

## ACCIÓN C.2. Restauración de Vacies mineros

**Responsable de la acción:** Consejería de Agua, Agricultura, Ganadería, Pesca y Medio Ambiente (CARM).

**Estado de la acción:** Finalizada

**Resumen de las acciones:** la acción ha consistido en la restauración con el hábitat de *Tetraclinis* de 4 antiguos vacies mineros y 3 bocas-minas. Acción de la que depende la ejecución de la acción A1 y de la acción C4.

### Grado de ejecución de la acción y fuentes de verificación:

GRADO DE EJECUCIÓN	INDICADOR	FUENTE DE VERIFICACIÓN
100%	Superficie total de Vacies Minero a restaurar siguiendo el Modelo A (zona 1-A-Barranco de Magreros)- Trabajos de restauración realizados por la FSM y ANSE.	3.610 m <sup>2</sup> restaurados en zona 1-A de Barranco de Magreros.
100%	Superficie total de vacies Minero a restaurar siguiendo el Modelo B (zona 1-B y zona 1-C-Barranco de Magreros)- <b>Trabajos de restauración realizados por ANSE</b>	3.375 m <sup>2</sup> restaurados en zona 1-B y 500 m <sup>2</sup> restaurados en zona 1-C de Barranco de Magreros.
100%	Superficie total de Vacies Mineros restaurada en 3 unidades de bocaminas (antiguos polvorines): <b>trabajos de restauración FSM:</b> Bocasminas zonas 2-A y 2-B y <b>ANSE:</b> Bocasminas zona 2-C	15 m <sup>2</sup> restaurados en las 3 bocaminas: 275 m <sup>2</sup> (zona 2-A-Bocamina), 115 m <sup>2</sup> (zona 2-B-Bocamina) y 125 m <sup>2</sup> (zona 2-C-Bocamina)
100%	Nº total de planta del hábitat 9570* necesaria para la restauración de Vacies del Barranco de Magreros (Zona 1-A. “Modelo A”, Zona 1-B y Zona 1-C. “Modelo B”). <b>Trabajos de restauración realizados por la FSM y ANSE.</b>	385 individuos de <i>T. articulata</i> , 181 de <i>Rhamnus lycioides</i> , 156 de <i>P. lentiscus</i> , 161 de <i>O. europea</i> var <i>sylvestris</i> , 113 de <i>C. humillis</i> , 112 de <i>M. senegalensis</i> , 107 de <i>P. angustifolia</i> , 89 de <i>Q. coccifera</i> , 67 <i>W.frutescens</i> y 11 <i>T.canariensis</i> .
100%	Nº total de planta del hábitat 9570* necesaria para la restauración de Vacies en las 3 unidades de bocaminas: <b>trabajos de restauración FSM:</b> Bocasminas zonas 2-A y 2-B y <b>ANSE:</b> Bocasminas zona 2-C	25 individuos de <i>T. articulata</i> , 9 de <i>M. senegalensis</i> , 9 de <i>P. lentiscus</i> , 9 de <i>O. europea</i> var <i>sylvestris</i> , 9 de <i>C. humillis</i> , 9 de <i>Rhamnus</i> spp., 6 de <i>O. lanceolata</i> , 9 de <i>P. angustifolia</i> y 6 de <i>Q. coccifera</i> .
100%	<b>Instalación de cartelería</b>	<b>1 cartel indicativo de obras financiadas por el proyecto LIFE</b>

### Desarrollo actual, problemas y soluciones adoptadas:

Los trabajos de restauración de antiguas balsas mineras se han llevado a cabo a través de las ONGs: Fundación Sierra Minera (FSM) y Asociación de Naturalistas del Sureste Ibérico (ANSE), por lo que no se contrató a una empresa para las subacciones del proyecto.

Las obras fueron iniciadas el 18 de abril de 2017 en el depósito de residuos de lavado de mineral, situado en la zona del Barranco de Magreros. Dicha fecha estaba dentro del periodo de cese de obras por riesgo de incendio, debido a que se trataron de trabajos totalmente manuales por la fragilidad del terreno, con lo que no implicó riesgo alguno de incendio.

Antes de comenzar las acciones, FSM y ANSE propusieron una serie de modificaciones al proyecto durante la fase de revisión en diciembre de 2016 que fueron informadas a la Comisión Europea durante la visita realizada el 19 de enero de 2017, siendo incorporadas al proyecto de la acción C2 y que se entregó como anexo en el

## Informe Intermedio.

Durante la primera fase de inicio de obras FSM y ANSE realizaron una limpieza de inertes en la zona de actuación para a continuación ir construyendo las fajinas y banquetas con los sobrantes de las podas y clareos de pino carrasco realizados por la ejecución de la acción C1. Se realizó la retirada de inertes de forma manual, con ello se perseguía eliminar obstáculos y reducir riesgos de cara a las tareas de construcción de fajinas y posterior plantación.

