

Modelo de colaboración entre Administraciones Públicas para la lucha contra los incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón (España).

Evelio Álvarez Lamata¹, Francisco José Cortés Rabinad²

Resumen

En la Comunidad Autónoma de Aragón, los incendios forestales se producen durante todo el año debido a causas que van desde las negligencias, hasta motivos intencionados, incluidos los causados por accidentes de todo tipo. No obstante, en los meses centrales del año se produce un aumento sustancial del número de siniestros con origen predominantemente natural debido a unas condiciones meteorológicas y climatológicas particulares, caracterizadas por elevadas temperaturas, fuerte estrés hídrico, abundante número de descargas eléctricas o episodios de viento fuerte y racheado. Estas condiciones han sido modelizadas mediante un Índice Combinado de Riesgo de Incendios Forestales en Aragón que se viene utilizando de forma operativa durante la época estival desde hace varios años. Este producto se complementa diariamente mediante el seguimiento de la persistencia de las temperaturas extremas. En esta presentación se expone el modelo de operatividad diaria consistente en una estrecha colaboración entre el Grupo de Predicción y Vigilancia meteorológica y el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, a través de una continua comunicación bidireccional sobre cualquier tipo de fenómeno relevante. Adicionalmente, durante todo el año se efectúa el seguimiento de las descargas eléctricas y previsiones de vientos, así como la impartición de diversas charlas formativas que garantizan una continua formación del personal involucrado y el progresivo perfeccionamiento de las técnicas utilizadas. Finalmente, se comenta como este modelo de colaboración puede ser fácilmente reproducible en otros casos

1. Introducción

La cooperación en materia de prevención y lucha contra los incendios forestales entre las distintas administraciones es un factor fundamental para que los daños producidos por los mismos sean los mínimos posibles. En Aragón, una gran parte de los incendios forestales tienen su origen en las condiciones meteorológicas reinantes sobre la región. Éstas, no solo influyen en el origen sino también en la propagación y peligrosidad de los mismos. Con el fin de tener en cuenta la influencia de las variables meteorológicas y climatológicas en las distintas zonas de la Comunidad, desde la Dirección General del Medio

¹ Meteorólogo Superior del Estado. Centro Meteorológico Territorial en Aragón, La Rioja y Navarra. Instituto Nacional de Meteorología. Ministerio de Medio Ambiente. Paseo del Canal 17, 50071, Zaragoza, España. ealvarez@inm.es

² Diplomado en Estadística. SODEMASA. Departamento de Medio Ambiente, Gobierno de Aragón. Paseo del Canal 17, 50071, Zaragoza, España. becalzar@inm.es

Natural del Gobierno de Aragón se llegó a un acuerdo de colaboración con la Dirección General del Instituto Nacional de Meteorología a través del Centro Meteorológico Territorial en Aragón, La Rioja y Navarra, para la elaboración de un Índice Combinado de Riesgo de Incendios Forestales en Aragón (en adelante Índice Combinado).

Dicho índice se empezó a elaborar en el año 1996, estando plenamente operativo desde el año 2000. Una vez vistos los satisfactorios resultados obtenidos desde su puesta en funcionamiento y pensando en una ampliación de la colaboración existente entre ambas instituciones, en el año 2005 se empezó a desarrollar el estudio de otras vías de trabajo que complementarían la información facilitada a través de dicho Índice Combinado. Las nuevas actividades que se han incorporado a las ya existentes se pueden dividir de la siguiente forma:

- Las destinadas a complementar y mejorar la información que suministra diariamente el Índice Combinado, como son la puesta en marcha durante los meses de mayor peligro de incendio el servicio de guardias vespertinas en las que se produce la mayor actividad tormentosa sobre Aragón y por otra parte el estudio de la persistencia de las temperaturas extremas.
- Actuaciones encaminadas a la formación del personal que participa en la prevención y extinción de los incendios forestales en Aragón.
- Así mismo se realizan análisis episódicos de aquellas situaciones de especial interés, bien sea por la extensión de la superficie forestal afectada o el carácter extremo de las condiciones meteorológicas imperantes.

