

HOLISTIC ECOLOGICAL RESTORATION OF A MINING AREA IN TARRAGONA (SPAIN) WITH CLAY QUARRIES

PROYECTO LIFE 12 BIO/ES/000926

ECORESTCLAY



PROYECTO COFINANCIADO POR LA UNIÓN EUROPEA MEDIANTE EL INSTRUMENTO FINANCIERO LIFE

PROJECT CO-FINANCIED BY THE EUROPEAN UNION THROUGH THE LIFE FINANCIAL INSTRUMENT

Project location	Tarragona/Cataluña/España
Project start date:	15/09/2013
Project end date:	15/09/2018 Extension date: 31/03/2020
Total budget	1.793.169€
EC contribution:	810.773 €
(%) of eligible costs	45.66%

Proyecto LIFE en Campredó

The LIFE ECORESTCLAY project was conducted by the following partners:



Leader:

CEMEX España Operaciones S.L.U.

<https://www.cemex.es/>



**Universidad Complutense
Madrid**

<https://www.ucm.es/>



Universidad Zaragoza

<http://www.unizar.es>



Universitat de Barcelona

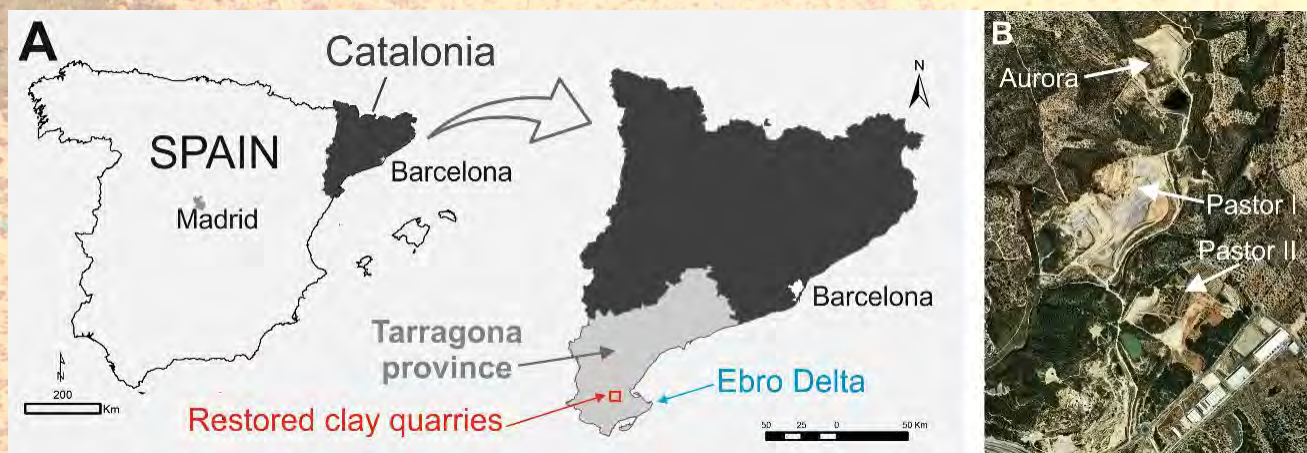
<https://www.ub.edu>

LOCALIZACIÓN

El Proyecto LIFE EcorestClay ha abordado la restauración ecológica de las tres arcilleras, Aurora, Pastor I y Pastor II, propiedad de CEMEX, en Cataluña, muy cerca del Delta del Ebro. Las arcillas se extrajeron para la fabricación de cemento.

LOCATION

The LIFE EcorestClay project addressed the ecological restoration of three clay quarries, Aurora, Pastor I and Pastor II, on company property of CEMEX, Catalonia. They are placed very near to the Ebro Delta. The clays were extracted to manufacture cement.



Ubicación de LIFE EcorestClay / LIFE EcorestClay location

AURORA



PASTOR I



PASTOR II



ALCANCE Y OBJETIVOS

El objetivo del proyecto ha sido desarrollar un procedimiento de restauración ecológica en minería a partir de soluciones innovadoras, promoviendo; (a) la restitución de ecosistemas biodiversos, y de sus bienes y servicios; (b) la reducción de riesgos de inundación.

