

CONDEGRES

VII Simposio Nacional sobre Control de la Degradación y Restauración de Suelos

Bilbao, 23 al 26
de junio de 2015



2015
Año Internacional
de los Suelos

Libro de Comunicaciones

Sesiones 2015:

00 - Conferencia inaugural

01 - Degradación, erosión y desertificación

02 - Secuestro de carbono y cambio global

03 - Contaminación de suelos

04 - Manejo, conservación y restauración de suelos

Editado por:

Ana Aizpurua Insausti
Gerardo Besga Salazar
Susana Virgel Mentxaka

NEIKER-Tecnalia

1ª edición año 2015
ISBN: 978-84-606-9409-0

Organizan:

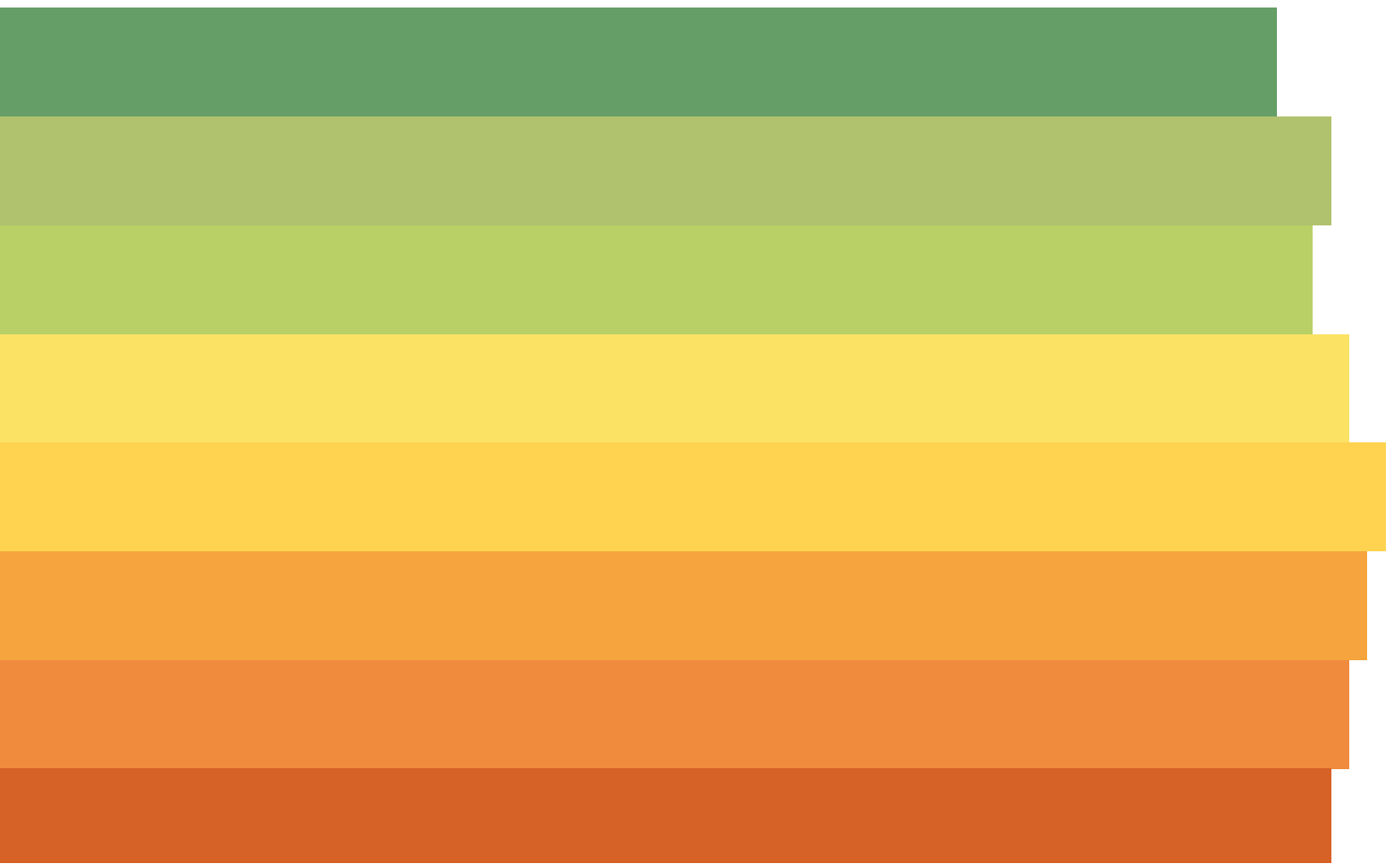


Colaboran:



Patrocinan:





COMITÉ ORGANIZADOR

NEIKER

Ana Aizpurua
Ander Arias
Gerardo Besga
Alex Fernández
Carlos Garbisu
Nahia Gartzia
Iranzu Telletxea
Susana Virgel

