

NUEVO ÍNDICE DE INCENDIOS FORESTALES PARA ARAGÓN

Evelio Álvarez Lamata

Centro Meteorológico Territorial en Aragón, La Rioja y Navarra

Cristina de la Fuente Jiménez

Ángela García Ortega

Estadística (Diputación General de Aragón)

1. INTRODUCCIÓN

De todos es conocida la importancia, tanto en el ámbito económico como medioambiental, de la lucha contra los incendios forestales. Los incendios forestales se producen a lo largo de todo el año debido a causas que van desde negligencias, hasta motivos intencionados, pasando por los causados por accidentes de todo tipo. De todos modos, es en los meses centrales del año cuando se produce un aumento sustancial del número de siniestros. Este aumento viene determinado fundamentalmente por unas condiciones meteorológicas adversas, caracterizadas fundamentalmente por altas temperaturas, bajas humedades relativas, abundante número de rayos y, en ocasiones, con episodios de viento fuerte.

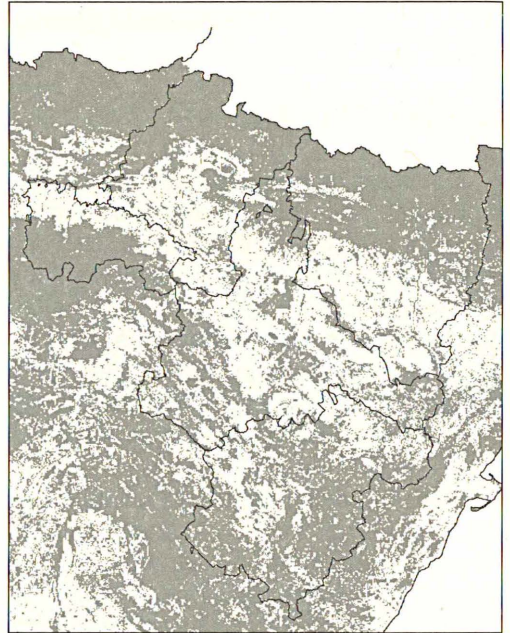
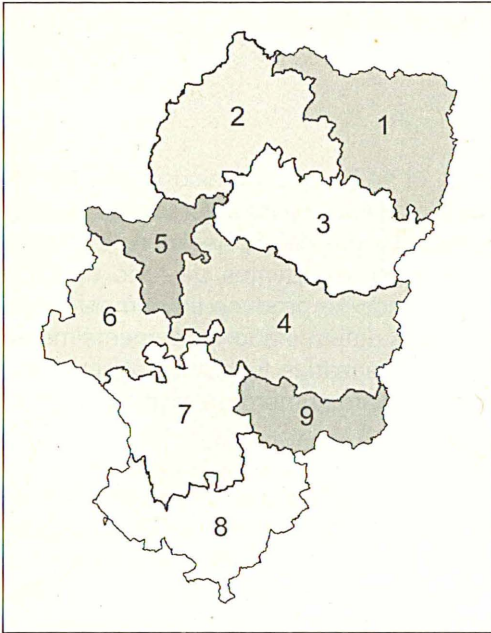
Dada la infraestructura ya existente en la Comunidad Autónoma, tanto a nivel material como organizativo y humano para la lucha contra los incendios, se creyó conveniente implementar una herramienta de predicción con funciones de alerta temprana, sobre condiciones meteorológicas adversas en las distintas regiones de la Comunidad, con el fin de optimizar los recursos disponibles para la extinción de incendios forestales. Con este objetivo se llegó a la firma de un Acuerdo entre la Dirección General del Medio Natural de la Diputación General de Aragón y la Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología para la elaboración, validación y puesta en operación de un nuevo índice de riesgo.

Los trabajos comenzaron en noviembre de 1996 y durante las campañas estivales de 1998 y 1999 ha estado en fase preoperacional de validación. Diariamente, hacia las 8 horas oficiales, se envía la información al Centro de Protección Civil (SOS Aragón) a través de un enlace informático, quien a su vez lo distribuye a las distintas dependencias con responsabilidades en la lucha contra incendios. A su vez, en el Centro Meteorológico, diariamente se recibe desde SOS Aragón, la información de retorno sobre los incendios detectados el día anterior. Esta información permite realizar un seguimiento del índice e incorporar sucesivas mejoras al ir ajustando los resultados. De esta manera se espera que, al finalizar la presente campaña, el índice se encuentre completamente operativo.