SCOPE AND OBJECTIVES

The aim of the project has been developing a procedure for ecological restoration of mined lands, from innovative solutions, promoting: (a) the restitution of biodiverse ecosystems, and their goods and services; (b) the reduction of flooding risks.



Punto de partida de la arcillera Aurora en 2014 / *Starting point of the Aurora clay quarry in 2014*



Restauración proyectada en la arcillera Aurora / *Projected restoration for the Aurora clay quarry*

TÉCNICAS Y METODOLOGÍA

El método de restauración geomorfológica GeoFluv – Natural Regrade se utilizó para diseñar nuevas redes y cuencas hidrográficas en el interior de los tres huecos mineros, replicando cauces, laderas, lomas y vaguadas naturales, restableciendo la conectividad hidrológica perdida con la actividad extractiva.

El barranco de Roca-Corba, que causaba inundaciones aguas debajo de las arcilleras, fue desviado parcialmente hacia el hueco minero de Pastor I, mediante una bajante de escollera, que se conectó con un cauce GeoFluv. Los estudios hidrológicos se realizaron mediante HEC-HMS. La obra hidráulica (bajante) fue dimensionada con el programa Iber.

Como sustrato para la vegetación, se utilizaron los materiales edáficos disponibles procedentes de antiguos acopios. Esto permite favorecer condiciones edáficas similares a las del entorno. El objetivo general de revegetación ha sido generar una cubierta vegetal escasa para favorecer la fauna asociada a este tipo de ambientes. Esto ha generado un mosaico más diverso dentro de la matriz del entorno, creando hábitats subdesérticos. La baja calidad de los materiales usados ha contribuido a fomentar este objetivo.

Como experiencia piloto, en Aurora se aplicaron pequeños parches de mantillo forestal para favorecer la presencia de fauna edáfica desde momentos iniciales de la restauración.

En Pastor I, la estrategia dominante ha sido la conservación de los hábitats obtenidos durante la explotación. Se han aplicado acciones para favorecer las especies rupícolas, basadas en mantener los cortados existentes, adaptar el calendario de movimiento de tierras a los periodos de cría, disminuir las perturbaciones antrópicas y mantener una cobertura vegetal mínima, con pocas intervenciones de revegetación.

TECHNIQUES AND METHODOLOGY

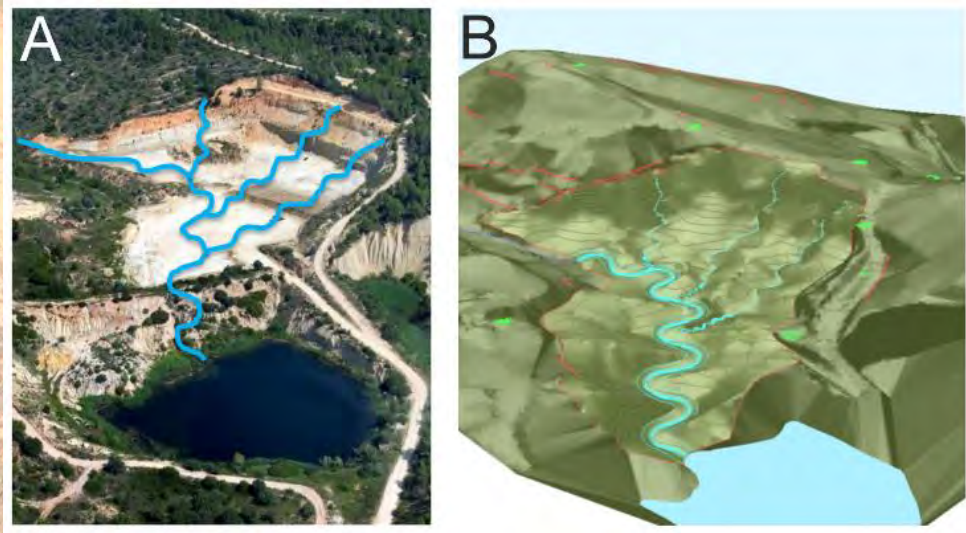
The GeoFluv – Natural Regrade geomorphic restoration method was used to design new drainage networks and watersheds within the three quarry pits, mimicking natural fluvial channels, hillslopes, ridges and swales, restabilising the lost hydrological connectivity, due to extractive activities.