2. Antecedentes

La colaboración entre el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón y el Centro Meteorológico Territorial en Aragón, La Rioja y Navarra del Instituto Nacional de Meteorología comenzó en el año 1996 con la firma de una Carta de Acuerdo para crear una línea de colaboración entre ambas instituciones con el fin de mejorar la adaptación del índice meteorológico de riesgo que se venía utilizando, incluyendo en el mismo las características físicas y climatológicas propias de la región y que tanto influyen en el origen y propagación de los incendios forestales. En el acuerdo se establecía una previsión de trabajos a desarrollar, para lo que se requería de una persona, a contratar por el Gobierno de Aragón, bajo la Dirección del Centro Meteorológico Territorial en Aragón, La Rioja y Navarra. Fruto de esa colaboración es el Índice Combinado, en el que se engloban un total de siete planos gráficos como se muestra en la *figura 1*. El primero muestra las tormentas previstas por intervalos horarios (14, 17, 20 y 23 horas oficiales). Los dos siguientes, los índices de ignición y peligrosidad referidos a las 17 horas locales. Los planos cuarto y quinto constituyen el índice de propagación; el primero facilita el viento en formato vector y el siguiente la velocidad del viento en kilómetros hora, para las 6, 12, 18 y 24 horas solares. En el sexto plano, sobre una imagen radar de la precipitación recogida el día anterior, se representan todos los rayos registrados desde el último envío. Finalmente, el plano séptimo, es una imagen del índice de vegetación con resolución de 1 kilómetro, coloreada de acuerdo a una escala cromática.