2. ESTUDIOS PREVIOS

El punto de partida lo constituye la base de incendios forestales de Aragón, proporcionada por la Dirección General del Medio Natural de la Diputación General de Aragón, con información sobre localización, causa, superficie quemada, día, hora de detección

y demás características de los incendios ocurridos. Se ha considerado el periodo de 1983 a 1996, incluyendo únicamente los meses de Mayo a Octubre, dado que actualmente, las campañas de prevención se centran en los meses más cálidos. Los datos de esta base se han cruzado con los de la base climatológica existente en el Centro Meteorológico, realizándose el estudio estadístico de las variables al nivel de término municipal.



Ya en los primeros análisis se detectó la falta de uniformidad de todo el territorio aragonés, a efectos de incendios, lo que condujo a una zonificación de la Comunidad, por regiones afines. Las variables discriminantes de las distintas zonas resultaron ser latitud, longitud, altitud, número de incendios, proporción de superficie forestal y proporción de superficie forestal arbolada. Un análisis estadístico, mediante técnicas de agrupamiento, permitió diferenciar nueve zonas, que fueron sometidas a la aprobación de los técnicos forestales.

3. ÍNDICE COMBINADO DE RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES

Con el fin de englobar la totalidad de los fenómenos adversos influyentes en el inicio y propagación de los incendios, se decidió definir los cuatro resultados parciales siguientes: índice de ignición, factor de propagación, índice de peligrosidad e imagen de seguimiento.

3.1. Índice de ignición

Trata de determinar las condiciones ambientales que definen las circunstancias propicias para el desencadenamiento de los incendios por cualquiera de las posibles cau-

sas. Las variables que estadísticamente han resultado estar más correlacionadas han sido: la existencia de rayos, la temperatura máxima, la humedad relativa y la cantidad de precipitación recogida en los últimos tres días.

En virtud de los resultados estadísticos, al ser el rayo la principal causa de incendio en Aragón se realiza en primer lugar una predicción de las tormentas con descargas eléctricas, esperadas para el periodo de validez del índice. Este periodo cubre las 24 horas siguientes, realizándose actualmente los cálculos para las horas 14 h., 17 h., 20 h. y 23 h. oficiales y reteniendo en cada punto el máximo valor de las cuatro predicciones. Se parte de las salidas de los dos modelos numéricos de predicción operativos en el Instituto Nacional de Meteorología (HIRLAM-0.5 y HIRLAM-0.2). Los resultados se presentan en una imagen compuesta.

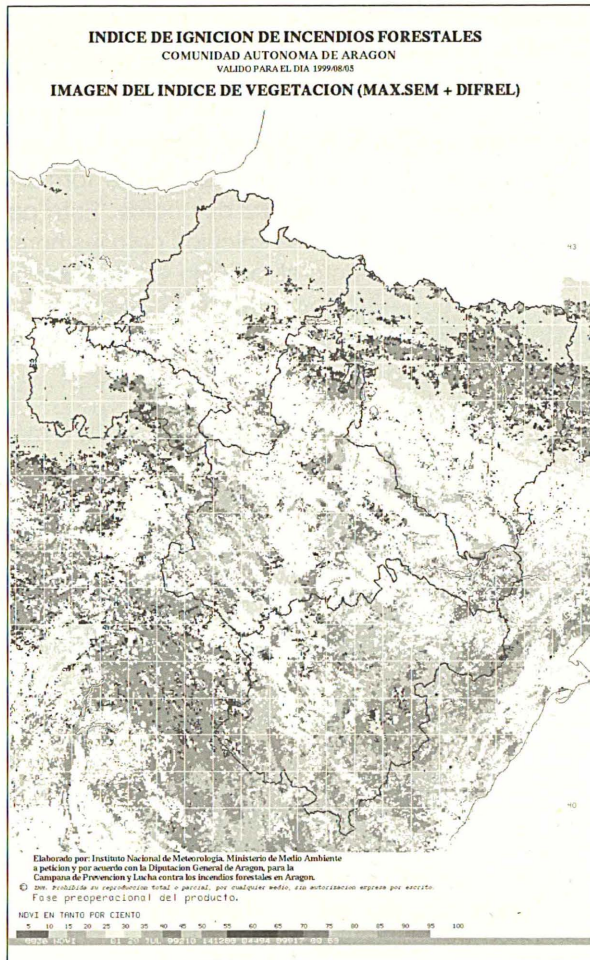
El estado de la atmósfera se define a partir de la temperatura máxima y la humedad relativa a dos metros sobre el suelo, y la precipitación recogida en los tres días anteriores. La influencia de estas variables es distinta para cada una de las nueve zonas anteriormente definidas y ha sido determinada a partir de un análisis de regresión múltiple. Independientemente de las constantes propias de cada zona, la temperatura influye cuadráticamente, la humedad logarítmicamente y la precipitación linealmente.

