CONSTRUYENDO NUESTRO MUNDO, POR UNA MINERÍA MÁS RESPONSABLE

BUILDING OUR WORLD FOR A MORE RESPONSIBLE MINING

TECMINE
INNOVATIVE TECHNIQUES FOR MINE RESTORATION

TÉCNICAS INNOVADORAS PARA LA RESTAURACIÓN DE MINAS

El proyecto LIFE TECMINE ha sido financiado con el apoyo del **Programa LIFE de la Unión Europea**.
The LIFE TECMINE project was financed with the support of the **European Union LIFE Programme**.

*Esta publicación refleja únicamente las opiniones de los/las autores/as, y la Comisión no se hace responsable del uso que pueda hacerse de la información aquí contenida.
*This publication only reflects the opinions of the authors and the Commission is not responsible for the use of the information contained herein.

facebook.com/lifetecmine @LIFETECMINE linkedin.com/company/life-tecmine

INNOVATIVE TECHNIQUES FOR MINE RESTORATION

DATOS GENERALES
GENERAL DATA

Referencia Reference
LIFE16 ENV/ES/000159 TECMINE

Localización Location
Ademuz (Valencia)

Duración Duration
Noviembre 2017 - Mayo 2022
November 2017 - May 2022

Presupuesto total
Total Budget
1,589,256 €

Contribución de la UE
EU contribution
942,456 €

El **Programa LIFE** es el mayor instrumento financiero de la Unión Europea dedicado, de forma exclusiva, al medio ambiente. Este programa financia proyectos relacionados con la naturaleza, el cambio climático, la economía circular y la transición energética. Su objetivo es contribuir al desarrollo sostenible y al logro de los objetivos y metas de las estrategias y planes de la Unión en materia de medio ambiente y clima.

The **LIFE Programme** is the European Union's largest financial instrument dedicated exclusively to the environment. This programme funds projects related to nature, climate change, the circular economy and the energy transition. Its objective is to contribute to the sustainable development and achievement of the goals of the Union's climate and environmental strategies and plans.

CONSORCIO CONSORTIUM

COORDINADOR COORDINATOR

GENERALITAT VALENCIANA
Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica

SOCIOS BENEFICIARIOS BENEFICIARIES

valersa grupo

SIBELCO

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE MADRID

CEAM
FUNDACIÓN CENTRO DE ESTUDIOS AMBIENTALES DEL MEDITERRÁNEO

EL PROYECTO
THE PROJECT

Problemática

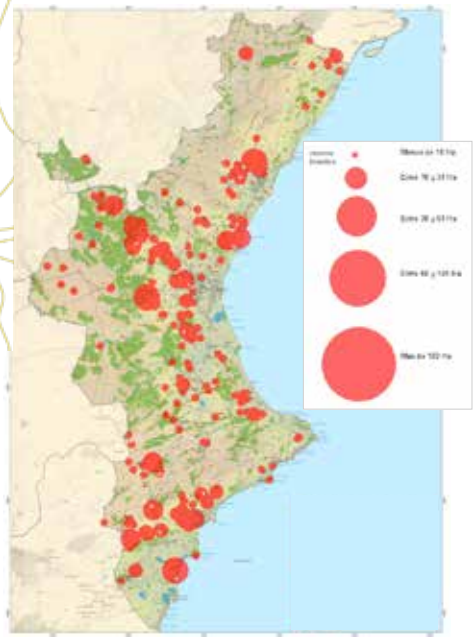
La minería en Europa es un sector estratégico clave, que abastece a otros sectores industriales de las materias primas necesarias para la producción de materiales que empleamos cada día. Sin embargo, las operaciones de minería se desarrollan a menudo sobre áreas forestales de alto valor paisajístico y ecológico, modificándolas severamente, alterando el paisaje y destruyendo casi totalmente los ecosistemas afectados. En la Comunitat Valenciana tenemos más de 500 explotaciones mineras, de las cuales el 85% afectan a terrenos forestales.