The Roca-Corba creek, which caused flooding downstream of the clay quarries was partially diverted towards the quarry pit of Pastor I, by means of a rock downdrain, connected to a GeoFluv fluvial channel. The hydrological studies were carried out by using HEC-HMS. The hydraulic infrastructure (rock downdrain) was dimensioned with the Iber software.

As substrate for the vegetation, we used the available edaphic materials from old stockpiles. This enhanced edaphic conditions similar to those of the surroundings. The general aim was to generate a scarce vegetation cover to favor fauna associated with such environment. This has generated a more diverse mosaic within the land matrix, creating sub-desert habitats. The low quality of the materials used has contributed to achieve this objective.

As a pilot experience, in Aurora small patches of forest litter were applied to favor the occurrence of edaphic fauna from the initial moments of restoration.

In Pastor I, the dominant strategy has been the conservation of habitats obtained during exploitation. Actions have been applied to favor rupicolous species, based on maintaining the existing cliffs, adapting the earthworks calendar to the breeding periods, reducing anthropic disturbances and maintaining a minimum vegetation cover, with few revegetation interventions.



Arcillera Aurora. (A) esquema de la nueva red de drenaje diseñada; (B) vista 3D del diseño de Restauración Geomorfológica utilizando GeoFluv-Natural Regrade / Aurora quarry. (A) *Layout of the planned drainage network.* (B) *3D view of the GeoFluv – Natural Regrade geomorphic design.*



Bajante que conecta el barranco de Roca-corva con el hueco de Pastor I / Rock downdrain that connects the Roca-corba creek with the Pastor I pit

RESULTADOS ALCANZADOS

Se han restaurado ecológicamente dos huecos mineros ya explotados, Aurora y Pastor I, estableciendo un procedimiento de recuperación geomorfológica, hidrológica, de suelos, de vegetación y de hábitats para la fauna que ha sido transferido a una arcillera activa (Pastor II), con potencial para ser replicado en otras explotaciones mineras, activas y abandonadas.

En Aurora, los matorrales mediterráneos poco densos de lentiscos (*Pistacia lentiscus*), romeros (*Rosmarinus officinalis*) y acebuches (*Olea europea* var *sylvestris*), completados con estratos bajos de boja (*Santolina chamaecyparissus*) y albaida (*Anthyllis cytisoides*) generan un espacio donde las poblaciones de jilguero (*Carduelis carduelis*) y abejaruco (*Merops apiaster*) se han visto potenciadas. La combinación de ambientes terrestres y acuáticos proporciona una biodiversidad mucho mayor al conjunto. La conservación de la calidad de la laguna cercana a Aurora ha mantenido la presencia del zampullín chico (*Tachybaptus ruficollis*), ánade azulón (*Anas platyrhynchos*) y gallineta (*Gallinula chloropus*) en la zona.

En los parches con mantillo forestal se mantiene la fauna del suelo original.

En Pastor I, el desarrollo de una laguna espontánea al finalizar la explotación ha favorecido ambientes para especies rupícolas como el roquero solitario (*Monticola solitarius*), colirrojo tizón (*Phoenicurus ochruros*), collalba rubia (*Oenanthe hispanica*), collalba negra (*Oenanthe leucura*) o la golondrina dáurica (*Hirundo daurica*), y especies acuáticas como el zampullín chico (*Tachybaptus ruficollis*), el ánade azulón (*Anas platyrhynchos*) y la gallineta (*Gallinula chloropus*).