Para las dos primeras variables se emplean las predicciones de los modelos antes citados, mientras que la precipitación se determina a partir de los datos obtenidos y acumulados por el radar meteorológico localizado en la sierra de Alcubierre.

Los grids de temperatura y humedad relativa previstas para las 15 horas del modelo HIRLAM se corrigen mediante la orografía del modelo para eliminar los errores sistemáticos debido a la propia orografía. La corrección introducida se ha determinado estadísticamente cruzando salidas del modelo contra datos de la red de estaciones automáticas del Centro Meteorológico para los meses de verano. El grid de temperatura máxima se obtiene modificando el de temperatura de las 15Z mediante las salidas suministradas para puntos concretos por los Filtros de Kalman operativos en MCIDAS.

La precipitación se obtiene a partir de las acumulaciones diarias del radar de los tres días anteriores. Las imágenes se convierten a grids, reduciendo la resolución a un brazo de rejilla de 0,2 grados de latitud para poder componerlas con los restantes campos.

Finalmente, el estado de humedad de la cubierta vegetal se determina a partir del Índice de Vegetación (NDVI) obtenido mediante imágenes de satélite (TIROS-NOAA). Se utiliza una combinación de dos productos: Diferencias Relativas Semanales de NDVI y Máximo Semanal de NDVI. Estos productos se encuentran en el dataset MAD-TIROS del sistema SAIDAS y son tratadas a efectos de tener en cuenta los días con nubosidad o fallos en la transmisión. A efectos de eliminar la superficie no forestal, con el fin de que los cultivos agrícolas no distorsionen los resultados, se ha logrado que la base de datos sobre "usos del suelo" del Ministerio de Agricultura en la zona de Aragón, sea interpretada como un área por el sistema SAIDAS. Esta imagen es utilizada como máscara dado que no debemos olvidar el carácter de lucha contra incendios forestales del Índice.

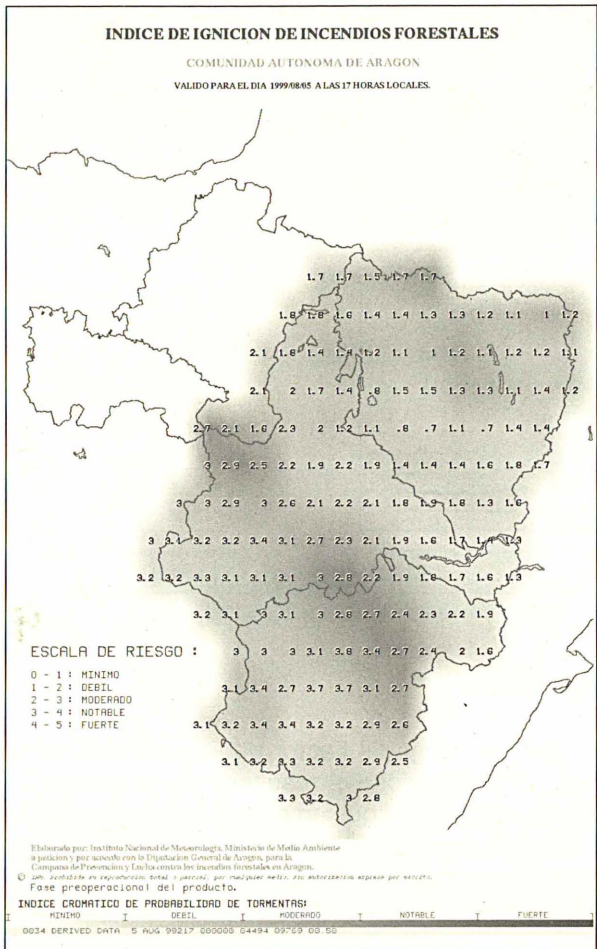


Estas contribuciones se combinan adecuadamente dando como resultado el índice de ignición con una resolución de cuadrícula de 17×22 km que se presenta ploteado sobre el mapa de Aragón.

Actualmente, a efectos de seguimiento y validación se está calculando el Índice para las 15 horas oficiales, dado que de los resultados de campañas anteriores se desprende que este es el momento de máximo riesgo.

El Índice se ha mostrado muy sensible al cambio de las condiciones meteorológicas de un día para otro.