Posteriormente, se llevó a cabo la adecuación de los caminos de acceso a las balsas mineras y la colocación del cartel indicativo de obras financiadas por el proyecto LIFE.

Seguidamente se procedió a la plantación de especies del hábitat de *Tetraclinis* mediante ahoyado realizado de forma natural, realizándose los siguientes trabajos:

- Preparación mediante ahoyado manual de unos 1400 hoyos de plantación enmendados con compost y astillas de pino.
- Plantación manual de unos 1400 ejemplares de 9 especies de plantas del hábitat de *T.articulata*.
- Protección frente a depredación mediante malla anti-herbívoros.
- Aplicación de un riego de implantación para favorecer el establecimiento de la vegetación, otro riego de supervivencia durante la época desfavorable y dos riegos socorro en verano.
- Señalización y protección de la balsa como área en restauración.
- Revisión del estado de la plantación tras el primer verano.
- Difusión de la acción C2 en jornadas y cursos.

La tarea de preparación mediante ahoyado manual de 740 hoyos de plantación enmendados con compost y astillas de pino se inició en diciembre de 2017 y finalizó la primera semana de enero de 2018. Se realizó íntegramente con el uso de aperos manuales (pico, pala, espadín), para evitar el tránsito de excavadoras o ahoyadoras mecánicas que pudieran dañar las plántulas silvestres de especies protegidas que ya habían colonizado la balsa. El ahoyado se realizó tanto en torno a las fajinas construidas como en los claros entre éstas, creando una distribución de hoyos (con dimensiones de 40x40 cm) más o menos homogénea en la superficie de la balsa.

La plantación manual de unos 1400 ejemplares de 9 especies del hábitat *Tetraclinis* se realizó la segunda quincena de enero, dándose por finalizada el 25 de enero de 2018. Se utilizaron plántulas de una savia de especies tales como *T. articulata*, *Maytenus senegalensis*, *Pistacia lentiscus*, *Olea europea var. sylvestris*, *Chamaerops humilis*, *Rhamnus lycioides*, *Periploca angustifolia*, *Quercus coccifera* y *Withania frutescens*. Para la plantación se utilizaron plantas autóctonas procedentes de los viveros de la CARM, del vivero de ANSE y de Viveros Muzalé.

Los plántulas se distribuyeron de manera aleatoria alrededor de las fajinas y en los claros entre éstas. La plantación se realizó manualmente con el uso de aperos de repoblación (azada, paleta, etc). Para ello se cubrió el lecho enmendado con unos 3L de sustrato excavado previamente del propio hoyo. A continuación se colocó el plantón, que fue cubierto con el resto del sustrato del propio hoyo. Finalmente, se realizó un pequeño alcorque en cada hoyo.

La protección frente a depredación mediante malla anti-herbívoros se realizó una vez realizada la plantación. Se observó durante los primeros días de febrero una actividad de herbivoría por parte de conejos, que desenterraron y ramonearon algunos plantones. Por ello se optó por proteger cada plantón con malla antiherbívoros de plástico, de 1 cm de luz. La malla se cortó in situ formando cilindros de 45 cm de altura y 30 cm de diámetro para proteger cada hoyo de plantación. Cada malla protectora fue anclada mediante tutores de bambú. Los hoyos de plantación de los dos pozos de la zona de polvorines también fueron protegidos con malla.

La aplicación del riego de implantación tras terminar las tareas de plantación el 25 de enero, no fue necesario debido a la entrada de una borrasca que dejó en la zona 27.2 litros m<sup>2</sup> entre el 25 y el 28 de enero. Esto permitió el riesgo natural y homogéneo de los plantones y dotó a la balsa en su conjunto de un tempero en profundidad que garantizó durante el inicio del invierno un porcentaje de humedad importante y de lenta evaporación, al coincidir con el periodo más frío del año. Por el contrario, si se realizó un riego manual de 8 litros por hoyo en los plantones de los taludes de pozo de la zona de polvorines al finalizar la plantación, el 31 de enero, puesto que dada la extrema porosidad del suelo y granulometría arenosa en estos taludes artificiales se observó una rápida desecación del perfil por la rápida percolación del agua de lluvia. Durante los meses siguientes de febrero a mayo la precipitación acumulada en la zona fue de unos 44 litros m<sup>2</sup>. Por ello se demoró el primer riego en la balsa del barranco de Magreros hasta el 24 de mayo, momento en que se llevó a cabo un riego con cuba y manguera por toda la balsa, recibiendo cada hoyo 8 litros de agua aproximadamente. El 25 de julio se realizó un primer riego de supervivencia en la balsa para facilitar el establecimiento durante el periodo estival. De esta manera se pretendía reducir el riesgo de muerte por desecación, debido a las altas temperaturas. La irrigación se llevó a cabo siguiendo el mismo procedimiento que el riego anterior. Finalmente, el 30 de agosto se realizó un último riego de supervivencia en la balsa.