Sesión Temática 2—Modelo de colaboración en Aragón—Álvarez, Cortés

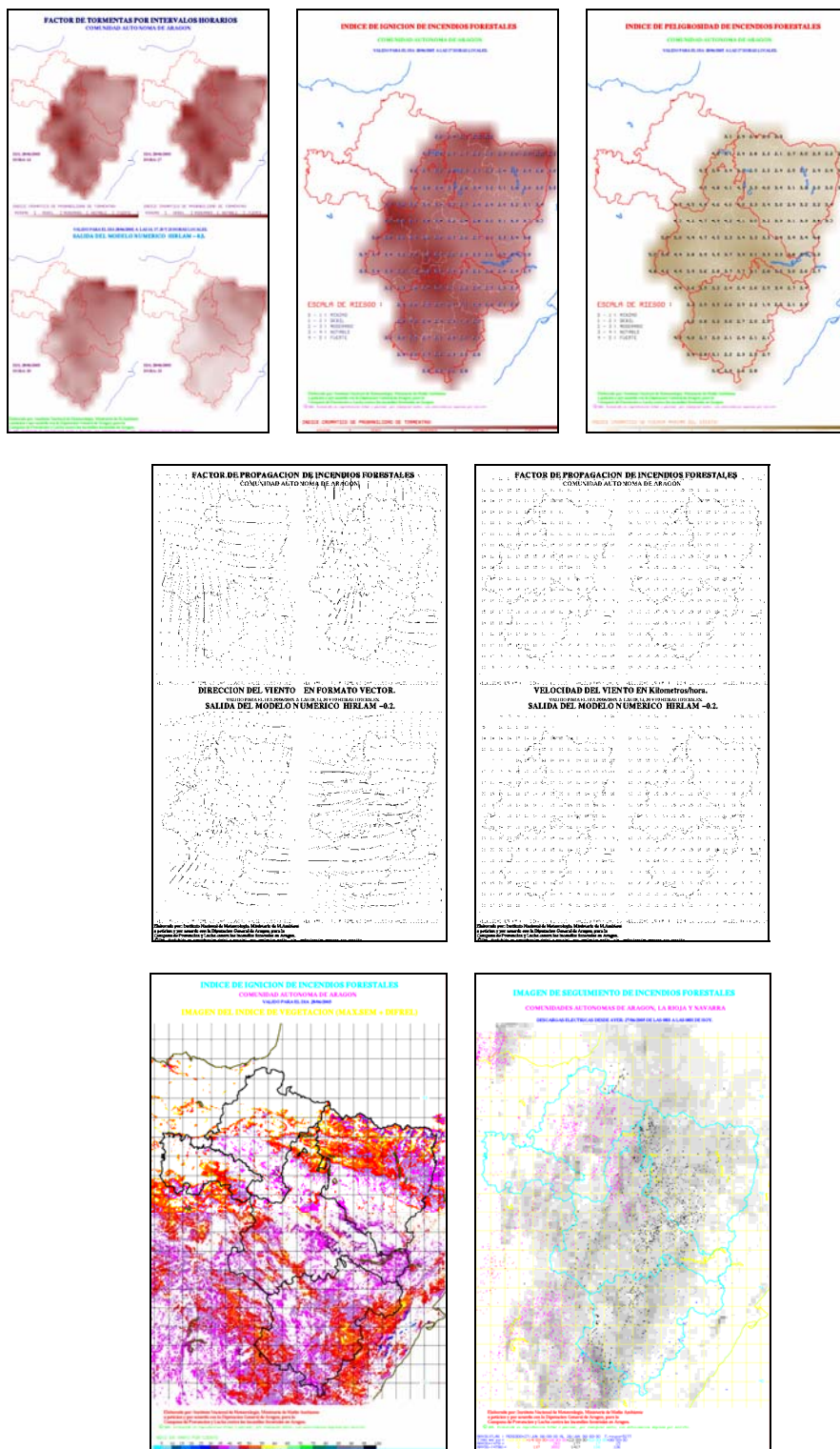


Figura 1—Índice combinado de riesgo de incendios forestales en Aragón

3. Operatividad

Los incendios forestales en Aragón tienen sus causas en dos factores claramente diferenciados:

- Incendios originados por conductas imprudentes y negligentes, vinculadas principalmente con la actividad humana en el ámbito rural, y que se producen sobre todo durante el invierno, principios de la primavera y el otoño.
- Incendios que tienen su origen en las causas naturales debidos a las tormentas secas acompañadas de fuerte aparato eléctrico que suelen cruzar la Comunidad durante la época estival.

La colaboración entre el Gobierno de Aragón y el Centro Meteorológico Territorial en Aragón, La Rioja y Navarra (CMT) es constante a lo largo de todo el año, independientemente de la época del mismo, si bien durante el período estival es más estrecha, pues en ella se elabora el Índice Combinado. Además, durante todo el año a través de SOS ARAGON y mediante correo electrónico se reciben en el CMT los datos de todos los incendios ocurridos en la región.

Diariamente desde el Centro Meteorológico Territorial se elabora y envía de forma automática a primera hora de la mañana, mediante conexión directa entre ordenadores, el Índice Combinado al Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón (MA) que lo hace llegar a los técnicos de sus Servicios Provinciales. Junto con esa información se adjunta un fichero en formato texto que recoge el nivel de calidad del producto suministrado, así como alguna posible incidencia si la hubiere. No obstante, desde el CMT se establece un primer contacto telefónico con el Coordinador Regional de Incendios (CR) en el que se comenta la situación prevista para el día en curso, así como el seguimiento de la situación de los posibles incendios que pudieran estar activos. En función de esta última circunstancia se planifican las actividades a realizar a lo largo de la jornada.

3.1 Caso de haber incendios activos

En el caso de haber algún incendio activo, los productos que habitualmente se suministran son las previsiones de viento obtenidas a partir de las salidas del modelo meteorológico de alta resolución Hirlam 0.05. Este modelo posee una resolución espacial en torno a los 4 Kilómetros de brazo de rejilla con una representación orográfica suficientemente fina para representar los flujos meteorológicos a nivel de escala mesogama, a la par que incorpora una adecuada parametrización de los procesos físicos como pueden ser las condiciones del subsuelo. Las salidas del modelo se encuentran disponibles cuatro veces al día (0, 6, 12 y 18 horas solares) y con horizontes de predicción de 24 horas a intervalos de 3 en 3, lo que permite un análisis de la calidad y coherencia de las predicciones, mediante su comparación entre ellas y con los datos suministrados por las distintas redes meteorológicas.

A pesar de que esta vigilancia se realiza de forma continuada, los posibles envíos gráficos no se hacen de forma rutinaria al CR puesto que éste ya dispone de la información sobre el campo de vientos que proporciona el Índice Combinado. Por el contrario, cuando las circunstancias lo exigen, se realiza un análisis tridimensional del campo de vientos incorporando herramientas tales como los sondeos aerológicos (que se realizan a las 0 y 12 horas solares) en el Aeropuerto de Zaragoza o los

previstos derivados de ellos, así como la característica doppler del radar meteorológico dependiente del CMT y situado en la Sierra de Alcubierre. Con esta visión tridimensional es posible realizar una diagnosis adecuada del campo de viento sobre nuestra región, lo que permite hacer pronósticos a muy corto plazo de la evolución tanto en dirección como en fuerza del mismo (Figura 2).