Una vez finaliza la extracción de minerales, las empresas deben restaurar estos espacios, lo que supone un gran reto dadas las condiciones de partida y las limitaciones ambientales propias de la región mediterránea. Así, es necesario conocer técnicas alternativas a las empleadas hasta ahora, más eficientes, que mejoren el resultado de la restauración, y devuelvan al espacio sus funciones y valores ecológicos.

Problematic

Mining in Europe is a key strategic sector, which supplies other industrial sectors with the raw materials needed for the production of materials we use every day. However, mining operations are often carried out over areas of high landscape and ecological value, changing them drastically, altering the landscape and almost completely destroying the impacted ecosystems. In the Valencia Community, we have more than 500 mining sites, of which 85% impact forest land.

Once mineral extraction is complete, companies must restore these areas, which is challenging given the baseline conditions and environmental constraints inherent in the Mediterranean region. As a result, it is important to know alternative techniques from those implemented so far, which are more efficient, improve restoration results, and restore the ecological functions and values to a given area.



Objetivos

El proyecto LIFE TECMINE pretende mejorar la restauración de minas a cielo abierto en entornos forestales de ámbito mediterráneo, mediante la combinación de diferentes técnicas, que aborden cuestiones tanto ecológicas como sociales.

Estas técnicas se han aplicado en 4 zonas de una explotación de arenas silíceas, caolín y arcilla, en un total de 13 hectáreas.

Objectives

The LIFE TECMINE project aims to improve the restoration of open pit mines in Mediterranean forestry environments by combining different techniques that address both ecological and social issues.

These techniques have been applied to a siliceous sands, kaolin and clay quarry, in total 13 hectares.

EL PROYECTO THE PROJECT

Zonas de actuación-Mina Fortuna (Ademuz, Valencia)
Areas of operation. Fortuna Mine (Ademuz, Valencia)

Objetivos Específicos

- Proponer soluciones técnicas que permitan compatibilizar las actividades mineras con la conservación de nuestros montes como productores de numerosos servicios ambientales.
- Proporcionar al sector minero y la Administración Pública, herramientas para diseñar y evaluar la idoneidad de las restauraciones.
- Mejorar la transferencia de conocimientos y la colaboración entre Administración, industria y ciencia.
- Ofrecer a la población local, nuevas oportunidades para disfrutar de las áreas restauradas.

Specific Objectives

- Recommend technical solutions that make mining activities compatible with the preservation of our forests as producers of numerous environmental services.
- Provide the mining and Public Administration with tools to design and evaluate the suitability of restorations.
- Improve knowledge transfer and col- laboration between Public Administration, industry and science.
- Give the local population new opportunities to enjoy the restored areas.

ACTUACIONES ACTIONS

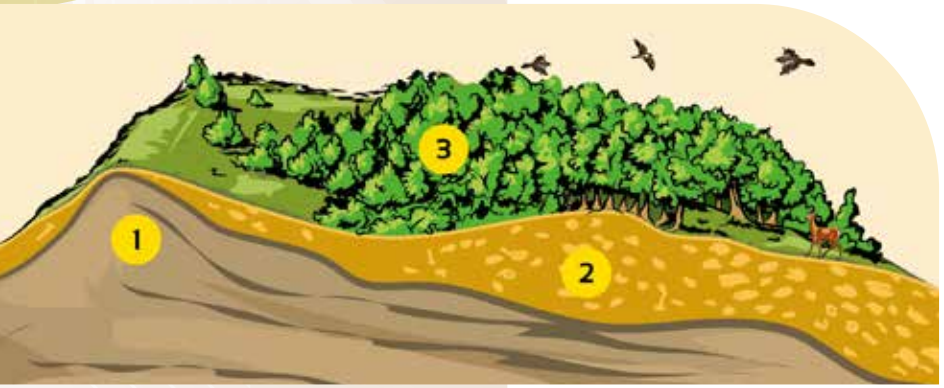
IMPLEMENTACIÓN IMPLEMENTATION

Más de 13 hectáreas restauradas en la mina Fortuna de Ademuz (Valencia) y 14 hectáreas en réplicas que se han desarrollado como transferencia directa del LIFE TECMINE.

