

## Prevención y gestión de incendios desde el espacio

*La creciente duración de las temporadas de incendios y la severidad de las quemaduras son problemáticas cuya repercusión y consiguiente preocupación a nivel global va en aumento. En la búsqueda de posibles soluciones para su atenuación, la teledetección se ha convertido en una prometedora herramienta para la gestión ambiental y prevención de focos forestales. Descubrimos cómo estas técnicas pueden ayudar en la detección, monitoreo y mitigación de los fuegos.*

Los incendios forestales suponen un factor determinante de transformación ambiental para una amplia variedad de ecosistemas mundiales. Esto es debido a que tienen impacto global, como el equilibrio de los gases de efecto invernadero, y regional, como la degradación del suelo o la pérdida de biodiversidad. En los últimos años se ha producido un incremento de los efectos negativos del fuego por la suma de las condiciones naturales, la intervención humana y el impacto del calentamiento terrestre, como factores principales. Esto podría favorecer la intensidad y la duración de las temporadas. Por eso, los elementos de detección y gestión son imprescindibles en la actualidad.

En las últimas décadas se ha desarrollado de manera notable el uso de datos que proporcionan los satélites de observación de la Tierra para la prevención y evaluación de los incendios forestales. Los modelos de teledetección proporcionan informaciones meteorológicas, climáticas e hidrológicas para definir las condiciones antes, durante y después de la quema, pudiendo dividirse los monitoreos en tres fases diferenciadas de intervención.

### **Determinación de condiciones de peligro**

El papel de la teledetección en esta primera etapa de comprobación de condiciones de riesgo está especialmente centrado en la generación de variables críticas para estimar la ignición y su posterior propagación.

Científicos de la NASA especifican que los incendios forestales son el resultado de una compleja relación entre las condiciones meteorológicas y climáticas y los procesos de los ecosistemas. En este sentido, diferentes estudios han indicado que su frecuencia, extensión espacial y duración muestra un estrecho vínculo con la variabilidad climática a escala temporal de nivel interanual a decadal.

En el curso de capacitación de la NASA "Observaciones de Satélites y Herramientas para el Riesgo, Detección y Análisis de Incendios", se señala que la probabilidad de que un área

comience a arder se estipula recopilando factores relevantes que influyen en el encendido y comportamiento de los fuegos. A tal efecto, detectar determinados patrones climáticos más cálidos y secos, acumulación extensa de combustibles, temperaturas récord del aire o la velocidad de los vientos a través de satélites resulta fundamental en una fase tan crítica como es la prevención o mitigación de riesgos de quema.

La vegetación, debido a su acción como carburante para la inflamación, propagación e intensidad del fuego, es otro de los factores para tener en cuenta en la valoración de riesgos de este tipo de siniestros. Su evaluación a través de sistemas de teledetección otorga la oportunidad de analizar métricas de elementos tan influyentes en esta primera etapa pre-incendio como son la tipología, salud, extensión, densidad, altura o humedad.

Por ello, la cobertura terrestre y los índices de vegetación son dos de las fórmulas más utilizadas por la NASA para identificar y estimar combustibles. Pero no son las únicas variables a considerar. El análisis de la topografía, con componentes tan concluyentes como la elevación, pendiente, dirección de la pendiente, también ayudarán en la designación del espacio que el fuego tiene para moverse.

La NASA indica que las igniciones que comienzan en la parte inferior de una pendiente tienen más espacio para propagarse. En estos casos, el calor que precede a la carbonización precalienta y seca los combustibles que hay cuesta arriba, facilitando la aceleración de la quema.

De igual manera, gracias a la teledetección, se podrán precisar barreras capaces de frenar la propagación, como pueden ser afloramientos rocosos o lagos.

Algunos sistemas de análisis, como el Firecast utilizado por la NASA en esta fase, brindan productos de monitoreo en tiempo casi real con alertas que incluyen especificaciones de peligro de incendios dentro del área de interés, mapeo de imágenes mostrando la ubicación del riesgo y datos para importar a Google Earth.

## **Detección de focos activos**

La localización de fuegos activos ha evolucionado considerablemente en los últimos años. En muchos territorios, los ojeadores de torretas han dado paso a la detección a través de satélites gracias a las mediciones de humo, anomalías de la temperatura o de luz.

La mayor parte de los métodos de detección de igniciones activas desde satélites se basan en el contraste térmico entre el suelo no afectado y el foco de calor, utilizando sensores sensibles al infrarrojo medio. No obstante, los algoritmos diseñados para delatar estas anomalías térmicas presentan algunas limitaciones. La NASA advierte de que se pueden dar falsos positivos, omisión de incendios grandes por la gran densidad del humo o fallos en la detección de aquellos más pequeños.

Por otro lado, la teledetección presenta otras utilidades gracias al cálculo del índice de los aerosoles —con la información obtenida a través de la selección de bandas espectrales para la detección de humo—, pueden llegar a diferenciar entre el humo y el polvo, y asignar distintas

etiquetas en función del tipo (humo, polvo, ceniza volcánica, nubes, y nieve/hielo).