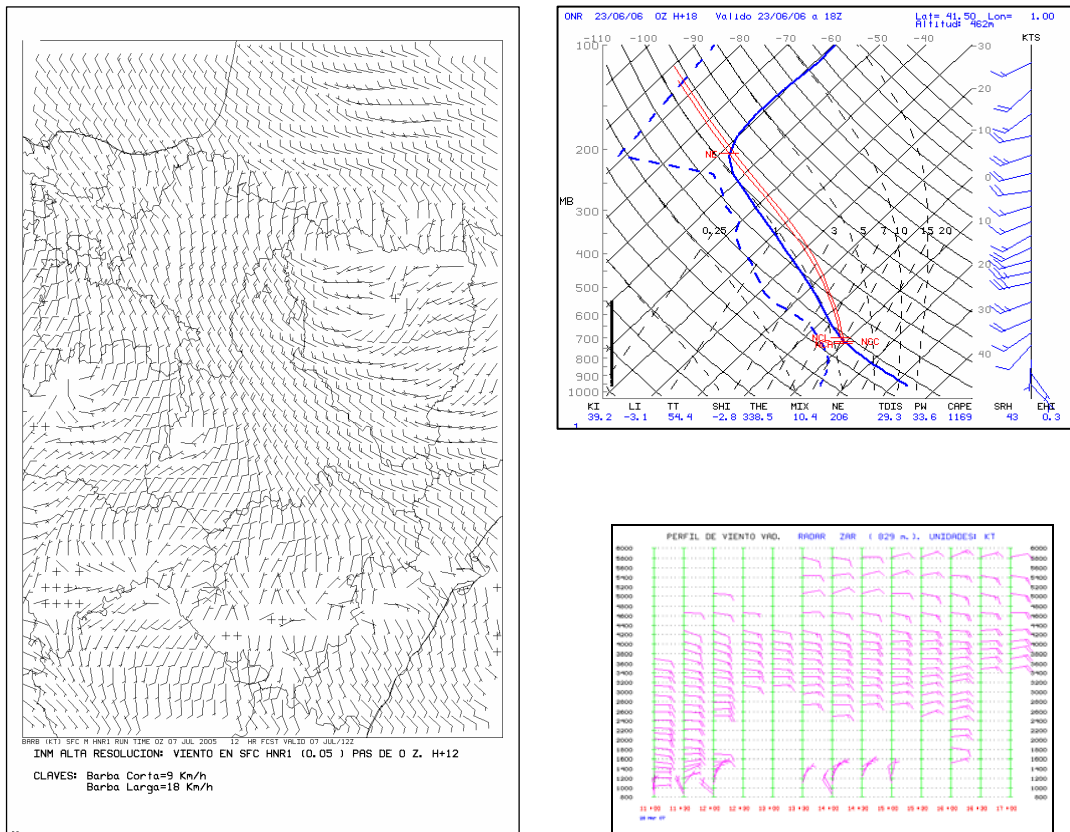


Figura 2—Imagen de viento de alta resolución junto con sondeo previsto y viento doppler.

3.2 Caso de haber actividad tormentosa

En los días en los que se produce actividad tormentosa, la operativa diaria se centra en el seguimiento e identificación de las diferentes células. Además de los análisis a nivel de mesoescala de las distintas variables meteorológicas, se cuenta con la información de los productos radar y de la red de descargas eléctricas del INM.

El radar suministra imágenes cada diez minutos con un alcance de 240 kilómetros y resolución 2x2 kilómetros en modo normal y 120 Kilómetros y resolución 1x1 kilómetro en modo doppler. Se utilizan normalmente, las reflectividades en diferentes niveles horizontales (CAPPI y PPI's), así como cortes verticales y la altura de los topes nubosos (ECHO TOP).

A partir de estos productos se derivan imágenes sintéticas, resultado de las aplicaciones informáticas RADAR-2D y RADAR-3D que corren en un entorno McIDAS e informan sobre la posición, estado de evolución y desplazamiento de las células tormentosas, así como los patrones de los posibles sistemas convectivos presentes. La peligrosidad asociada a cada una de las tormentas se mide mediante parámetros tales como el VIL y DVIL entre otros (Figura 3).