More than 13 hectares restored in the Fortuna mine in Ademuz (Valencia) and 14 hectares in replicas that have been developed as a direct transfer from LIFE TECMINE.

1 **Restauración morfológica**
Proceso de diseñar y construir formas del terreno que imitan la morfología y dinámica de las naturales, allí donde el relieve original ha sido transformado.

Morphological restoration
The process of designing and building landforms that mimic the morphology and dynamics of natural ones, where the original relief has been transformed.



2 **Aporte y estabilización del suelo**
Selección y tratamiento de sustratos (coluvión, estériles y orgánicos) que reconstruyan un suelo funcional.

Soil input and stabilization
Selection and treatment of substrates (colluvion, inert and organic) that reconstruct a functional soil.

3 **Establecimiento de la vegetación**
Restaurar una cubierta vegetal que proporcione servios ambientales (protección, biodiversidad, *stock* de carbono).

Establishing vegetation
Restoring vegetation cover that provides environmental services (protection, biodiversity and C-stocks).

- **Restauración morfológica** a partir de técnicas basadas en simular zonas naturales próximas, llamadas "referentes", con la ayuda de un software. Una correcta integración paisajista y adaptación al medio de los espacios mineros requiere que las formas del terreno sean suaves y naturales, como muestra la naturaleza.

- **Morphological restoration** using techniques based on simulating nearby natural areas, called "referents", with the help of a software. Proper landscape integration and adaptation to the environment of mining spaces requires smooth and natural ground shapes, as appearing in nature.

1) 2017-Zona oeste antes de la restauración.
2) 2020-Zona oeste tras la restauración morfológica.
3) Material orgánico (compost y astillado).

1) 2017-West area before restauration.
2) 2020-West area after morphological restoration.
3) Organic material (compost and chipping).

- **Aporte y estabilización del suelo** empleando sustratos tipo coluvión y mezclas de estériles de la explotación con materia orgánica procedente de actividades como la selvicultura y la depuración de aguas. Además, se ha realizado una siembra de especies herbáceas y se han colocado mantas orgánicas y bandas de astillado para la protección frente a la erosión.

- **Soil input and stabilization** using colluvion-type substrates and mixtures of mine waste with organic matter from activities such as forestry and water waste treatment. In addition, sowing of herbaceous species and organic blankets and strips of wood chips were put down to protect against erosion.

Manta orgánica para protección del suelo.

Organic blanket for soil protection.

ACTUACIONES ACTIONS

IMPLEMENTACIÓN IMPLEMENTATION

- **Establecimiento de la vegetación** a partir de técnicas que optimizan el aprovechamiento del agua de lluvia como las "microcuencas" y la plantación de 9.000 plantas de 31 especies de árboles y arbustos diferentes que representan hasta 8 hábitats distintos, de los cuales 3 son hábitats prioritarios.

- **Establishing vegetation** from techniques that optimise the use of rainwater such as micro-catchment and planting 9,000 units including 31 different tree and bush species representing up to eight different habitats, of which three are priority habitats.

1) 2021-Zona este tras la restauración.
2) 2017-Zona este antes de la restauración.
3) 2021-Talud tras la restauración.

1) 2021-East area after restoration.
2) 2017-East area before restoration.
3) 2021-Slope after restoration.

- **Otras actuaciones** dirigidas a mejorar la supervivencia y crecimiento de las plantas: protectores, hidrogel, enmiendas orgánicas y técnicas de cultivo en vivero adaptadas a las características funcionales de las especies mediterráneas.

1) Viveros propios de la GVA.
2) Protectores para las plantas.
3) Plantación.