UPV/EHU

Unai Artetxe
Jose M^a Becerril
Arturo Elozegi
Antonio Hernández

IHOBE

Ana Alzola
Leire Escolar

GOBIERNO VASCO

María Isabel Martínez

EUSKAMPUS

Jordi Canpas

AYTO. DE VITORIA-GASTEIZ

Juan Vilela

AYTO. DE DONOSTIA

Iñaki Uranga

ECHASA

Eduardo Catón

COMITÉ CIENTÍFICO

NEIKER

Ana Aizpurua
Ander Arias
Gerardo Besga
Lur Epelde
Carlos Garbisu
Nahia Gartzia
Susana Virgel

SECS

Josep M^a Alcañiz
José Álvarez
Carmen Arbelo
David Badia
Ramón Bienes
Rosa Calvo de Anta
Pilar Carral
Montserrat Día
Jorge Mataix
Irene Ortíz
Ildefonso Pla
Jaume Porta
Antonio Rodríguez
Fernando Santos

UPV/EHU

Iñaki Antigüedad
Unai Artetxe
Jose M^a Becerril
António Hernández
Juan Manuel Madariaga
Manuel Soto

UNIVERSIDAD DE EXTREMADURA

Octavio Artieda

LAS EMISIONES DE CO₂ DEL SUELO PARA EVALUAR LA EFICACIA DE LA REMEDIACIÓN DE SUELOS CONTAMINADOS EN EL BIOXISOIL

FERNÁNDEZ ALONSO MJ, ORTIZ OÑATE C, GÓMEZ FERNÁNDEZ L, RUBIO SÁNCHEZ A

Dpto. Sistemas y Recursos Naturales, ETSI de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid. Campus Ciudad Universitaria, Avda. de las Moreras s/n, 28040, Madrid.
mj.fernandez@upm.es. Tel.: +34 913366377. Fax: +34 913365556

RESUMEN

La contaminación del suelo es un problema en Europa consecuencia de la incesante generación de residuos. El proyecto BIOXISOIL (LIFE+ 11/ENV/ES/505 BIOXISOIL) integra diferentes tecnologías biológicas y químicas para la remediación de un suelo contaminado por vertidos de hidrocarburos de petróleo. Simultáneamente con el desarrollo de las técnicas de descontaminación (biorremediación, fitorremediación y oxidación química *in-situ*) se está llevando a cabo una monitorización de las emisiones de CO₂ del suelo. Los primeros resultados muestran que las emisiones asociadas al tratamiento combinado de las tres técnicas son significativamente mayores a las producidas en los tratamientos individuales. Por otro lado, se observa que la temperatura del suelo incrementa significativamente dichas emisiones, mientras que la humedad del suelo se comporta como un factor limitante.

Palabras clave: Emisiones CO₂, biorremediación, fitorremediación, oxidación química *in-situ* (ISCO), contaminación por hidrocarburos.

INTRODUCCIÓN

En Europa existen más de 3 millones de emplazamientos potencialmente contaminados de los que aproximadamente 250.000 necesitan de una remediación urgente (Panagos et al. 2013) the European Commission has identified soil contamination as a priority for the collection of policy-relevant soil data at European scale. In order to support EU soil-management policies, soil-related indicators need to be developed which requires appropriate data collection and establishment of harmonized datasets for the EU Member States. In 2011-12, the European Soil Data Centre of the European Commission conducted a project to collect data on contaminated sites from national institutions in Europe using the European Environment Information and Observation Network for soil (EIONET-SOIL). En España el inventario nacional cifra en 4.532 los emplazamientos potencialmente contaminados, muchos de los cuales se encuentran ubicados en áreas protegidas. La terminal de suministro de combustible a navíos de La Clica (Arsenal de La Carraca) actualmente en uso por La Armada Española, ubicada en pleno Parque Natural de la Bahía de Cádiz, es un caso paradigmático de emplazamiento afectado por vertidos de hidrocarburos en un área natural de gran interés ambiental. El proyecto BIOXISOIL (www.bioxisoil.eu) tiene como objetivo combinar las tecnologías biológicas de remediación de suelos (fitorremediación y biorremediación) con el proceso químico de oxidación química *in-situ* (ISCO) en busca de sinergias que mejoren el rendimiento de la remediación y, a la vez, logren la restauración funcional del suelo sin comprometer la actividad militar actual.