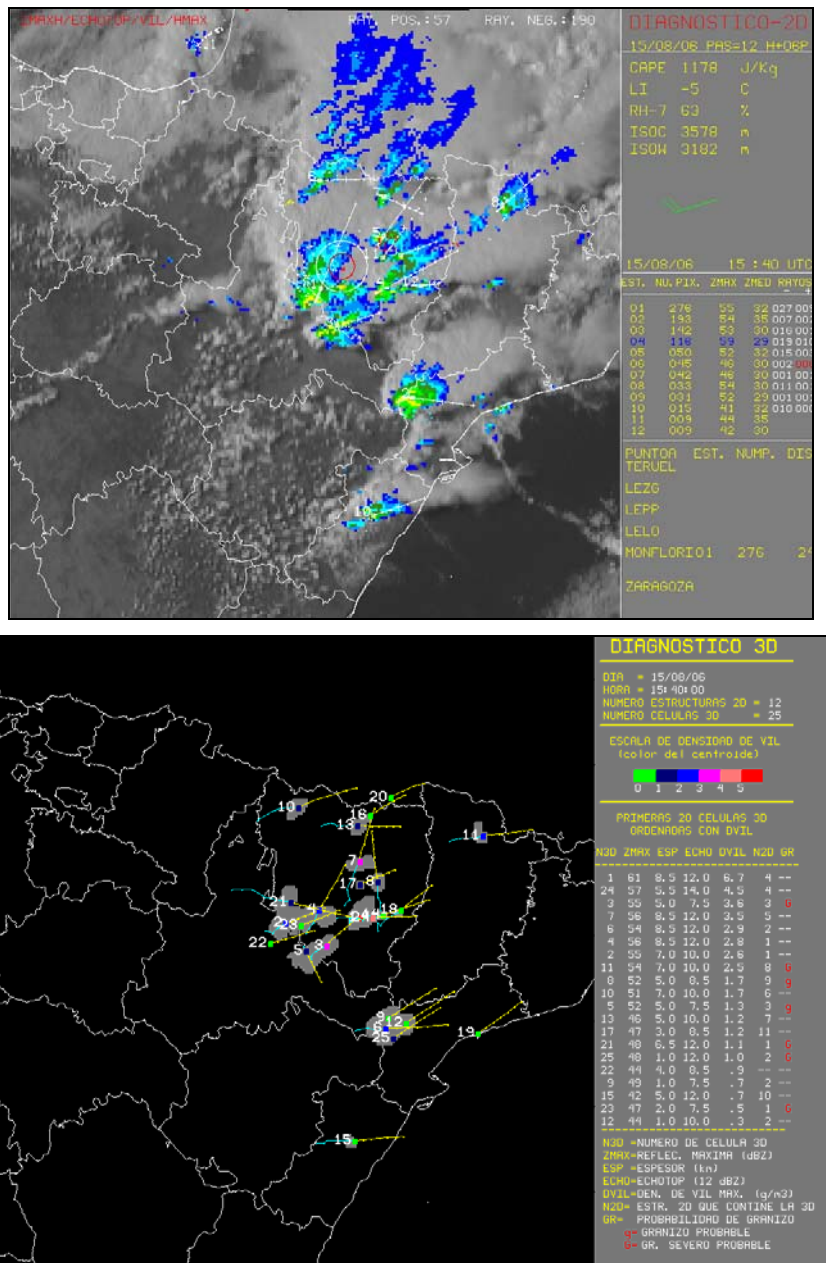


Figura 3—Imágenes del RADAR-2D y RADAR-3D

Complementariamente se dispone de los rayos nube-tierra registrados en la red de descargas eléctricas. En nuestra zona se reciben datos de los sensores situados en territorio español y sur de Francia. Nos informan sobre la posición con grado de incertidumbre, instante de ocurrencia, intensidad, polaridad y número de subdescargas de cada impacto. Así mismo permiten obtener información sobre el origen, desplazamiento y patrones de distribución de la actividad convectiva en su conjunto. Dado que se trata de datos georreferenciados, pueden presentarse fácilmente mediante formato gráfico en una representación espacio-temporal. Esta información se obtiene en tiempo real y es suministrada a petición del CR, de los distintos Servicios Provinciales de Medio Ambiente o a iniciativa propia del personal del CMT tantas veces como se considere oportuno a lo largo de la jornada (Figura 4).

