

ABRIL
JUNIO
2025

06 Sen For Fire BOLETÍN

SENFORFIRE. RED INALÁMBRICA DE SENSORES DE BAJO COSTE PARA PREVENCIÓN Y DETECCIÓN PRECOZ DE INCENDIOS FORESTALES (S1/1.1/E0040)



Parte del equipo SenForFire el 7 de mayo en Ávila, donde se realizaron pruebas con sensores de gases electroquímicos (SEC) y de óxidos metálicos semiconductores (MOX).

En este número:

CELEBRADA LA 2ª REUNIÓN DE SEGUIMIENTO EN BARCELONA

SENSORES DESPLEGADOS EN ZONAS PILOTOS ESTRATÉGICAS

PRUEBAS DE CAMPO EN ÁVILA VALIDAN LA TECNOLOGÍA

FINALIZADO UN NUEVO PROTOTIPO DE BAJO CONSUMO

PRESENCIA EN CONGRESOS Y FERIAS INTERNACIONALES

Avances en sensores, pruebas y formación

En el segundo trimestre de 2025, el proyecto **SenForFire Interreg Sudoe** avanzó notablemente. En Barcelona tuvo lugar la 2ª reunión de seguimiento con todos los beneficiarios, revisando progresos y planificando el despliegue de sensores. Se visitaron las zonas piloto de Sierra de Gata (Extremadura) y Guadarrama (Madrid) para el seguimiento de la humedad de combustibles forestales vivos y la próxima instalación de sensores de humedad del suelo. En Ávila (CyL) se realizaron quemas controladas de restos y material vegetal para evaluar diversas tecnologías de sensores de gases y partículas en aire, desarrollando prototipos de ultra bajo consumo con sensores ambientales y comunicación LoRa de gran autonomía.

En el ámbito académico, se propuso un máster Erasmus Mundus y un MOOC sobre análisis inteligente de datos para predicción de incendios. Los primeros artículos sobre evaluación de prototipos fueron aceptados en la conferencia internacional EXPAT'25 (septiembre), que incluirá una sesión especial sobre innovación contra incendios forestales. También se presentó el proyecto en el 9º Congreso Forestal Español y se diseñó e imprimió un cartel para difundir el proyecto, las zonas piloto, las campañas de monitorización y los sensores empleados.

**Interreg
Sudoe**



Co-funded by
the European Union

SenForFire

Coordinación: Macarena Parejo (B6)
macarenapc@unex.es

JUNIO
30

Cartel informativo sobre zonas piloto y pruebas de prevención y detección precoz de incendios con RIS para 2025. Se ha diseñado y elaborado un cartel que muestra las zonas piloto del proyecto, así como las pruebas de prevención y detección precoz de incendios mediante el sistema RIS, que se implementarán y desarrollarán en dichas zonas durante el año 2025.

Para facilitar su difusión y accesibilidad, se han preparado versiones en español e inglés, las cuales han sido impresas en formato *roll-up*, con dimensiones de 85 cm de ancho por 206 cm de alto.

ABRIL-JUNIO

Gestión de redes sociales (RRSS). Creación y publicación de contenido semanal en los perfiles de [Facebook](#), [LinkedIn](#) y [X](#), sobre los avances del proyecto y otros temas vinculados a su objeto de innovación.

El proyecto cuenta con presencia en Instagram a través de cuentas ajenas y ha tenido cierta repercusión: [@uni.extremadura](#).

CLIPPINGS DE PRENSA Fórum, Huffington Post, El Periódico de Extremadura, Diario de León, Delta 13 News, Digital Extremadura

Haz [click](#) en la imagen para ver la noticia.

