

# INVESTIGACIÓN EN MARCHA

TESIS DOCTORAL  
CURSO 2022-23

DOCTORADO EN  
MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE



PROGRAMA DE DOCTORADO EN  
MEDIO AMBIENTE Y SOSTENIBILIDAD



# Doctorando:

## M<sup>a</sup> Ángeles Peñaranda Barba

Directora o director (es): IGNACIO GÓMEZ LUCAS

Codirectora: VIRGINIA ALARCÓN MARTÍNEZ

Tutor o tutora: JOSÉ NAVARRO PEDREÑO

Departamento/Centro/Instituto: AGROQUÍMICA Y MEDIO AMBIENTE



## 1. FINALIDAD TESIS

### 1.1.Objetivo General:

La presente tesis tiene como **objetivo general** el estudio y análisis de las Correcciones y restauración de espacios mineros de materiales destinados a la construcción en la comarca del noroeste de Murcia.

### 1.2.Objetivos específicos:

Los **objetivos específicos** alcanzados son:

- La aplicación de medidas preventivas y correctoras en la actividad minera y a posteriori de la misma.
- La propuesta de las medidas viables de restauración en la zona de estudio a través de un sistema de gestión de mitigación de impactos.

Los **objetivos específicos** a alcanzar son:

- El estudio y análisis de datos de una cantera situada al SO de Cehegín, en Murcia.

## 2. METODOLOGÍA Y ESTADO ACTUAL

Ya han sido publicados dos artículos en revistas, uno en el año 2020 llamado **“Methods of soil recovery in quarries of arid and semiarid areas using different waste types”** publicado en la revista Spanish Journal Soil Science que se encuentra en un Q3 y el otro en el año 2021 llamado **“Mitigation of environmental impacts in ornamental rock and limestone aggregate quarries in arid and semi-arid areas”** , publicado en la revista Global Journal of Environmental Science and Management (GJESM) que actualmente se encuentra en un Q1.

Este año se ha desarrollado un tercer artículo, el cuál ya está casi terminado a falta de obtener el resultado final del análisis de varianza y analizar lo resultados.

Para su desarrollo se han investigado y analizado entre otros, artículos de revistas de alto impacto, algunos libros sobre impacto ambiental en canteras y evaluaciones de impacto ambiental de canteras en zonas áridas y semiáridas y se le ha dado un matiz agro para que tras la aplicación de enmiendas el suelo pueda usarse en la agricultura.

Se ha elaborado una introducción analizando artículos de los últimos 5 años enfocada en la regeneración del medio y la restitución de las funciones ecosistémicas de los suelos, para ello es necesario la rehabilitación y la adición de enmiendas, favoreciendo así la economía circular y teniendo en cuenta la estrategia cero residuos.

Actualmente, se están analizando los datos que tenemos disponibles sobre la caracterización físico-química de una cantera situada al SO de Cehegín, en Murcia, la intención es publicar este último artículo este mes de julio para finalizar con calidad la tesis doctoral.

## METODOLOGÍA Y ESTADO ACTUAL

**Ubicación:** SO Cehegín, Murcia 38° 4'42.47"N, 1°48'23.65"O

**Litología:** estratos de calizas grises y rojas intercalándose con algunas margas rojas, y, calizas y calizas con sílex pertenecientes a la formación Veleta dónde todas las anteriores se superponen a calizas grises pertenecientes a la formación Zegrí (Toarciense-Domeriense).

