



2022  
Lleida

27 · 1  
junio · juny  
julio · juliol

Cataluña  
Catalunya

## 8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a  
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**

8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

**Cataluña | Catalunya · 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022**

**ISBN 978-84-941695-6-4**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales



Organiza

## Gestión del riesgo de emisiones de gases de efecto invernadero en incendios forestales (Interreg Sudoe REMAS)

LERMA ARCE, V.<sup>1</sup>, ALEIX AMURRIO R.<sup>8</sup>, YAGÜE HURTADO, C.<sup>8</sup>, GIMENO GARCÍA E.<sup>2</sup>, CARBÓ VALVERDE E.<sup>2</sup>, RUIZ PEINADO R.<sup>3</sup>, LÓPEZ SENESPLEDA E.<sup>3</sup>, JALABERT S.<sup>4</sup>, PETILLON T.<sup>4</sup>, ACÁCIO V.<sup>5</sup>, MARQUÉS DUARTE I.<sup>5</sup>, CRUZ P.<sup>6</sup>, GUERREIRO T.<sup>6</sup>, MARTÍNEZ VALENCIA J.D.<sup>7</sup>, RODRIGUEZ RUBIO, B.<sup>7</sup>, y OLIVER VILLANUEVA J.V.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnologías de la Información Contra el Cambio Climático. ITACA. Universitat Politècnica de València.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones sobre Desertificación CIDE. Universitat de València.

<sup>3</sup>Centro de Investigación Forestal INIA-CSIC.

<sup>4</sup>Bordeaux Science Agro.

<sup>5</sup>Instituto Superior de Agronomía. Universidade de Lisboa.

<sup>6</sup>Câmara Municipal de Loulé.

<sup>7</sup>Diputación de Valencia.

<sup>8</sup>Asociación de Municipios Forestales de la Comunitat Valenciana.

### Resumen

Mientras que existen numerosas medidas de descarbonización económica y transición energética, apenas se considera el enorme riesgo de emisiones de gases de efecto invernadero acumulado en nuestros ecosistemas forestales. Directrices de prevención, gestión y actuación basadas en un conocimiento científico sólido, contrastado en diferentes ecosistemas sentarán las bases para iniciar un cambio significativo en las políticas y estrategias a nivel regional y europeo.

REMAS (2019 – 2022) es un proyecto cofinanciado por el Programa Interreg Sudoe a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) que, ante la proliferación de incendios forestales en la zona SUDOE, nace de la necesidad de cuantificar el riesgo de emisión de carbono, mediante un modelo de teledetección que vincula el carbono contenido en la biomasa aérea, subterránea y en el suelo.

REMAS desarrolla un modelo de cuantificación de dicho riesgo con cartografía de carbono almacenado y propone medidas de restauración que contemplen protocolos de actuación estandarizados como medidas post-incendio para minimizar el daño y potenciar la recuperación de los reservorios de carbono. Con ello y gracias a la cooperación interregional, se elaborará un Plan de acción transnacional para incluir el riesgo de emisiones en estrategias de planificación y gestión forestal sostenible en las regiones participantes, mejorando la coordinación y eficacia de los planes actuales.

### Palabras clave

Carbono, emisiones, incendios forestales, riesgo, cuantificación, modelo, prevención y gestión de riesgos.

### 1. Introducción

Los incendios forestales son la perturbación más común en los bosques mediterráneos (Schelhaas et al. 2003) que causan importantes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de la quema de biomasa forestal (CO<sub>2</sub>, CO, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub>) (Chiriaco et al. 2013). Existe una preocupación creciente respecto a la recurrencia y magnitud de los incendios forestales en los países del sur de Europa debido a la modificación del clima prevista y que se caracteriza por un aumento de las temperaturas y unas sequías estivales más severas (Beniston et al. 2007). Estos cambios, junto con las condiciones actuales de los bosques no gestionados, aumentan el riesgo de incendios forestales (Vilar et al. 2014). Cuando las condiciones climáticas son particularmente severas (por ejemplo, olas de calor o veranos muy calurosos y secos combinados con fuertes

vientos) los incendios pueden alcanzar proporciones catastróficas, los llamados megaincendios, que producen emisiones de GEI notables en la atmósfera (Chiriaco et al. 2013). Estos incendios forestales de alta intensidad dificultan la actuación de los dispositivos y esfuerzos de los equipos de extinción (Plana et al. 2016).