Coordinación: Esther Hontañón (B1)
esther.hontanon@csic.es

Reunión de seguimiento del proyecto en Barcelona (Cataluña). Los días 8 y 9 de abril se celebró en Barcelona la 2ª reunión de seguimiento del proyecto. El Instituto de Microelectrónica de Barcelona (IMB-CNM-CSIC) acogió la reunión a la que asistieron unas treinta personas, en representación de todos los beneficiarios del proyecto. En la reunión se mostraron los avances de las actividades de los distintos grupos de tareas desde la reunión semestral anterior (Fundao, septiembre de 2024), y se avanzaron los objetivos y el plan de trabajo previstos para el segundo y tercer trimestre. El último se centrará mayormente en el despliegue de la red inalámbrica de sensores (RIS) para iniciar pruebas de prevención de incendios en las zonas piloto.

ABRIL
8-9



Equipo SenForFire en la reunión de seguimiento, Barcelona.

Durante el encuentro, el ICIFOR-INIA-CSIC expuso la presentación técnica “Soil moisture measurement techniques and its application to wildfire prevention”.

JUNIO

13

Declaración de gastos. La mayoría de los beneficiarios del proyecto presentaron en eSudoe su 2ª declaración de gastos, la cual cubre el período de enero a mayo de 2025.

Coordinación: Mercedes Guijarro (B2)
guijarro@inicia.csic.es

MAYO
28



A 1.1. Zona piloto de Guadarrama (Comunidad de Madrid).

A 1.1

Los equipos ICIFOR-INIA-CSIC, ITEFI-CSIC y Ray-IE visitaron la zona piloto de Guadarrama (Comunidad de Madrid), incorporada al proyecto SenForFire como consecuencia del interés de la Dirección General de Emergencia de la Comunidad de Madrid (DGE) en el proyecto para la instalación en esta zona de sensores de humedad del suelo.

En esta zona, el ICIFOR-INIA-CSIC lleva años realizando el seguimiento de la humedad de los combustibles forestales finos vivos, en colaboración con la mencionada DGE.

Coordinación: Lionel Presmanes (B11)
lionel.presmanes@univ-tlse3.fr

A 2.1

ABRIL

Colaboración científica. CIRIMAT-CNRS e IMB-CSIC colaboran en la integración de películas finas sobre plataformas de silicio, con el objetivo de estudiar sus propiedades termoeléctricas.

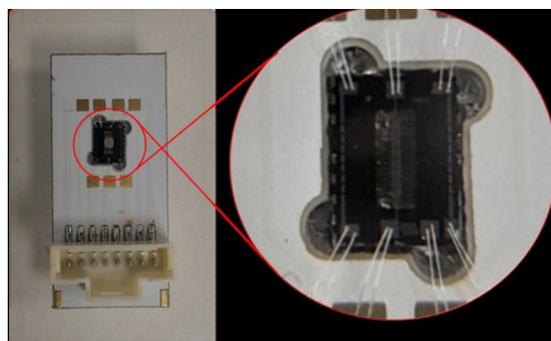
MAYO

Sensores de hidrógeno basados en TiO_2 modificado con niobio. CIRIMAT y LAAS del CNRS han desarrollado nuevos sensores utilizando óxido de titanio (TiO_2) modificado con niobio (Nb), con alta sensibilidad a hidrógeno. Actualmente, se realizan pruebas frente a otros gases para evaluar la posible respuesta cruzada y validar su selectividad.



Lionel Presmanes, del CIRIMAT-CNRS, en la reunión bimensual de seguimiento explica los dispositivos.

Integración de sensores de flujo de aire en módulos electrónicos. El IMB-CSIC ha logrado integrar varios sensores de flujo de aire en placas de circuito impreso (PCBs), lo que permitirá su conexión con módulos electrónicos. Se están llevando a cabo ensayos de laboratorio para calibrar los sensores y determinar el punto de saturación de la señal, con el fin de establecer la velocidad máxima del viento que pueden medir.



Uno de los sensores de flujo del CSIC-IMB integrado en la PCB para su acoplamiento con el módulo electrónico.