1) GVA's own nurseries.
2) Protective devices.
3) Planting.

- **Other actions** aimed at improving the survival and growth of plants: protective devices, hydrogel, organic amendments and nursery cultivation techniques adapted to the functional characteristics of Mediterranean species.

ACTUACIONES ACTIONS

SEGUIMIENTO MONITORING

- **Evolución morfológica y procesos de erosión.** Medimos la superficie afectada por la erosión y su evolución en el tiempo.

- **Morphological evolution and erosion.** We measure the area affected by erosion and its evolution over time.

- **Propiedades del suelo como la fertilidad, la humedad y la capacidad para fijar carbono.** Medimos el efecto de las enmiendas orgánicas aplicadas.

- **Soil properties such as fertility, moisture and carbon sequestration capacity.** We measured the effect of the organic amendments applied.

1) West area-Autumn 2020.
2) West area-Spring 2021.
3) Pond area-2018.
4) Pond area-2021

1) Zona oeste-Otoño 2020.
2) Zona oeste-Primavera 2021.
3) Laguna-2018.
4) Laguna-2021.

- **Supervivencia de las plantas y desarrollo de la vegetación.** Medimos crecimiento, cobertura y supervivencia de todas las especies.

- **Plant survival and vegetation development.** We measure growth, cover and survival of all species.

- **Colonización de la fauna silvestre.** Identificamos más de 60 especies.

- **Colonization of wildlife.** We identified more than 60 species.

ACTUACIONES ACTIONS

TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN TRANSFER AND DISSEMINATION

(Más de 5.000 personas alcanzadas) **(More than 5,000 people reached)**

- Realizadas 20 conferencias técnicas a nivel nacional e internacional dirigidas a más de 2.500 profesionales y expertos del sector público y privado.
- 20 technical conferences at national and international level for more than 2,500 public and private sector professionals and experts.

- Formación a más de 120 profesionales de empresas y administraciones de ámbito nacional e internacional.
- Training for more than 120 professionals from national and international companies and administrations.

- Más de 17 eventos donde 460 estudiantes de Universidades y Centros de Formación han recibido formación.
- More than 17 events where 460 students from Universities and Training Centres received training.

- 2 guías dirigidas a profesionales del sector público y privado; 4 publicaciones científicas; 19 artículos en prensa y 3 unidades didácticas para escolares.
- 2 guides for public and private sector professionals; 4 scientific publications; 19 news articles and 3 educational units for schools.

- Participación en más de 20 eventos, dirigidos al público en general, donde se ha trasmitido la importancia de la minería, los impactos derivados de esta actividad y las medidas de restauración que aplicamos en el proyecto TECMINE.
- Participation in more than 20 events, where the importance of mining, the impacts of this activity and the restoration measures, implemented in the TECMINE project have been passed on.

ACTUACIONES ACTIONS

TRANSFERENCIA Y DIFUSIÓN TRANSFER AND DISSEMINATION

(Más de 5.000 personas alcanzadas) **(More than 5,000 people reached)**

- Más de 550 personas han visitado la restauración de la Mina Fortuna en Ademuz durante el proyecto.
- Over 550 people visited the restoration of the Fortune Mine in Ademuz during the project.

- Más de 1.300 publicaciones en Redes Sociales (Twitter, Facebook, LinkedIn).
- Over 1,300 social media posts (Twitter, Facebook, LinkedIn).

EL FUTURO DEL TECMINE THE FUTURE OF TECMINE

- Una nueva ruta interpretativa **"El Nuevo Paisaje de la mina Fortuna"** proporciona un nuevo uso a la zona restaurada dirigido a centros educativos, empresas y ciudadanos
- A new interpretive route **"The New Landscape of the Fortuna Mine"** provides new use to the restored area for schools, businesses and citizens.

45 minutos.
45 minutes.

1.500 metros.
1500 meters.

Dificultad Baja.
Low Difficulty.