Las actuales políticas europeas apuestan por reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) como medida de lucha activa contra el Cambio Climático. A día de hoy, es obligatorio informar sobre las emisiones directas de la quema de biomasa en los sectores de la silvicultura y la agricultura según los requisitos de presentación de informes del Marco de las Naciones Unidas Convención sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y el Protocolo de Kioto (Chiriaco et al. 2013). Evitar la liberación de GEI por incendios forestales requiere de una prevención activa de los incendios forestales y gestión y restauración de carbono post-incendio (Plana et al. 2016). Por ello, es clave el considerar el Riesgo de Emisiones en el diseño de planes de prevención y en la toma de medidas en la restauración de sumideros en suelo y vegetación.

## 2. Objetivos

El proyecto REMAS “Gestión del riesgo de emisiones de gases de efecto invernadero en incendios forestales” cuantifica los reservorios de carbono en vegetación y suelos en los ecosistemas forestales más representativos del suroeste europeo, así como visibiliza la necesidad de gestión del riesgo de emisiones que estos conllevan. Sus objetivos son:

1. Cuantificar el riesgo de emitir a la atmósfera carbono contenido en los ecosistemas forestales por incendios forestales.
2. Proponer medidas de prevención de emisiones y mejorar la capacidad de acumular carbono tras un incendio.
3. Incluir el riesgo de emisiones de CO<sub>2</sub> en las estrategias de planificación y planes de prevención de incendios a nivel transnacional.

## 3. Metodología

El proyecto REMAS estudia la vulnerabilidad, el riesgo de emisión y la recuperación de carbono tras un gran incendio forestal en los ecosistemas forestales compuestos por las especies principales más representativas en cuatro regiones del Sudoeste europeo, concretamente:

- En Francia, Landes de Gascogne, el ecosistema de vegetación y suelos donde habita *Pinus pinaster* Ait. como especie principal.
- En España, el Parque Natural del Alto Tajo, el ecosistema de *Pinus sylvestris* L. y el ecosistema de *Pinus halepensis* Mill. en la Demarcación Forestal de Chelva.
- En Portugal, la Serra do Caldeirão con el ecosistema compuesto por las dehesas de *Quercus suber* L.

Dentro de estas regiones, se han elegido áreas piloto afectadas por grandes incendios forestales (el incendio de Andilla de 2012 en la Demarcación Forestal de Chelva, el incendio de Chequilla en 2012 en Guadalajara, el incendio Saint-Jean-d'Illac en 2015 en Landes de Gascogne y los incendios de Caldeirão, 2004 y Tavira, 2012, en la Serra do Caldeirão donde se ha analizado en parcelas experimentales, quemadas y no quemadas, la pérdida de carbono y su recuperación en el tiempo.

Por otra parte, se han aplicado tratamientos selvícolas en algunas de las parcelas quemadas para apoyar la fijación de carbono en masas menos densificadas y en estructuras más resilientes al fuego. Así mismo, se han reproducido fuegos de alta intensidad sobre parcelas experimentales en La Concordia (Lliria, Valencia) y en Serra do Caldeirão (Loulé, Portugal) para monitorizar la pérdida de carbono continua tras un incendio y su recuperación con la aplicación de técnicas de

restauración del carbono. Igualmente, se ha hecho un análisis de las mejores prácticas de restauración de carbono tras incendios.

Paralelamente, el proyecto REMAS está desarrollando un modelo de riesgo de emisiones de GEI con el que se pretende visibilizar dicho riesgo en el territorio, las emisiones que pueden liberarse de manera súbita con un gran incendio forestal e identificar las áreas de actuación prioritaria para reducir este riesgo de emisiones a nivel regional. En este sentido, se están analizando buenas prácticas que permitan reducir el riesgo de emisiones a través de actuaciones preventivas.

Como parte de este modelo, el proyecto REMAS propone, por una parte, metodologías innovadoras, a gran escala, de cuantificación de las existencias de carbono, tanto en vuelo como en suelo, a través de imágenes satélite, para cada especie principal en cada una de las regiones, evaluando el impacto de los incendios forestales sobre los reservorios de carbono y, por otra parte, una metodología, a escala de parcela, de cuantificación y monitorización de la fijación de carbono..

Por último, se han creado grupos de trabajo con diferentes organismos con competencias en materia de gestión y prevención de riesgos para la inclusión del riesgo de emisiones en las distintas políticas y planeamientos territoriales.

#### 4. Resultados y Discusión

En el transcurso del proyecto se ha calculado la vulnerabilidad de los ecosistemas a la pérdida de carbono a través de las variables exposición, severidad del fuego y resiliencia, calculadas por medio del histórico de los últimos 20 años en las regiones de estudio, así como la severidad de los grandes incendios acaecidos y la estimación de la resiliencia de los ecosistemas (recuperación de carbono tras incendio) analizados.