Una vez finalizadas las tareas anteriores, se procedió a proteger los accesos a la balsa con una fajina perimetral de cierre de un metro de altura por un metro de anchura, para disuadir a paseantes y sobre todo ciclistas y motoristas de la entrada a la balsa. Hasta ese momento, el tránsito por la balsa fue casi diario, bien por descuido o intencionadamente, sobre todo en el caso de las bicicletas todo terreno, que gustan de circular por los taludes de las balsas en el conjunto de la Sierra Minera. La balsa fue señalizada mediante un panel explicativo de gran tamaño (100x80 cm), en el que se daba a conocer la acción C2 en el marco del LIFE *Tetraclinis* y dos carteles disuasorios de pequeño tamaño, que advertían de la presencia de una zona de restauración del hábitat de *Tetraclinis*. Ambos fueron colocados sobre rollizo en las antiguas sendas de acceso a la balsa.

Durante la segunda semana de noviembre de 2018 se procedió a evaluar el éxito de la restauración efectuada en la balsa y a comprobar la efectividad de las plantaciones y tareas de protección llevadas a cabo durante los meses anteriores. En primer lugar se evaluó la supervivencia de los plantones en el conjunto de la balsa. Tras el primer verano, la supervivencia total fue del 81,3%. Esta tasa varió entre especies, con valores mínimos para *Chamaerops humilis* (70,8%) y máximos para *Olea europaea* (94,4%). Por su parte *T.articulata* mantenía una supervivencia del 82,9%. Se consideran estos valores elevados para el conjunto de las especies, teniendo en cuenta el sustrato sobre el que se realizó la plantación. Tanto los tres riegos realizados, como el enmendado previo de los hoyos han contribuido a la consecución de estos resultados, que pueden considerarse exitosos hasta la fecha. Por ello, no se ha contemplado la reposición de marras, dado que el número de

ejemplares establecidos (1123 plantones) suponen para una superficie total de actuación de 7295 m<sup>2</sup>, el equivalente a una densidad de planta de 1539 individuos/ha, que puede considerarse alta para la mayoría de comunidades arbustivas y preforestales de ambientes mediterráneos semiáridos, como es el caso.

Especie	Plantones supervivientes	Plantones muertos	Supervivencia
<i>Tetraclinis articulata</i>	319	66	82.9
<i>Rhamnus lycioides</i>	134	47	74.0
<i>Pistacia lentiscus</i>	130	26	83.3
<i>Olea europaea</i>	152	9	94.4
<i>Chamaerops humilis</i>	80	33	70.8
<i>Maytenus senegalensis</i>	83	29	74.1
<i>Periploca angustifolia</i>	94	13	87.9
<i>Quercus coccifera</i>	66	23	74.2
<i>Withania frutescens</i>	56	11	83.6
<i>Tamarix canariensis</i>	9	2	81.8
<b>Total</b>	<b>1123</b>	<b>259</b>	<b>81.3</b>

Tabla 4. Supervivencia de plantones establecidos en enero de 2018 en la balsa barranco de Magreros, a fecha de noviembre de 2018. Se ha incluido *Tamarix canariensis*, especie no contemplada inicialmente en el proyecto, pero que se consideró idónea para ser plantada en fondos de cárcava y taludes, una vez evaluados los micrositios de plantación que ofrecía la balsa.

Por otro lado, se detectó la presencia de decenas de plántulas silvestres de varias especies (*Pinus halepensis*, *Ditricchia viscosa*, *Zygophyllum fabago*, etc.), que emergieron durante la temporada de establecimiento, junto a las fajinas construidas, lo que demuestra su utilidad para nuclear parches de vegetación silvestre, al actuar como trampas de semillas que ofrecen condiciones de humedad y temperatura más suaves que las de los claros de la balsa.