REPLICABILIDAD REPLICABILITY

- Se han realizado 3 réplicas: Mina Cabezo-bis (Valencia) implementada por la GVA, Mina San Luis (Cuenca) por la empresa SAMCA y Mina Fortuna II (Ademuz) por la empresa SIBELCO.
- Three replication projects were completed: Cabezo-bis Mine (Valencia) by the GVA, San Luis Mine (Cuenca) by the company SAMCA and Fortuna II Mine (Ademuz) by the company SIBELCO.

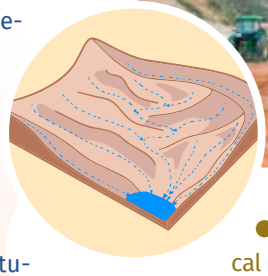
(1) Mina San Luis durante la restauración morfológica. (2) Mina San Luis después de la restauración morfológica.

(1) San Luis Mine during morphological restoration. (2) San Luis Mine after morphological restoration.

Foto: M.A. LANGA

LECCIONES APRENDIDAS
LESSONS LEARNT

MORFOLOGÍA MORPHOLOGY



- La restauración morfológica basada en el método GeoFluv® permite **una mejor gestión del recurso agua**, tan limitante en ambientes mediterráneos, reduciendo su capacidad erosiva y aumentando su infiltración respecto al modelo convencional de bermas y taludes.

- El modelo replica relieves naturales y se adapta e integra en el entorno, tanto a nivel paisajístico como hidrológico. **La nueva morfología es estable y funcional** a largo plazo, por lo que la huella generada por la actividad puede desaparecer en un plazo relativamente corto.

- La restauración morfológica es una condición necesaria para el éxito de las restauraciones de minas pero no es suficiente. **Aportar un sustrato con buenas propiedades físicas** reduce la capacidad erosiva del agua y aumenta su disponibilidad para las plantas.

- GeoFluv-based morphological restoration allows **better water resource management**, so limiting in Mediterranean environments, reducing its erosion capacity and increasing its infiltration compared to the conventional berm and slope model.

- The model replicates natural reliefs and adapts and integrates into the environment, both in terms of landscape and hydrology. **The new morphology is stable and functional** in the long term, so the footprint generated by the activity can disappear in a relatively short time frame.

- Morphological restoration is a necessary condition for the success of open pit mine restorations, but it is not sufficient. **Providing a substrate with good physical properties** reduces the erosive capacity of water and increases its availability for plants.

ESTABILIZACIÓN DEL SUELO STABILISING SOIL

- Las enmiendas orgánicas, aplicadas a sustratos estériles, **tienen efectos positivos sobre la fertilidad del suelo y el desarrollo de la vegetación**. En TECMINE se ha obtenido una tasa media de supervivencia del 75% y crecimientos hasta 3 veces superior al tamaño original de las plántulas tras dos años y medio de seguimiento.

- **La siembra de especies herbáceas autóctonas en dosis adecuadas desempeña un papel clave** en la estabilización del suelo y evita el efecto competitivo para las plantas introducidas o espontáneas. Al cabo de un año desde la restauración, la cobertura herbácea superaba el 60%, lo que puede ser suficiente **para controlar eficazmente los procesos erosivos**.

- Organic amendments applied to sterile substrates **have positive effects on soil fertility and vegetation development**. In TECMINE, an average survival rates of 75% and growth up to 3 times higher than the original size of the seedlings after two and a half years of follow-up have been obtained.

- **Native herbaceous species sowing in adequate doses plays a key role** in soil stabilization and avoids the competitive effect for introduced or spontaneous plants. After one year of restoration, the herbaceous coverage exceeded 60%, which may be enough to **effectively control erosion processes.**

LECCIONES APRENDIDAS
LESSONS LEARNT

RECUPERACIÓN DE LA VEGETACIÓN
VEGETATION RECOVERY

- La determinación de **referentes ecosistémicos** como la Red Natura 2000, permite una adecuada selección de las especies que se adapten a las características fisiográficas de la zona de restauración, y un aumento de la diversidad vegetal.