A efectos de facilitar la interpretación por parte del usuario de cual es el porcentaje del Índice debido a la actividad tormentosa, además del valor del Índice de Ignición, se presenta como fondo el riesgo máximo de tormentas del día, de acuerdo a una escala que figura a pie de página.

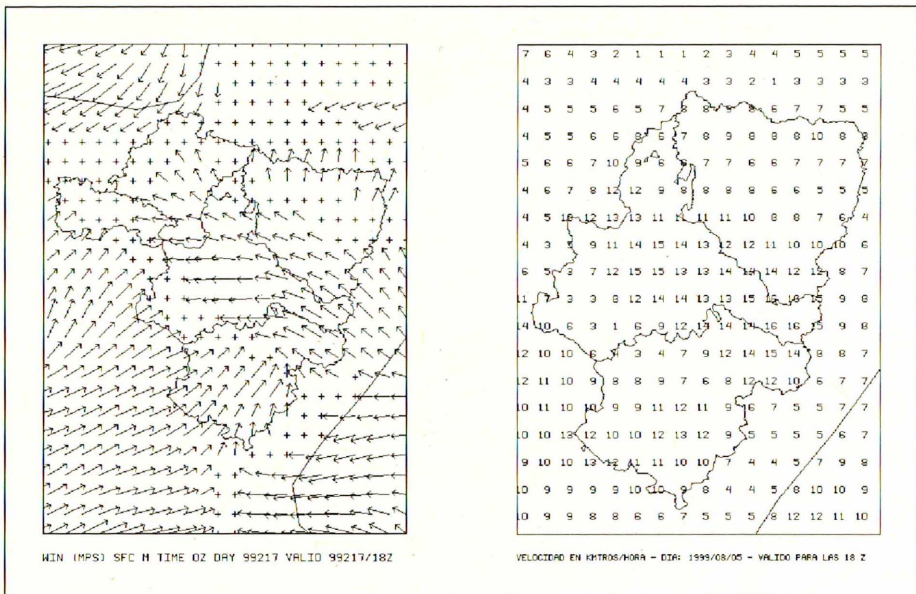


3.2. Factor de propagación

Si bien estadísticamente en Aragón, el viento no contribuye a la ignición propiamente dicha, si son frecuentes los episodios con vientos fuertes que siguen al paso de las tormentas que se generan los días con altas temperaturas y bajas humedades relativas. Estos vientos, normalmente racheados y de componente norte, pueden perdurar varios días, convirtiéndose en potenciales vectores de propagación de los focos existentes por cualquier causa (helicópteros, etc.).

Con el fin de proporcionar una perspectiva, tanto espacial como temporal del viento a lo largo del día, se suministran, gráficamente y con la misma resolución de cuadrícula, predicciones de dirección (formato vector) y fuerza (km/h) con intervalos de 6 horas, a partir de las 8 horas oficiales.

Este producto presenta una visión global de la evolución del campo de viento ese día y puede resultar muy útil para la toma de decisión en tiempo real en la lucha contra los incendios ya declarados.



3.3. Índice de peligrosidad

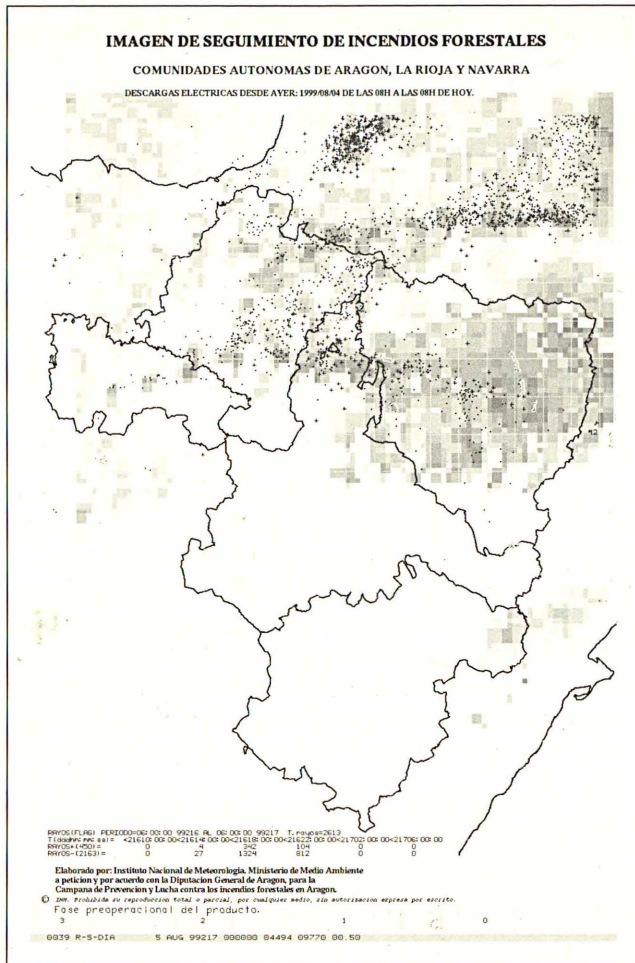
A partir del Índice de Ignición y del Factor de Propagación se obtiene el Índice de Peligrosidad esperado, presentándose el resultado en el mismo formato y resolución que los productos anteriores. Al igual que en el Índice de Ignición, la escala de este producto también está dividida en cinco intervalos. Para facilitar la interpretación por parte del usuario, además del valor del Índice de Ignición, se presenta como fondo la fuerza del viento de acuerdo a la escala cromática que figura a pie de página.