Publicación científica en EXPAT'2025. El artículo titulado “*Bench-scale evaluation of a novel sensing system based on gas/vapor microsenors for early wildfire detection and monitoring*”, desarrollado por investigadores del IMB-CSIC y INIA-CSIC, ha sido aceptado para su presentación en la conferencia EXPAT'2025, dentro de la sesión especial *Innovation in Forest Fire Risk Management (IFFRM'25)*, y será publicado próximamente en IEEE Xplore®.

Bench-scale evaluation of a novel sensing system based on gas/vapor microsenors for early wildfire detection and monitoring

Joel Perez i Boncllas
Institute of Microelectronics of
Barcelona
(IMB-CSIC)
Barcelona, Spain
joel.perez@imb-cnm.csic.es

Murat Gunta
Institute of Microelectronics of
Barcelona
(IMB-CSIC)
Barcelona, Spain
murat.gunta@imb-cnm.csic.es

Ana Carmen de la Cruz
Institute of Forest Sciences
(ICFOR-INIA, CSIC)
Madrid, Spain
calleya@mia.csic.es

Mercedes Guisasa
Institute of Forest Sciences
(ICFOR-INIA, CSIC)
Madrid, Spain
guisasa@mia.csic.es

Javier Madrigal
Institute of Forest Sciences
(ICFOR-INIA, CSIC)
Madrid, Spain
incendio@mia.csic.es

Stella Valles
Institute of Microelectronics of
Barcelona
(IMB-CSIC)
Barcelona, Spain
stella.valles@imb-cnm.csic.es

Abstract— Gas/vapor microsenors based on zinc oxide and tungsten oxide nanostructures, designed to detect hydrogen, carbon monoxide, nitrogen dioxide, and volatile organic compounds such as acetone, toluene, and ethanol, have been integrated into a remote sensing system for fire detection. The system's performance was evaluated using a bench-scale fire

to enhance both the functionality of gas sensors—including sensitivity, selectivity, stability, and response speed—and their efficiency in terms of power consumption and size. This is being achieved by fine-tuning the semiconductor's physico-chemical properties, functionalizing its surface to respond to selected gases and vapors, optimizing the sensing activation

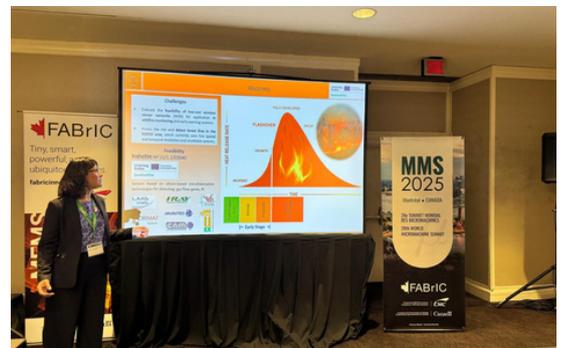
Fragmento del artículo aceptado en EXPAT'2025, desarrollado por CSIC-IMB y CSIC-INIA.

Reunión de seguimiento técnico de la Actividad A2.1. Se ha llevado a cabo la reunión bimensual correspondiente a la actividad A2.1, centrada en compartir los avances en la fabricación de microsensores de gas, flujo de aire e infrarrojos, como parte del seguimiento técnico del proyecto.

Entrega de documentación técnica en la plataforma eSudoe. Los socios involucrados en la actividad 2.1 han completado los entregables 2.1.1 y 2.1.2, los cuales se han enviado junto con el informe técnico y la 2ª declaración de gastos del IMB-CSIC a través de la plataforma eSudoe a finales del mes de mayo.