Asimismo, el espesor óptico de los aerosoles, determinado por la profundidad óptica, es utilizado por los científicos de la agencia estadounidense para fijar la cantidad de luz removida mediante la dispersión y/o absorción durante su recorrido por un medio, ofreciendo averiguaciones sobre la carga de partículas presentes en la columna de la atmósfera (de la superficie hasta la cima de la atmósfera). El valor será establecido en función de la concentración de partículas, su tamaño, composición química, ubicación en la atmósfera y la longitud de onda de medición.

Todos estos datos aportan importantes revelaciones para la verificación de la calidad del aire. Debemos tener en cuenta que, tal y como apunta el curso de capacitación de la NASA, el humo proveniente de los incendios es una fuente importante de gases trazadores y aerosoles o material particulado, representando el 50% de las emisiones mundiales de CO, el 20% de las emisiones de NOx, el 40% de las emisiones de carbono negro y el 74% de las emisiones de carbono orgánico.

Los pronósticos de la calidad del aire de la agencia y otras entidades colaboran en algo tan trascendental como la detección de alertas de salud pública, así como en avisos sobre la visibilidad/bruma o en la instauración de la necesidad de reducir las emisiones temporalmente por parte de los reguladores ambientales.

## **Evaluación de daños**

El desarrollo de focos forestales puede desencadenar impactos duraderos sobre las vidas humanas y las infraestructuras circundantes. La liberación de dióxido de carbono y partículas de hollín en la atmósfera, con su consecuente influencia en el clima, las modificaciones en la química del suelo y la inmediata reducción de fertilidad del suelo, la destrucción de la vegetación causando aumentos de escorrentía y erosión, su repercusión en el ciclado y flujo de nutrientes o la destrucción de ecosistemas y fauna, son algunos de los principales impactos descritos por la NASA.

En este sentido, los recursos hídricos suelen ser uno de los efectivos que más preocupan a nivel global por su alto nivel de penalización, tanto a corto como a largo plazo. En el primero de los escenarios, la erosión y escorrentía derivadas del incendio transportan sedimentos, residuos y químicos a arroyos, lagos y reservorios, afectando de forma directa sobre la calidad del agua potable. Mientras en el segundo, las carbonizaciones pueden alterar las características de las cuencas hidrográficas y patrones de flujo torrencial.

El monitoreo de precipitaciones y escorrentías ayuda a predecir el riesgo subsiguiente de una calidad deteriorada del agua, inundaciones y deslizamientos de tierra.

Los incendios forestales arrasan a su paso dejando el suelo quemado, estéril y sin poder absorber agua. Como resultado, las lluvias posteriores y un aumento de escorrentía pueden provocar riadas repentinas, flujos de escombros y hasta derrumbes. El riesgo de inundación sigue siendo mayor hasta que se restaure la vegetación, cuya recuperación puede tardar hasta cinco años.

La NASA subraya como la literatura reciente demuestra que incluso las lluvias con intervalos de

recurrencia de uno a dos años pueden iniciar la actividad de flujos de escombros. En función de la gravedad y la topografía del área quemada, la evaluación de flujos de escombros post-incendio mediante la teledetección puede apoyar en el cálculo de la probabilidad de ocurrencia. Estos parámetros serán empleados en el establecimiento de límites de decisión, cuya determinación debe encontrar, según apuntan los expertos, la relación óptima entre ocurrencias de positivos verdaderos y falsos.

Por otro lado, aportando una perspectiva más halagüeña, los datos obtenidos desde el espacio también puede participar en las predicciones del recrecimiento de la vegetación. En este punto, los índices de flora y las clasificaciones del suelo utilizan imágenes para evaluar la regeneración y la condición a varios intervalos tras el daño.

Esto se hará a través de la implantación de un patrón de sucesión que variará en función de los plazos y las especies de plantas de cada tipo de bosque. Además, el mapeo del recrecimiento del follaje permite a las herramientas de la NASA caracterizar la vegetación en función de los cambios del tipo dominante, indicando la presencia de nueva vida y detectando el rebrote.

### **Un mundo de posibilidades**

Aunque en la actualidad el uso operativo de datos de satélite en la prevención, detección y evaluación de incendios todavía presenta limitaciones, esta técnica alberga un gran potencial en sus capacidades.

De este modo, la teledetección facilita cubrir grandes superficies de territorio a intervalos de tiempo sistemáticos, lo que concede una visión espacial mucho más comprensiva. Además, el registro y transmisión de esos datos se da en formato digital, facultando su procesamiento a través de equipos informáticos y garantizando un tratamiento automático, rápido y razonablemente objetivo.

Adicionalmente, los diferentes sistemas pueden conectarse fácilmente con otras bases de datos espaciales y generar productos integrados. Todo un porvenir en la funcionalidad de los satélites, como ya se exponía en el artículo de [Nanosatélites: el futuro de la comunicación espacial](#), que también acontece a la gestión y mitigación de incendios.