El suelo es uno de los reservorios de carbono (C) terrestres más importantes ya que alberga el doble de la concentración de C que la atmósfera (Smith y Fang 2010), pero es también uno de los más sensibles a la actividad humana. La contaminación y la pérdida de biodiversidad reducen la capacidad de los suelos para actuar como sumidero de C y poder contrarrestar el calentamiento global. La principal salida de C del suelo se produce como consecuencia de la respiración autótrofa y heterótrofa, que tras la fotosíntesis, es la segunda fuente de emisión de CO₂ a la atmósfera, superando en más de 10 veces los flujos antropogénicos de la quema de combustibles fósiles (Raich y Tufekciogul 2000). Dada la importancia de estos flujos, el proyecto BIOXISOIL lleva a cabo la monitorización de las emisiones de CO₂ de los suelos de La Clica con el fin de valorar la eficiencia de la implantación de las tecnologías de remediación y de sus múltiples combinaciones. Con este registro se pretende tener una idea del rendimiento del proceso de la descontaminación y de la recuperación de las propiedades biológicas del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El emplazamiento afectado por los vertidos de hidrocarburos se localiza en El Arsenal de La Carraca (San Fernando, España). Los suelos son Entisoles originados sobre depósitos de marisma, con régimen de humedad ácuico, textura franco-arcillosa, pH 8,0 y salinidad elevada. Los contenidos de C total en los primeros 10 cm oscilan entre 2,7- 6,6 y los de N entre 0,08-0,12%. La concentración de hidrocarburos totales de petróleo es heterogénea, alcanzando 33,5 g/kg de suelo en las áreas más contaminadas. En los focos de contaminación se aplica el tratamiento de choque ISCO, que consiste en la inyección de peróxido de hidrógeno y un agente quelante a través de una red de pozos y piezómetros de control. La fitorremediación utiliza las especies *Populus nigra*, *Populus alba*, *Tamarix gallica*, *Pistacia lentiscus* y *Salix purpurea*. Se ha instalado una fitobarrera a base de tamarindos para evitar el flujo incon- trolado de contaminantes. La biorremediación promueve la atenuación natural estimulando la biodegradación de los contaminantes por los microorganismos del suelo mediante la adición de surfactantes, fertilizantes oleofílicos y aspersion. Se realizan combinaciones de las tres técnicas anteriores para la búsqueda de sinergias que favorezcan la remediación. Los flujos instantáneos de emisión de CO₂ del suelo son registrados estacionalmente en tres puntos permanentes por cada tratamiento mediante cámaras estáticas cerradas conectadas a un analizador infrarrojo de gases WMA-4 (PPSystems). Además, se miden las variables ambientales: presión atmosférica, humedad del suelo, temperatura media del aire y de los primeros 10 cm de suelo. Las emisiones de CO₂ de los distintos tratamientos en las primeras seis campañas de medida fueron contrastadas mediante ANCOVA, utilizando como covariables la temperatura y la humedad del suelo, y el lenguaje y el entorno de programación para análisis estadísticos R.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran picos de emisión de CO₂ tras la inyección del reactivo de oxidación en las parcelas ISCO que alcanzan los 278,82 mg C-CO₂·m⁻²·h⁻¹. El modelo utilizado para interpretar las emisiones en función del tipo de tratamiento es significativo (p-valor < 0,0001) y explica el 32% de la variabilidad de los flujos. La aplicación combina- da de las tres técnicas de remediación contribuye significativamente a incrementar las emisiones (p-valor < 0,0001). La plantación, tanto en el tratamiento de fitorremediación como en la fitobarrera, parece incrementar y estabilizar las emisiones en las distintas campañas de medida aunque con un nivel de significación menor (p-valor: 0,074 y 0,055). La temperatura y humedad del suelo interfieren en la cantidad de CO₂ emitida por el suelo en la mayoría de los tratamientos.

CONCLUSIONES

La combinación de los tres tratamientos biorremediación, fitorremediación e ISCO maximiza las emisiones de CO₂, lo que puede estar indicando un mayor rendimiento de la remediación. En la mayoría de los tratamientos la emisión de CO₂ se correlaciona positivamente con la temperatura, mientras que las condiciones ácuicas, que se producen en determinadas épocas del año, provocan ambientes reductores que limitan los flujos respiratorios de los suelos. Al finalizar el proyecto (septiembre 2016) se dispondrá de una visión más amplia de la evolución de las emisiones de CO₂, y se comprobará la verdadera reducción de los niveles de hidrocarburos presentes en el suelo.

REFERENCIAS

- Panagos P, Liedekerke M Van, Yigini Y, Montanarella L. 2013. Contaminated Sites in Europe: Review of the Current Situation Based on Data Collected through a European Network. *Journal of Environmental Public Health* 2013:1-11.
- Raich JW, Tufekciogul A. 2000. Vegetation and soil respiration: correlations and controls. *Biogeochemistry* 48:71–90.
- Smith P, Fang C. 2010. Carbon cycle: A warm response by soils. *Nature* 464:499–500.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto LIFE+ 11/ENV/ES/505 BIOXISOIL. Agradecemos la cooperación de los participantes: CIEMAT, AITEMIN y Armada Española.