3.4. Imagen de seguimiento

El elevado porcentaje de incendios ocasionados por descargas eléctricas nube-tierra y, a veces, la permanencia de sus efectos en estado de latencia por un periodo de varias horas antes de detectarse el incendio, indujo a crear un producto para servir de guía en la determinación de las rutas a seguir por los medios destinados a labores de vigilancia de los focos puntuales.

A partir de los datos obtenidos en tiempo real por los sensores de la red de descargas del Instituto Nacional de Meteorología se realiza un ploteo sobre Aragón de las ocurrencias de rayos en las últimas 24 horas contadas desde las 8 horas oficiales. Además de la ubicación, la información se amplía con el número, polaridad e intervalo horario en que han caído las distintas descargas.

Esta imagen puede servir como producto complementario al Índice de Ignición, suministrando información sobre la actividad tormentosa registrada en el periodo nocturno, ya que este último, como se ha indicado, se calcula para las horas centrales del día.



4. OPERATIVA DIARIA

Diariamente se elaboran y envían de forma automática, mediante conexión directa entre ordenadores, un conjunto de siete planos gráficos. El primero muestra las tormentas previstas por intervalos horarios (14 h., 17 h., 20 h. y 23 h. oficiales). Los dos siguientes, los índices de ignición y peligrosidad, para las nueve zonas en las que se ha dividido la Comunidad de Aragón, referidos a las 17 horas locales. El cuarto plano es una imagen del índice de vegetación, coloreada de acuerdo a una escala previamente definida, que proporciona información con una resolución de 1,1 km por 1,1 km. Los planos quinto y sexto constituyen el índice de propagación; el primero facilita el viento en formato vector y el siguiente la velocidad del viento en km/h. Finalmente, en el plano séptimo, sobre una imagen radar de la precipitación recogida el día anterior, se presentan todos los rayos registrados desde el último envío.

Asimismo, a efectos de control, se envía un fichero de texto en el que se indican las incidencias en el procedimiento de cálculo por si algún plano pudiera no estar disponible.

5. CONCLUSIONES

Los resultados que diariamente se han ido obteniendo han aconsejado realizar un ajuste de los campos iniciales de temperatura y humedad en las zonas montañosas. Esta modificación introducida parece que reproduce más satisfactoriamente las condiciones reales que se dan en estas zonas. Cualquier modificación que se estime que es necesario introducir dará como resultado una progresiva optimización del índice.

De cualquier forma, en el momento actual parece que el índice, cuando menos, reproduce satisfactoriamente fenómenos como olas de calor, tormentas, entradas de aire frío y seco, etc., que, en última instancia, son los responsables de la mayor o menor incidencia de incendios.

Ya se ha realizado la verificación de las dos campañas anteriores, con métodos estadísticos, obteniéndose resultados satisfactorios. Se continuará este estudio de la pericia del Índice con los datos de la actual campaña (año 2000). Además, los datos de los incendios de los tres últimos años se incluirán en la base de datos utilizada, lo que permitirá actualizar las fórmulas empleadas en el cálculo del índice.

Dentro de esta campaña de verificación, dado que la aplicación sirve también para predecir los incendios previstos para el día D+1 (mañana), se están comparando sus resultados, para este periodo, con los obtenidos por el índice operativo a escala nacional (NFRS), que confecciona diariamente el Grupo de Predicción y Vigilancia. A este respecto la escala original se ha ajustado a la empleada en el índice nacional.