**Clima:** mediterráneo (Csa) con verano caluroso.

**Uso del suelo:** agrícola de secano y de monte.

**Zona:** en uno de los cuatro frentes de la cantera,  
Banco: 8,2 m de altura y 105 m de longitud.

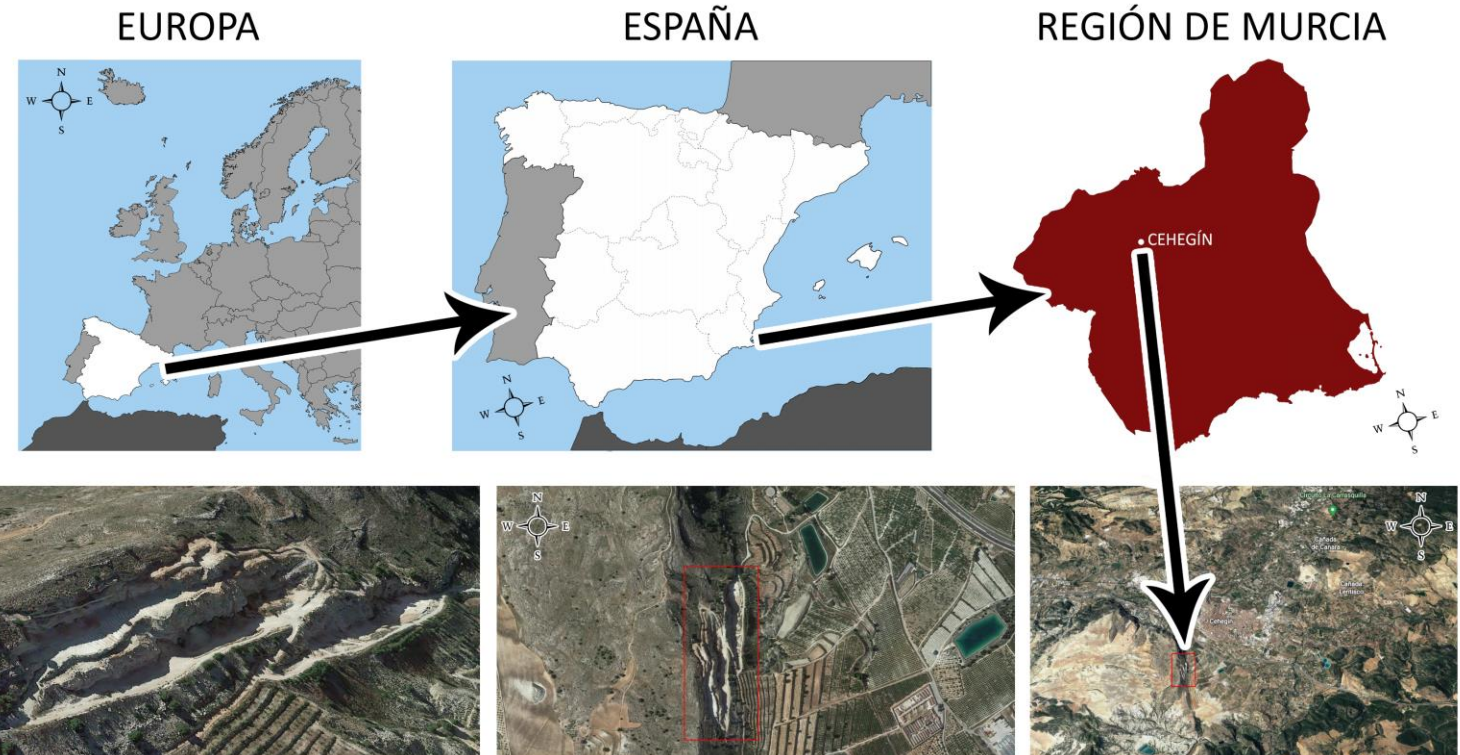
### Procedimiento:

Planificación y selección de la zona de estudio.

Recopilación de información.

Diseño de las parcelas.

Análisis de laboratorio y de resultados.



## METODOLOGÍA Y ESTADO ACTUAL

### Estado de la cantera al inicio de los trabajos:

Con estériles de otros frentes y terreno irregular con presencia de badlands.

### Preparación de la cantera:

Retirar materiales que no se van a utilizar.

Nivelar la parcela tapando los badlands .

Canalizar aguas hacia los laterales.

Ataluzar la parte baja del frente.

Aporte de 380m<sup>3</sup> de tierra vegetal procedente de desmontes de la zona de forma horizontal para no favorecer la erosión, con un espesor de 20cm, quedando así una parcela de 2500m<sup>2</sup>.

División de la zona en 55 parcelas de 5x4 m con una separación de 1m.

Los tratamientos se colocaron sobre la capa superficial del suelo y se mezclaron de 0 a 20 cm con la tierra vegetal. Las parcelas a las que no se aplicaron enmiendas también se mezclaron de 0 a 20 cm con tierra vegetal.

Se realizaron **4 tratamientos** y cada uno se aplicó a **11 parcelas**:

- Abono inorgánico N-K-P-15-15-15 a 1kg por parcela.
- Purines de cerdo a 5,4kg por parcela.
- Residuos de poda a 60kg por parcela.
- Compost de RSU a 60kg por parcela.
- El resto de parcelas se han dejado en blanco para controlar la evolución natural.

## METODOLOGÍA Y ESTADO ACTUAL

### **Toma de muestras:**

Tras la aplicación de los tratamientos se realizaron 3 tomas de muestras,

- a) la primera a los 2 meses;
- b) la segunda a los 4 meses;
- c) el tercer muestreo a los 9 meses.