Todo el conjunto minero potencia la presencia de aves rapaces de interés como el cernícalo, el águila perdicera, el águila calzada, el azor, el busardo ratonero y el águila culebrera, que tienen en la zona espacios para la caza. Las lagunas también tienen interés para las aves migratorias y actúan como zonas de reposo entre sus largos recorridos.



Aurora. Izquierda: Matorrales mediterráneos poco densos de lentisco (*Pistacia lentiscus*) y romeros (*Rosmarinus officinalis*). Derecha: Romero (*Rosmarinus officinalis*).

Aurora. Left: Sparse Mediterranean thickets of mastic (*Pistacia lentiscus*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*). Right: Rosemary (*Rosmarinus officinalis*).

ACHIEVED RESULTS

Two quarry pits already exploited, Aurora and Pastor I, have been ecologically restored, establishing a procedure for the recovery of the geomorphology, hydrology, soils, vegetation and fauna habitats that has been transferred to an active clay quarry (Pastor II), with potential for being replicated at many other mined lands, either active or abandoned.

*In Aurora, the sparse Mediterranean thickets of mastic (*Pistacia lentiscus*), rosemary (*Rosmarinus officinalis*) and wild olive trees (*Olea europea var sylvestris*), together with low layers of *Santolina chamaecyparissus* and *Anthyllis cytisoides*, generate a space where the goldfinch (*Carduelis carduelis*) and bee-eater (*Merops apiaster*) populations have been enhanced. The combination of terrestrial and aquatic environments enhances greater biodiversity. The conservation of the quality of the lagoon near Aurora has maintained the presence of the little grebe (*Tachybaptus ruficollis*), mallard (*Anas platyrhynchos*) and common moorhen (*Gallinula chloropus*) in the area.*

In the patches with forest litter, the original edaphic fauna is maintained.

*In Pastor I, the development of a spontaneous lagoon at the end of the exploitation has favored a combination of environments appropriate to rock species, such as the blue rock thrush (*Monticola solitarius*), black redstart (*Phoenicurus ochruros*), black-eared wheatear (*Oenanthe hispanica*), black wheatear (*Oenanthe leucura*) or the swallow (*Hirundo daurica*), and to aquatic species such as the little grebe (*Tachybaptus ruficollis*), mallard (*Anas platyrhynchos*) and common moorhen (*Gallinula chloropus*).*

The entire mining complex enhances the presence of birds of prey of interest such as the kestrel, the Bonelli's eagle, the booted eagle, the goshawk, the buzzard and the short-toed eagle, which have spaces for hunting in the area. The lagoons are also of interest to migratory birds and act as resting areas between their long journeys.



Secuencia temporal de varias fotografías aéreas oblicuas de Pastor I / Time-lapse sequence of several oblique aerial photos of Pastor I



Secuencia temporal de varias fotografías aéreas oblicuas de Aurora / *Time-lapse sequence of several oblique aerial photos of Aurora*

BENEFICIOS ECONÓMICOS Y AMBIENTALES

El proyecto LIFE ECORESTCLAY ha permitido demostrar que cuando la restauración geomorfológica se incorpora inicialmente, junto con el plan de explotación minero, los costes de restauración se reducen significativamente. Ello es debido a que la extracción se realiza de acuerdo con el diseño final de geoformas de la restauración, de modo que el coste de remodelado topográfico de la restauración "se elimina". Es decir, en un modelo de restauración convencional, tras la explotación, es preciso realizar un remodelado del terreno, mientras que en un modelo geomorfológico ese paso no es necesario. Para ambos modelos, geomorfológico y convencional, los costes de reposición de suelos y revegetación son los mismos. Esta conclusión se ha obtenido tras la integración de un diseño de restauración geomorfológica en el plan de explotación de Pastor II, de modo que esta arcillera se explotará, desde el inicio, sobre la base del diseño topográfico geomorfológico.