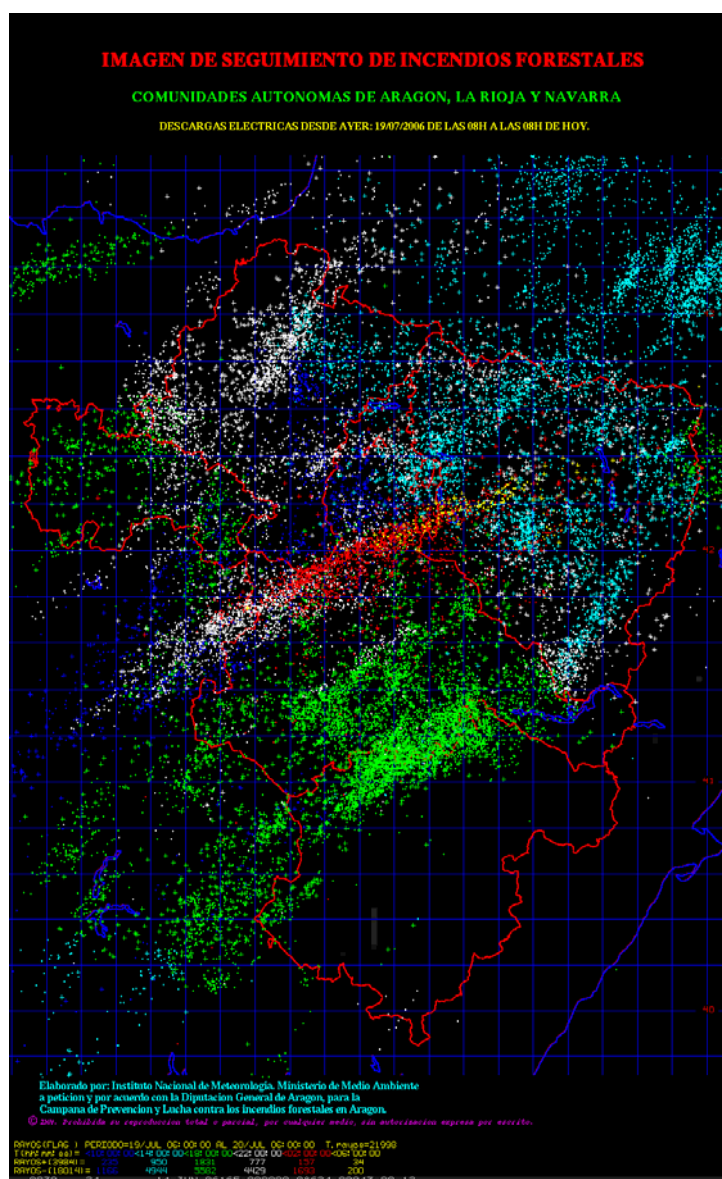


Figura 4—Imagen de las descargas eléctricas del día 19/07/2006

3.3 Caso de días sin ocurrencia de incendios

Como actividad rutinaria se calculan y representan diariamente las curvas de la evolución estacional de las temperaturas extremas observadas, tanto máximas como mínimas, en un conjunto de observatorios significativos desde el punto de vista meteorológico y forestal. Dicho estudio tiene como objetivo el de identificar la posible existencia de rachas secas o la persistencia de valores térmicos elevados con el fin de prevenir sobre su efecto en el estado de la vegetación. Este producto puede servir como complemento y referencia para la validación de la información suministrada semanalmente en forma de NDVI obtenida mediante teledetección. Adicionalmente, también puede usarse para chequear la pericia de los modelos numéricos meteorológicos en la predicción del campo de temperatura en superficie, que utiliza herramientas de predicción tales como los filtros KALMAN.

Los gráficos se obtienen para cuatro zonas de Aragón bien definidas: Prepireneo, Valle del Ebro, Comarca de Calatayud y Bajo Aragón y presentamos un ejemplo a continuación (Figura 5).