El muestreo se realizó a una profundidad de 10 cm.

No se realizó análisis inicial de los suelos ya que estaban cubiertos con carbonato cálcico.

### **Métodos de análisis de suelo:**

Humedad: método gravimétrico.

PH: solución suelo/agua y suelo/KCl 1M (relación 1:2.5 p/v), midiendo con un pH-metro por método potenciómetro.

CE: suelo/agua (1:5 p/v).

CaCO<sub>3</sub>: método del calcímetro volumétrico de la FAO.

Clase textural: clase textural se midieron con el método de Bouyoucos, basado en la ley de Stokes.

Materia orgánica: se determinó en los suelos por la combustión de materia orgánica transformada a CO<sub>2</sub> a altas temperaturas.

Ca, Mg, K y Na: método descrito por la FAO, se utiliza acetato de amonio 1N a pH 7.

Fe, Cu y Zn: Método DTPA-TEA.

### 3. RESULTADOS PRIMER ARTÍCULO

En la Región de Murcia, se encuentran abundantes explotaciones mineras abandonadas en las que no se ha llevado a cabo un proceso de restauración, y existen otras que disponen de un plan de restauración que no ha conseguido la adecuada rehabilitación del suelo. Existe una preocupación internacional para promover el desarrollo sostenible, la reutilización de residuos y la exigencia en la Unión Europea y España para que se lleve a cabo un plan de restauración de las explotaciones mineras.

La producción de **residuos** constituye un gran problema, se buscan maneras de reutilizarlos en las que no contaminen al medio ambiente y reintroducirlos en la actividad económica. Por ello se han recopilado técnicas que han dado resultados satisfactorios en la restauración de espacios mineros utilizando diversos residuos.

Los residuos de canteras analizados fueron compost de RSU, lodos de aguas residuales, residuos de mármol, purines de cerdo, estiércol de cerdo y mantillo y la interacción entre algunos de ellos. Las principales conclusiones que se obtuvieron fueron que la contaminación es un factor limitante para el uso de residuos y que el aumento de la materia orgánica del suelo, la mejora de la revegetación y el aumento de la capacidad de retención del agua son los elementos más destacables en un medio árido y semiárido como es la Región de Murcia.



### 3. RESULTADOS SEGUNDO ARTÍCULO

Se han analizado estudios de evaluación de impacto ambiental de rocas ornamentales y áridos de la Región de Murcia para identificar los impactos negativos en el entorno.

De acuerdo con estos estudios analizados, se ha calculado la importancia de los impactos ambientales más significativos, indicando si los impactos son críticos, severos, moderados o compatibles, y en base a ello se han propuesto conjuntamente medidas preventivas y correctoras en un sistema de gestión de mitigación de impactos basado en diagramas de flujo que servirá para aplicar y controlar más fácilmente estas medidas, con el fin de evitar que causen daños significativos o irreversibles al medio ambiente. Analizando estas medidas, se ha observado que el 90% de las medidas aplicadas para controlar los diferentes factores ambientales negativos en este tipo de canteras son las mismas.

Como conclusión se obtiene que los sistemas de extracción minera a cielo abierto tienen una serie de características similares que permiten establecer un enfoque sistemático al analizar los impactos. Con el uso de diagramas de flujo, es más fácil aplicar medidas para reducir los impactos ambientales y además, estos diagramas, permiten al mismo tiempo la fácil incorporación de actualizaciones por cambios normativos.

Estos **diagramas** son para: **reducir el polvo** en carreteras y lugares de trabajo, **reducir el ruido y las vibraciones**, **controlar el material de rechazo**, **controlar y reducir otros residuos** de canteras, **controlar el topsoil**, **reducir aceites y lubricantes**, **mejorar las áreas perturbadas** y **reducir el impacto** del paisaje, fauna y flora y para **mejorar la seguridad y salud** de los trabajadores.

## 4. ACCIONES DE FUTURO

Terminar el tercer artículo para que aporte calidad a la tesis.

Se pretende es este mes de julio presentar el tercer artículo el cual se están analizando los datos físicos químicos, que se tienen de una cantera del noroeste de Murcia, situada en Cehegín, con un análisis de varianza. Una vez realizado este análisis se presentarán los resultados y se discutirán. El resto del artículo ya está realizado y adecuado a la revista.

La revista en la que se pretende hacer la publicación se llama AgriEngineering.

Se pretende realizar la lectura de la tesis este próximo curso 2023-2024.