En el ámbito ecológico, la gestión de materiales disponibles en la explotación, adaptando su calidad a los objetivos de la restauración en un territorio, abre un abanico de posibilidades poco exploradas aún. Ralentizar la sucesión vegetal utilizando materiales de baja calidad puede ser una buena opción para mantener hábitats semidesérticos durante largos periodos de tiempo.

La creación de mosaicos ofrece también amplias posibilidades para fomentar una mayor biodiversidad local y regional, ampliando zonas de campeo para rapaces y de descanso para aves de paso.

En el ámbito social, el espacio ha despertado interés, y la participación de la población en diferentes actividades realizadas ofrece también una buena plataforma para potenciar usos respetuosos del espacio, tanto a nivel ambiental como económico.

ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL BENEFITS

The LIFE ECORESTCLAY project has demonstrated that when geomorphological restoration is initially incorporated, along with the mining plan, restoration costs are significantly reduced. This is because extraction is carried out in accordance with the final geoform design of the restoration, so that the cost of topographical remodelling of the restoration is "eliminated". In other words, in a conventional restoration model, after extraction, a remodelling of the terrain is required, while in a geomorphological model this step is not necessary. For both models, geomorphological and conventional, the costs of soil replacement and revegetation are the same. This conclusion has been reached after the integration of a geomorphological restoration design in the Pastor II exploitation plan, so that this clay will be exploited, from the beginning, on the basis of the geomorphological topographical design.

Translated with www.DeepL.com/Translator (free version) In the ecological sphere, the management of materials available on the farm, adapting their quality to the objectives of restoration in a territory, opens up a range of possibilities that have not yet been explored. Slowing down plant succession using low-quality materials can be a good option to maintain semi-desert habitats for long periods of time.

The creation of land mosaics offers ample possibilities to promote greater local and regional biodiversity, expanding range areas for raptors and resting areas for birds of passage.

In the social sphere, the space has aroused interest, and the participation of local people in different activities carried out also offers a good platform to promote respectful uses of the space, both environmentally and economically.



En la fase final de restauración de la arcillera Aurora, se combinaron explotación y restauración. Este procedimiento fue transferido a Pastor II, desde el principio de su explotación / *At the end of the Aurora clay quarry, exploitation and restoration were combined. This procedure was transferred to the Pastor II clay quarry, from the beginning of its exploitation.*

TRANSFERENCIA DE LOS RESULTADOS DEL PROYECTO

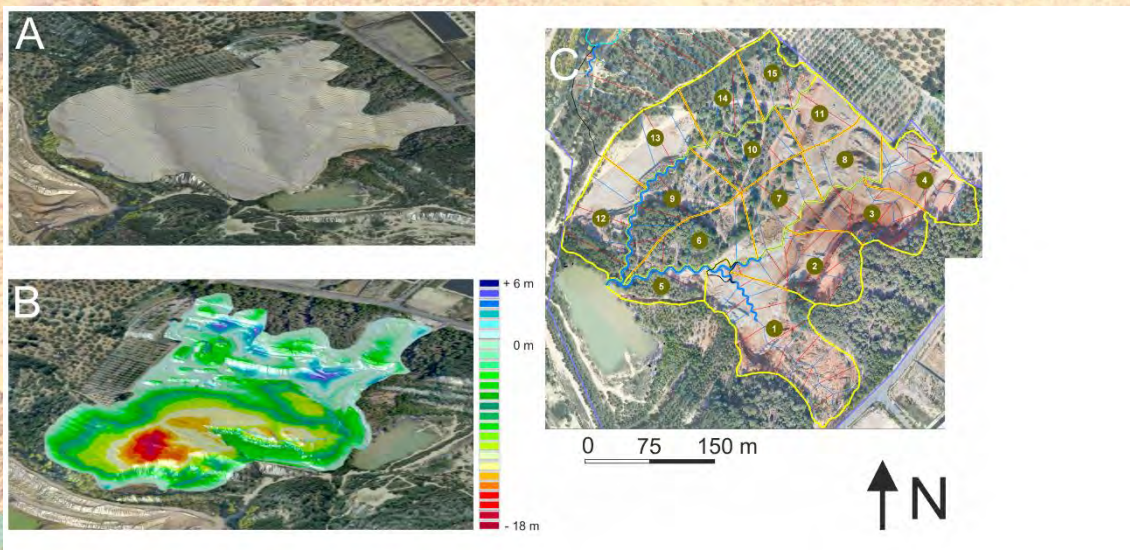
El procedimiento para la recuperación geomorfológica, hidrológica, de suelos, de vegetación y de hábitats para la fauna de ECORESTCLAY será transferido a otras explotaciones mineras, activas y abandonadas. Uno de los principales elementos de transferencia es la restauración geomorfológica progresiva, según la cual la configuración morfológica de la restauración emerge a medida que el proceso de excavación progresa, resultando en un movimiento de tierras eficiente.

