón y del río Lena según indicadores de calidad biológica (invertebrados bentónicos, fitobentos, macrófitos y peces), fisicoquímica (pH y conductividad) e hidromorfológica (bosque de ribera y heterogeneidad del hábitat fluvial).



Es importante mencionar que el proyecto SUBproducts4LIFE no tiene un efecto negativo en la vida del río. El efecto positivo no está claro debido al alcance limitado del proyecto.



En relación con la replicabilidad, estos son los resultados de las técnicas de fitorremediación:

- Replicabilidad de un proyecto LIFE anterior LIFE I+DARTS.
- Se plantaron in situ abedules seleccionados, previamente criados en invernadero.
- Añadir escorias y cenizas al suelo mejora el crecimiento de las plantas.
- Añadir escorias y cenizas al suelo mejora la capacidad de fitorremediación.
- Las escorias y cenizas resultan prometedoras como enmiendas para la inmovilización de As y Hg.



6. DISEMINACIÓN

Con relación a la difusión del proyecto:

Durante el desarrollo de las obras, estas han sido las acciones llevadas a cabo:

- Noticia en periódicos regionales.
- Difusión en radio y TV.
- Reuniones y visitas de vecinos.



Tras la obtención de resultados:

- Publicación de artículos científicos.
- Instalación del Centro LIFE.
- Networking.
- Congreso internacional



7. TRANSFERENCIA Y FUTURO

En este momento, como resultado del proyecto, se cuenta con un equipo formado por empresas y organismos públicos con un grado de especialización muy alto que son capaces de participar en actividades de remediación de sitios altamente contaminados con mercurio, arsénico y otros PTEs en cualquier parte de Europa, incluyendo:

- Colaboración/asesoramiento/consultoría.
- Monitorización y análisis de riesgos.
- Ingeniería, planificación y ejecución de obras.
- Suministro de subproductos (cenizas y escorias).

También es importante mencionar que el proyecto ha experimentado un retraso de 4 años y exponer algunos de los problemas que se dieron a lo largo del proyecto:

- Problemas para obtener permisos y autorizaciones (retrasos de 2 años).
- Pandemia de COVID-19 parada justo cuando se obtuvieron los permisos.
- Geopolítica (guerra en Ucrania) mercado complejo, aumento de precios.
- Sequía severa no permite estudiar la solución propuesta en el caso piloto 3.
- Condiciones de trabajo extremas por la emisión de Hg, rendimientos muy bajos
- Algunos problemas con administraciones dificultan la replicabilidad.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Oviéu
University of Oviedo



Biosfera
CONSULTORA - INGENIERÍA



INSTITUTO NACIONAL DE SUELOS



R&R