JUNIO

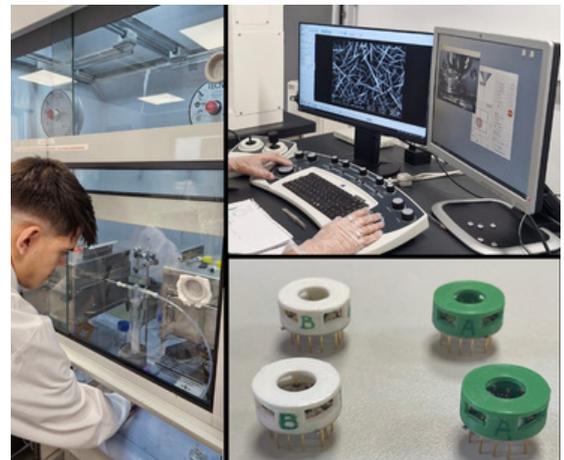
Participación en el MMS 2025. El IMB-CSIC, como parte de la delegación ibérica, participó en el 28th World Micromachine Summit (MMS 2025), que se celebró en Montreal (Canadá) del 2 al 5 de junio. Durante el evento se presentaron los avances del proyecto, destacando el papel clave de los dispositivos micro-mecanizados en el desarrollo de redes inteligentes de sensores para la monitorización de incendios forestales a gran escala. Más información: mms2025.ca



Presentación en el MMS 2025 de la delegación ibérica sobre avances en sistemas inteligentes, microsistemas y sensores.

Entrega de nueva generación de micro-sensores. El IMB-CSIC ha completado la fabricación de una nueva generación de micro-sensores de gas y ha procedido a su envío a la empresa RAY Ingeniería Electrónica (RAY-IE). Estos sensores serán integrados en módulos electrónicos que se instalarán en las próximas pruebas piloto del proyecto.

Segunda generación de micro-sensores de gas del IMB-CSIC enviados a RAY-IE para su integración en módulos electrónicos (esquina inferior derecha), junto con imágenes de las tareas de depósito de nanomateriales sensibles y su caracterización mediante microscopía electrónica.



A 2.2

ABRIL-JUNIO

Inicio de pruebas para extender autonomía de módulos SEC. Se ha iniciado la evaluación de métodos para prolongar la autonomía de los sensores de gases de tipo electroquímico (SEC), explorando configuraciones que permitan su funcionamiento continuo con placas solares.

Finalización del prototipo ULP con autonomía indefinida. La UEx ha concluido el desarrollo del prototipo de ultra bajo consumo (ULP), un módulo compacto y de bajo costo que incorpora carga solar y sensores BME688 y ENS161 para la medición de compuestos orgánicos volátiles (VOCs), temperatura, humedad y presión atmosférica.

El dispositivo transmite datos mediante tecnología LoRa y alcanza autonomía indefinida gracias a su diseño optimizado, que reduce el número de componentes necesarios.

Prototipo ULP desarrollado por la UEx.



A 2.4

MAYO

7

Pruebas de sensores en campo, Ávila (CyL). El 7 de mayo se realizaron pruebas de campo en Ávila, en las que se evaluaron nuevamente seis módulos SEC (sensores electroquímicos para CO, NO₂ y COV) y cuatro módulos MOX (sensores de COV). Las pruebas consistieron en la quema de diferentes materiales agrupados en montones. Aunque la alta humedad del combustible dificultó la ignición, se obtuvieron mediciones satisfactorias cuando el humo fue transportado por el viento hacia la zona de los sensores. Además, se verificó la transmisión correcta de datos a través del módulo de comunicación LoRa, utilizando el *gateway* desplegado en sitio por Arantec.



Pruebas de sensores en campo realizadas el 7 de mayo en Ávila. A la izquierda, vista general del área de ensayo, en el polígono industrial de Vicolozano, y del monitoreo ambiental durante varias quemas controladas (derecha), donde se evaluaron sensores de gases de los tipos SEC y MOX instalados en poste (centro), expuestos a concentraciones reales de gases y COV.

Caracterización de combustibles. El ICIFOR-INIA-CSIC participó en las pruebas realizadas en Ávila, llevando a cabo la caracterización de los restos y materiales vegetales empleados como combustible.



Quema de restos en Ávila.

Finalización de los entregables técnicos 2.2.1 y 2.2.2, que incluyen la arquitectura del sistema y la descripción detallada de los componentes de *hardware* involucrados.