Una de las mejores formas para realizar esta transferencia es realizar un manual para su difusión a través de las administraciones responsables y asociaciones del sector, que se está promoviendo ya.

TRANSFERABILITY OF PROJECT RESULTS

The procedure for the recovery of the geomorphology, hydrology, soils, vegetation and fauna habitats of ECORESTCLAY will be transferred to other mined lands, either active or abandoned. One of the main transferable project results is the progressive geomorphic restoration, in which the general shape of the restoration landform to emerge as the excavation process progresses as efficient earth movements

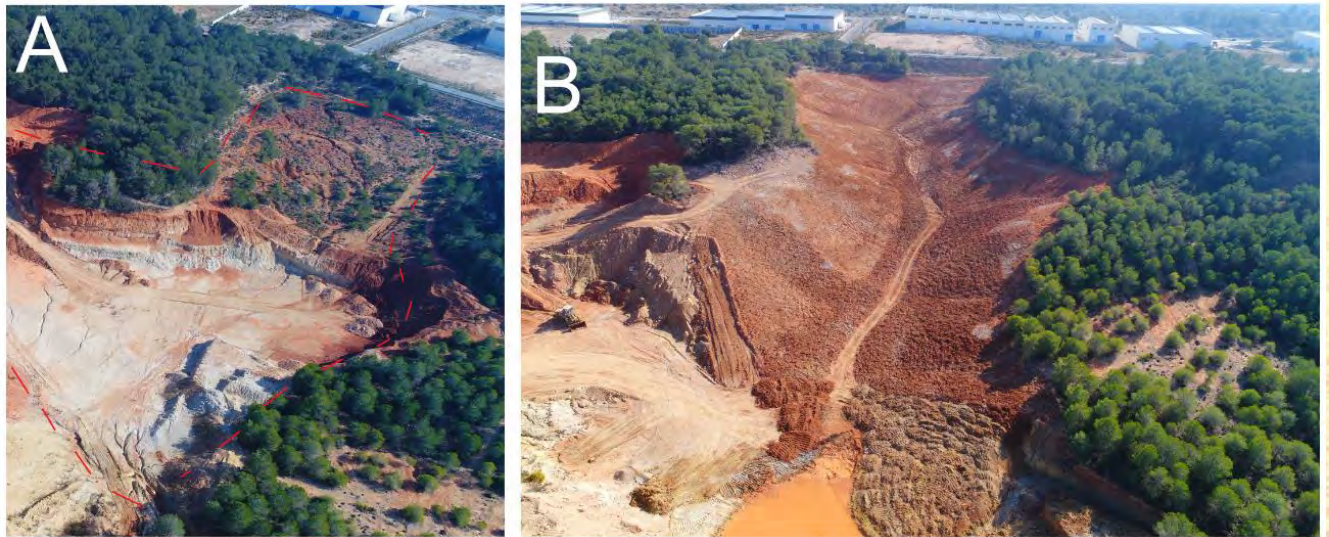
One of the best ways to carry out this transfer is to produce a manual for dissemination through the administration bodies and associations of the sector, which is already being promoted.