Durante el 2019, el Centro de Investigaciones sobre Desertificación (CIDE, CSIC-UV-GV) de Valencia coordinado con la UMU, realizó un seguimiento extra de supervivencia y estado de salud de la vegetación implantada (estado nutricional y concentración de metales) de las plantas introducidas en la balsa minera, así como una cuantificación del efecto facilitador de las fajinas sobre el establecimiento de plántulas silvestres. Fruto de todo esto han sido dos TFM:

- Evaluación del éxito de fajinas de restauración como facilitadoras del establecimiento vegetal en balsas de residuos de minería metálica.*  
 Master Universitario en Técnicas de Conservación de la Biodiversidad y Ecología.  
 Universidad Rey Juan Carlos.  
 Estudiante: Beatriz Oreja Araujo.  
 Tutor: Jose Antonio Navarro Cano.  
 Fecha de defensa: septiembre 2019.  
 Calificación: 9,05
- Efectos de la aplicación de tratamientos para la reducción del estrés edáfico sobre especies vegetales plantadas en balsas de residuos de minería metálica.*  
 Master Universitario en Técnicas de Conservación de la Biodiversidad y Ecología.  
 Universidad Rey Juan Carlos.  
 Estudiante: Marta Bindang Oná Mangué.  
 Tutor: Jose Antonio Navarro Cano.  
 Fecha prevista de defensa: junio 2020.  
 Título artículo en revisión: Oreja B, Goberna M, Verdú M, Navarro-Cano JA. Turning

logged wood into nursing objects for plant establishment in mining drylands (Under review) Journal of Environmental Management.

Por otro lado, el trabajo en las balsas mineras ha dado lugar a la colaboración del proyecto LIFE en el artículo “*Navarro-Cano, J. A., Goberna, M., & Verdú, M. (2019). Using plant functional distances to select species for restoration of mining sites. Journal of Applied Ecology, 56(10), 2353-2362*”.

Se evaluó además el funcionamiento de las 26 banquetas creadas a lo largo del drenaje de la meseta para reducir la fuerza erosiva del agua de escorrentía y retener sedimentos. Además, se procedió a la revisión del estado y funcionamiento del resto de obras contempladas dentro de la acción C2 puso de manifiesto la necesidad de reponer unas 95 mallas desancladas o desaparecidas, así como el refuerzo de algunos sectores de la fajina perimetral disuasoria, que habían sido eliminadas o reducidas por el tránsito de personal ajeno a la restauración. Estas obras de reparación se realizaron durante diciembre de 2018.

Cabe destacar que la presente acción va a servir como modelo de replicabilidad en el Plan para la Recuperación Ambiental de los suelos afectados por la Minería (PRASAM) que el Consejo de Gobierno de la Región de Murcia presentó para el periodo 2018-2028. Dicho Plan pretende abordar una treintena de acciones relacionadas con la contaminación ambiental de emplazamientos mineros abandonados en la Región de Murcia. Las acciones ponen su atención en la mejora ambiental de estos entornos y la minimización de riesgos aplicando los criterios del *Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados*.

La variación experimentada en la calidad del hábitat, tras las actuaciones efectuadas en el entorno de la balsa minera es del 242.74%, si bien sigue encontrándose en un estado de calidad considerado como “Desfavorable-Malo”. Este hecho resulta fácilmente explicable, ya que el sustrato de plantación se compone de estériles mineros y en ningún caso debería considerarse como hábitat de calidad para *T. articulata*. Sin embargo, resulta esperanzador que las actuaciones hayan cambiado el signo del CHT de negativo a positivo ( de -1.24 a 1.77) y que su valor final se encuentre próximo a un cambio de estado (a partir de 2 se consideraría como “Desfavorable-Inadecuado”).

### Calendario de ejecución:

Calendario	2014			2015				2016				2017				2018				2019			
	Jun	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Previsto																							
Final																							

### Nº unidades ejecutadas/Hitos/Productos:

Producto /Hito	Nombre del producto/hito	Fecha del proyecto	Fecha prevista Informe Inicial	Fecha prevista Informe de Progreso n°1	Fecha prevista para el Informe Intermedio	Fecha prevista para el Informe de Progreso n°2	Entrega real del producto o Inicio/Final de Hito
Hito	Inicio de la ejecución del proyecto C2	15/10/2015	15/10/2015	15/10/2016	08/04/2017		-
Hito	Final de la ejecución del proyecto C2	31/03/2017	31/03/2017	31/03/2017	30/03/2018		15/12/2018

**Fotografías:**



Bocas minas



*Tetraclinis articulata* plantado en Bocas minas



Plantaciones en bocas minas



Plantaciones en Barranco de Magreros



Cartelería Barranco de Magreros