- **La procedencia local de las semillas y la aclimatación** de las plántulas a las condiciones abióticas de la zona, asegura una buena adaptación y desarrollo de las plantas introducidas. Disponer de un Banco de Semillas de variedades locales y certificadas, junto con técnicas de cultivo adecuadas, permite una elevada calidad de planta forestal.

- El uso de **técnicas de bajo coste que favorezcan la captación de agua** como las Microcuencas, puede ser una buena opción para reducir costes de mantenimiento como los riegos y/o la reposición de marras. Nuestros resultados muestran un aumento de la humedad del suelo alrededor del 7%.

- The determination of **ecosystem references** such as the Natura 2000 Network allows for an appropriate selection of species to suit the physiological characteristics of the restoration area, and an increase in vegetal biodiversity.

- **The local origin of seeds and acclimatisation** of seedlings to the abiotic conditions of the area ensures proper adaptation and development of newly planted vegetation. Having a Seed Bank of local and certified varieties, together with appropriate cultivation techniques, enables a high level of quality in forestry plants.

- The use of **low-cost techniques that favour water catchment** such as Microcatchments may be a good option to reduce maintenance practices such as irrigation and/or replanting. Our results show an increase in soil moisture levels of around 7%.

OTROS BENEFICIOS
OTHER BENEFITS

- Emplear materiales como restos de madera astillada de bosques cercanos, o enmiendas orgánicas de plantas de compostaje próximas, son soluciones eficientes y contribuyen a la **economía circular.**

- El **análisis de coste-beneficio** muestra que este tipo de restauraciones no requiere una mayor inversión, sin embargo, los beneficios ambientales y sociales son muy superiores a los modelos convencionales.

- El nuevo espacio restaurado ha proporcionado un alto valor paisajístico valorado por los ciudadanos, que contribuye a una mayor **aceptación social**. Además, favorecer el acceso a través de la ruta interpretativa, puede contribuir al desarrollo socioeconómico de la zona, al acoger **nuevos usos**, como el ecoturismo o las actividades didácticas y formativas, que repercuten en los ingresos de la población local.

- Using materials such as wood chippings from nearby forests, or organic amendments from nearby composting plants, are efficient solutions and contribute to the **circular economy**.

- **Cost-benefit analysis** shows that these types of restorations do not require more investment, yet the environmental and social benefits are far superior to conventional models.

- The newly restored space has provided a high landscape value appreciated by citizens, which contributes to greater **social acceptance**. In addition, facilitating access through the interpretative route can contribute to the socio-economic development of the area, as **new activities** such as ecotourism or educational and training activities, have an impact on the income of the local population.

CONCLUSIÓN FINAL
FINAL CONCLUSION

- El proyecto TECMINE demuestra que es posible implementar modelos de restauración más eficientes y sostenibles, contribuyendo así a una minería más responsable.
- La colaboración y transferencia entre la Administración Pública, la ciencia y la empresa ha sido clave para el éxito de la restauración y el impacto del proyecto TECMINE.
- La demostración práctica de técnicas innovadoras ha permitido que otras empresas mineras repliquen el modelo en sus restauraciones.
- La difusión de los resultados mejora la percepción de las explotaciones mineras por parte del público general.

- The TECMINE project shows that it is possible to implement more efficient and sustainable restoration models, thus contributing to more responsible mining.
- Collaboration and transfer between Public Administration, science and companies has been key to the success of the restoration and the impact of the TECMINE project.
- The demonstration of innovative techniques has enabled other mining companies to replicate the model in their restorations.
- Dissemination of results improves the perception of mining operations by the general public.

CONSTRUYENDO NUESTRO MUNDO, POR UNA MINERÍA MÁS RESPONSABLE

BUILDING OUR WORLD FOR A MORE RESPONSIBLE MINING