Pastor II. (A) Vista 3D del diseño de restauración geomorfológica sobre ortofoto. (B) profundidades y espesores de excavación (desmonte) y relleno (terraplén) del diseño final de restauración, en comparación con la topografía actual (categorías de 1 metro). (C) Plan por fases de explotación-restauración. Las líneas rojas son divisorias (líneas curvas) o vaguadas (líneas rectas). Cada número identifica un polígono (líneas amarillas), que están siempre delimitadas por divisorias principales, secundarias y cauces fluviales. De esta manera, cuando se construyen, no reciben escorrentía de zonas no restauradas. La explotación-restauración del polígono 1, una cuenca hidrográfica independiente, fue completada en enero de 2020.

/ Pastor II. (A) 3D view of the geomorphic design of Pastor II on orthophoto. (B) Cut and fill depths of the final designed topography compared with the existing one (1-m categories). (C) Staged exploitation-restoration plan. Red lines are either main ridges (curved) or subridges (straight) and blue lines are either fluvial channels

(meandering or zig-zag) or swales (straight). Each number identifies a polygon (yellow lines) which is always delimited by ridges, subridges and fluvial channels, so that when constructed, they do not receive runoff from unreclaimed areas. The exploitation-restoration of polygon 1, an independent watershed, was completed in January 2020.



Pastor II. (A) vista aérea oblicua – punto de partida, Febrero de 2019. (B) Fotografía aérea oblicua después del proceso de restauración geomorfológica, en Enero de 2020. Nótese que el cauce principal no ha sido completado aún, pues en el momento de la fotografía está siendo usado como una pista de acceso para las labores de revegetación / Pastor II. (A) Oblique aerial view — starting point in February 2019. (B) Oblique aerial photo after geomorphic restoration, in January 2020. Note that the main channel is not completed yet, which is being used as a road access for revegetation.

PRINCIPALES HITOS DEL PROYECTO

Las restauraciones ecológicas del proyecto LIFE ECORESTCLAY han sido objeto de importantes reconocimientos.

- 1) Obtuvieron en el año 2018 el primer premio de Buenas Prácticas Operacionales e Iniciativas – Mejores Técnicas Disponibles, y fue seleccionada para los Premios Europeos UEPG 2019, en el marco de los X Premios Nacionales FdA de Desarrollo Sostenible en canteras y graveras. Más información - <https://www.aridos.org/fallados-los-x-premios-nacionales-fda-de-desarrollo-sostenible-en-canteras-y-graveras/>
- 2) Fueron distinguidas en los Premios Europeos de Desarrollo Sostenible 2019, convocados por la UEPG -la Asociación que reúne a los principales fabricantes de áridos de la Unión Europea- con la Mención Especial a la Mejor Práctica en Innovación.
- 3) El proyecto ECORESTCLAY ha sido reconocido como ejemplo de buenas prácticas en Restauración Ecológica en Minería por la Fundación Biodiversidad (Mola, I., Sopeña, A. y Torre, R. (eds.), 2018. Guía Práctica de Restauración Ecológica, Fundación Biodiversidad, Madrid).
- 4) Ha contribuido a que la Unión Europea reconociera la restauración geomorfológica como Mejor Técnica Disponible (MDT) para la gestión de residuos de la industria extractiva (JRC, 2018. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from the Extractive Industries in accordance with Directive 2006/21/EC. Joint Research Centre, European Commission; EUR 28963 EN; Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/35297>. JRC109657.)
- 5) A nivel ecológico, un hito importante fue la aparición de la collalba negra en Pastor I, que despertó interés en el ámbito ornitológico, con visitas de expertos y aficionados a lo largo del proyecto. La adaptación del proyecto inicial y de las prácticas habituales en movimientos de tierras para conservar esta especie en la zona ha representado un reto importante, que pone de manifiesto que la sostenibilidad ambiental es posible.
- 6) A nivel social, un hito importante ha sido la participación de la población en actividades de difusión, y educación ambiental vinculadas al proyecto. Esto puede ser un aspecto clave para consolidar una política medioambiental más respetuosa con el entorno de acuerdo con la estrategia de “Pacto Verde” de la Comisión Europea.