A 2.5

JUNIO
16-20

Presentación del proyecto en el 9º Congreso Forestal Español. El ICIFOR-INIA-CSIC participó en el 9º Congreso Forestal Español, celebrado en Gijón (Asturias), donde presentó la comunicación titulada “Prevención, detección y monitorización de incendios forestales mediante redes inalámbricas de bajo coste: el proyecto SenForFire”, en la modalidad de póster.



Póster presentado.

R.2.1

ABRIL

Presentación del máster a la UE: Participación en la 2ª reunión de seguimiento del proyecto, con la presentación del proceso de envío a la Unión Europea de la propuesta del Máster Conjunto Erasmus Mundus en Análisis Inteligente de Datos para Redes de Sensores Ambientales (EMJM-MIDA-ESN).

MAYO

Propuesta de módulo para MOOC, sobre Análisis Inteligente de Datos aplicados a la Predicción de Incendios Forestales.

JUNIO

Revisión del máster según el “enfoque europeo”, siguiendo las recomendaciones de la Agencia Nacional de Acreditación de Portugal, con el fin de ajustarse a los requisitos del denominado “enfoque europeo”. La propuesta será nuevamente presentada.

MAYO

Organización de la sesión IFFRM'25 en EXPA'25. La Universidad de Coimbra participa en la organización de la sesión especial "Innovation in Forest Fire Risk Management (IFFRM'25)", en el marco de la próxima conferencia internacional EXPA'25 (Experiment@ International Conference 2025), en septiembre. Más información: <https://expat.org.pt/expat25/calls/>

Coordinación: Jesús Lozano Rogado (B6)
jesuslozano@unex.es

A 3.2

MAYO

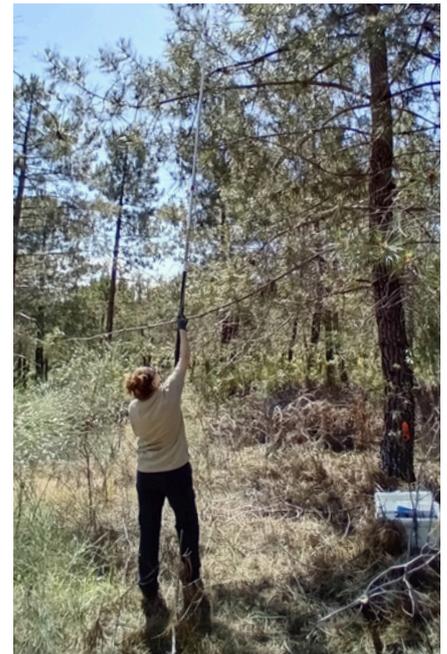
14

Coordinación y despliegue de WSN en zonas piloto.

Durante este trimestre, el ICIFOR-INIA-CSIC y los socios tecnológicos del proyecto (ITEFI-CSIC, Ray-IE y Arantec) han participado en reuniones de coordinación con los agentes forestales implicados en las zonas piloto de la Comunidad de Madrid, Extremadura y Fundão (Portugal), con el objetivo de planificar las actividades correspondientes a la segunda mitad de 2025 en el marco de la Actividad 3.2: "Despliegue de redes de sensores inalámbricos (WSN) en zonas piloto y verificación de su funcionamiento".

Asimismo, han visitado las zonas piloto de la Sierra de Gata (Extremadura), en los municipios de Cañaveral, Coria y Mirabel, elegidas para la toma de muestras de la vegetación con el fin de determinar la humedad de los combustibles finos vivos y para la monitorización de la temperatura y humedad del suelo.

Durante la visita, el ICIFOR-INIA-CSIC proporcionó al personal del Plan INFOEX de la Junta de Extremadura y al Equipo de Prevención y Análisis de Incendios Forestales (EPAIF) de Cáceres –dependiente del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)– las instrucciones y el material necesarios para llevar a cabo el seguimiento periódico de la humedad de los combustibles finos vivos en las zonas donde se ubicarán los sensores de suelo.



Muestreo de vegetación para la determinación de la humedad de los combustibles finos vivos de la zona piloto de Sierra de Gata (Extremadura).