Se han desarrollado metodologías de cuantificación de carbono mediante procesos Gaussianos aplicados a imágenes satélite para las especies de *P. halepensis* y *P. sylvestris* en España. En Portugal y Francia esa estimación de carbono se ha realizado mediante correlaciones entre biomasa y las bandas de reflectancia obtenidas a través de Landsat (5, 7 y 8) para *Q. suber* y *P. pinaster* respectivamente.

Por otra parte, se ha desarrollado el modelo del riesgo de emisiones para las regiones de estudio y actualmente, se encuentra en fase de mejora e implementación, con resultados ya validados en la región de Valencia (Demarcación Forestal de Chelva). Así mismo se está desarrollando un visor cartográfico de este riesgo para las regiones de estudio que se albergará en la página web del proyecto ([suderemas.com](http://suderemas.com)).

Respecto a la metodología de cuantificación y monitorización de carbono en vegetación y suelos a nivel de parcela, se ha desarrollado una metodología común basada en inventarios forestales y transectos; por la parte del monitoreo de la vegetación se incluyen las fracciones de carbono en árboles en pie, árboles caídos, tocones, residuos, madera muerta fina y ramillas y hojarasca sobre el suelo y, en la medición del carbono orgánico (SOC) e inorgánico (SIC) del suelo, el carbono oxidable, la fracción soluble, el carbono particulado (POC) y el carbono órgano mineral (MOC) y la masa microbiana por la parte de carbono almacenado en suelos.

Por otra parte, se han recopilado y estudiado las mejores prácticas para la restauración del carbono tras un incendio y se están analizando aquellas que contribuyan a reducir el riesgo de emisiones como la modificación del paisaje y continuidad de combustible, la detección temprana y previsión de un incendio, la influencia de las infraestructuras preventivas y de extinción y medidas que apoyen la pronta recuperación de los reservorios.

Los resultados de las distintas acciones y actividades del proyecto serán transferidos al personal técnico de la administración pública y empresas, propietarios/as forestales, al estudiantado universitario y al público en general a través de cursos formativos en abierto en la página web del proyecto y cursos presenciales organizados en cada región.

Con los resultados de los grupos de trabajo y tras la puesta en contacto de autoridades con competencias en materia de gestión y prevención de riesgo a nivel regional y nacional, se establecerá una Plataforma transnacional para la coordinación de las administraciones públicas en esta materia.

## 5. Conclusiones

El proyecto REMAS, a través de diversas actuaciones en el campo de la cooperación a nivel transnacional, investigación, desarrollo, capitalización, transferencia y comunicación, pretende introducir el concepto del riesgo de que se produzcan emisiones súbitas de gases de efecto invernadero a la atmósfera, tras el paso de un gran incendio, en la agenda política para mejorar la coordinación y eficacia de los planes de prevención de riesgos. Así mismo, REMAS contribuirá al reconocimiento del capital natural que almacenan nuestros ecosistemas como reservorios de carbono y a la necesidad clave de gestionar para conservar para, con ello, poder mitigar el cambio climático de modo coherente junto con las demás políticas y actuaciones de mitigación.

## 6. Agradecimientos

El proyecto REMAS está cofinanciado por el programa Interreg SUDOE a través del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER), código "SOE3/P4/E0954".

## 7. Bibliografía

CHIRIACÒ M.V.; PERUGINI L.; CIMINI D.; D'AMATO E.; VALENTINI R.; BOVIO G.; CORONA P.; BARBATI A. 2013. Comparison of approaches for reporting forest fire-related biomass loss and greenhouse gas emissions in southern Europe. *International Journal of Wildland Fire* 22, 730-738.

PLANA, E.; FONT, M.; SERRA, M. 2016. Los incendios forestales, guía para comunicadores y periodistas. Proyecto eFIRECOM. Ediciones CTFC. 32pp

SCHELHAAS MJ.; NABUURS G.J.; SCHUCK A. 2003. Natural disturbances in the European forests in the 19th and 20th centuries. *Global Change Biology* 9(11), 1620-1633. doi:10.1046/J.1365-2486.2003.00684.X

VILAR, L.; CAMIA, A.; SAN-MIGUEL-AYANZ, J. 2014. Modelling socio-economic drivers of forest fires in the Mediterranean Europe. *Modelling socio-economic drivers of forest fires in the Mediterranean Europe*. Imprensa da Universidade de Coimbra.  
<https://digitalis.uc.pt/handle/10316.2/34042>

BENISTON, M.; STEPHENSON, D. B.; CHRISTENSEN, O. B.; FERRO, C. A. T.; FREI, C.; GOYETTE, S.; HALSNAES, K.; HOLT, T.; JYLHÄ, K.; KOFFI, B.; PALUTIKOF, J.; SCHÖLL, R.; SEMMLER, T.; WOTH, K. 2007. Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climatic Change*, 81(1), 71-95.  
<https://doi.org/10.1007/s10584-006-9226-z>