Defined habitats

- Standing water
- Reed beds
- Open grassland with opportunistic plants
- Open calcareous garrigue with rosemary
- Pinewood of Aleppo pine, with rosemary and rockrose
- Tamarisk scrub
- Waste lands poorly vegetated
- Maquis of mastic and olive trees
- Slopes



Rosemary (*Rosmarinus officinalis*)



Mastic (*Purshia trichomanes*)



Pine yellowhead (*Pungitrus sp.*)



Tamarisk scrub



Maquis of mastic and olive trees



Little grebe (*Tachybaptus ruficollis*)



European bee-eater (*Merops apiaster*)



European turtle dove (*Streptopelia turtur*)



Common moorhen (*Gallinula chloropus*)



Red-legged partridge (*Alectoris rufa*)



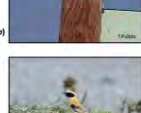
Common linnet (*Carduelis cannabina*)



Crested lark (*Galerida cristata*)



Sardinian warbler (*Sylvia melanocephala*)



Calit ros (*Oenanthe hispanica*)



Defined habitats

- Standing water
- Reed beds
- Open grassland with opportunistic plants
- Open calcareous garrigue with rosemary
- Pinewood of Aleppo pine, with rosemary and rockrose
- Tamarisk scrub
- Waste lands poorly vegetated
- Maquis of mastic and olive trees
- Slopes



Rosemary (*Rosmarinus officinalis*)



Mastic (*Purshia trichomanes*)



Pine yellowhead (*Pungitrus sp.*)



Tamarisk scrub



Maquis of mastic and olive trees



Little grebe (*Tachybaptus ruficollis*)



European bee-eater (*Merops apiaster*)



Black redstart (*Merulius sibilatrix*)



Mallard (*Anas platyrhynchos*)



European goldfinch (*Carduelis carduelis*)



Blue rock thrush (*Monticola solitarius*)



Common linnet (*Carduelis cannabina*)



Crested lark (*Galerida cristata*)



Sardinian warbler (*Sylvia melanocephala*)



Black wheatear (*Oenanthe isaura*)

MAIN MILESTONES OF THE PROJECT

The ecological restorations of the LIFE ECORESTCLAY project have achieved important recognitions:

- 1) They were awarded, in 2018, with the first prize of Good Operational Practises and Initiatives – Best Available Techniques- and were selected for the UEPG European Awards 2019, within the framework of the X National (Spanish) Awards FdA of Sustainable Development for quarries and gravel pits. More Information - <https://www.aridos.org/fallados-los-x-premios-nacionales-fda-de-desarrollo-sostenible-en-canteras-y-graveras/>
- 2) They were recognized within the European Awards of Sustainable Development, 2019, funded by the UEPG – European Aggregates Association, within Best Practises and Innovation.
- 3) Project recognized for best practises of Ecological Restoration in Mining by the Spanish Biodiversity Foundation (Mola, I., Sopeña, A. y Torre, R. (eds.), 2018. *Guía Práctica de Restauración Ecológica*, Fundación Biodiversidad, Madrid).
- 4) It made possible that the European Union would recognize the geomorphic restoration as one of the Best Available Techniques (BAT) for the Management of Waste from the Extractive Industries (JRC, 2018. *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Management of Waste from the Extractive Industries in accordance with Directive 2006/21/EC*. Joint Research Centre, European Commission; EUR 28963 EN; Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2760/35297>. JRC109657.)
- 5) On an ecological level, an important milestone was the appearance of the black wheatear in Pastor I, which aroused interest in the ornithological field, with visits from experts and other people throughout the project. The adaptation of the initial project and of the usual practices in earthworks to conserve this species in the area has represented a major challenge, which shows that environmental sustainability is possible.
- 6) At a social level, an important milestone has been the participation of the population in dissemination activities and environmental education related to the project. This may be a key aspect to consolidate an environmental policy that is more respectful of the environment in accordance with the “Green Deal” strategy of the European Commission.