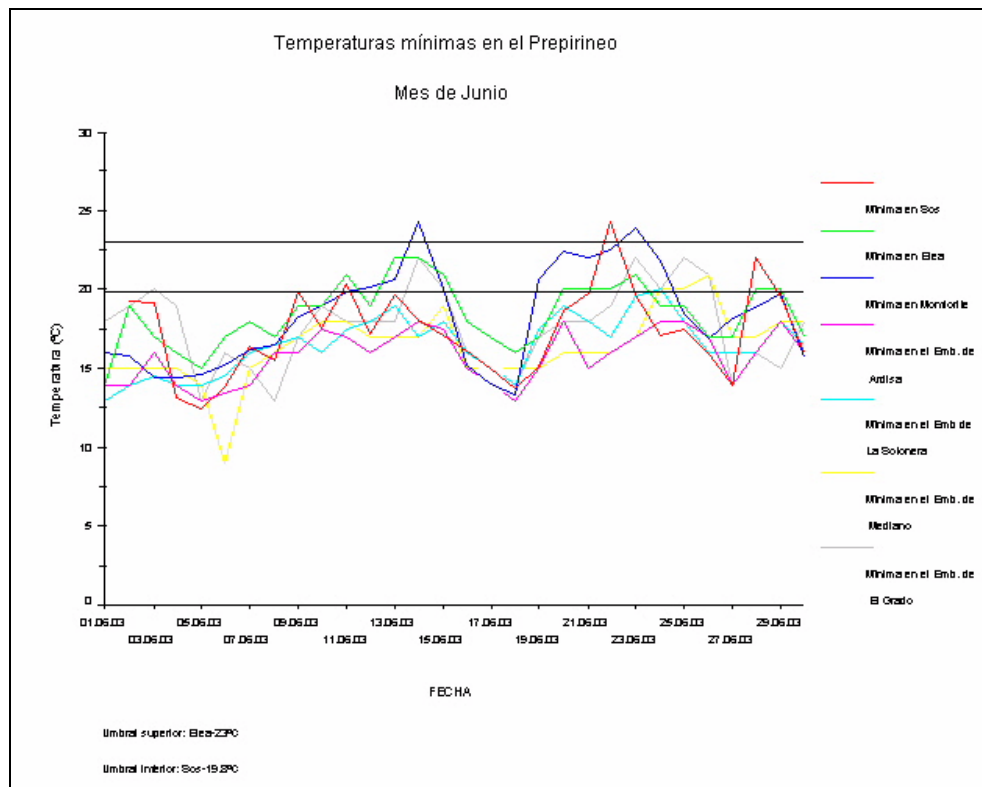


Figura 5—Gráfico de persistencia de la temperatura máxima en el Prepireneo

3.4 Actividades fuera de la campaña estival

Durante aquellos meses en los que decrece significativamente el número de incendios forestales, se continúa con el envío diario de los productos relacionados

con el índice de propagación, así como la precipitación y descargas registradas. Esto sirve de ayuda en la gestión de los permisos de quemas relacionadas con la agricultura y la ganadería.

También se procede a elaborar las estadísticas anuales y actualizar las series de datos con los sucesos ocurridos a lo largo de la campaña anterior, separándolos por causas, tamaños, orígenes,..., de acuerdo a la información suministrada vía correo electrónico por SOS ARAGON.

Igualmente, durante estos meses se realiza la verificación de los productos ofrecidos a lo largo del año.

Previo al comienzo de la campaña estival, se vienen realizando reuniones de intercambio de información y asesoramiento sobre las características del Índice Combinado a los responsables de su utilización. En estas reuniones se hace especial hincapié en el significado de los productos finales suministrados, a la par que se hace una llamada al contacto continuado entre el personal de ambas instituciones.

Finalmente, se analizan en detalle aquellos episodios extraordinarios que se hayan producido con el fin de intentar identificar modelos conceptuales que puedan ayudar en ocasiones posteriores. Mostramos un ejemplo del episodio ocurrido la tarde del 25 de agosto del año 2000 en la que una perturbación de tipo sinóptico afectó a la Comunidad de Aragón y permitió comprobar la calidad del Índice Combinado. En la *figura 6* se muestra un mapa con los municipios afectados por los incendios ocurridos durante el citado día (coloreados en gris oscuro). En la *tabla 1* se muestra un resumen de los datos ofrecidos por el índice de peligrosidad para ese día en los términos municipales en los que se produjeron los incendios más graves y su comparación con los valores máximo y mínimo obtenidos durante toda la campaña del año 2000.

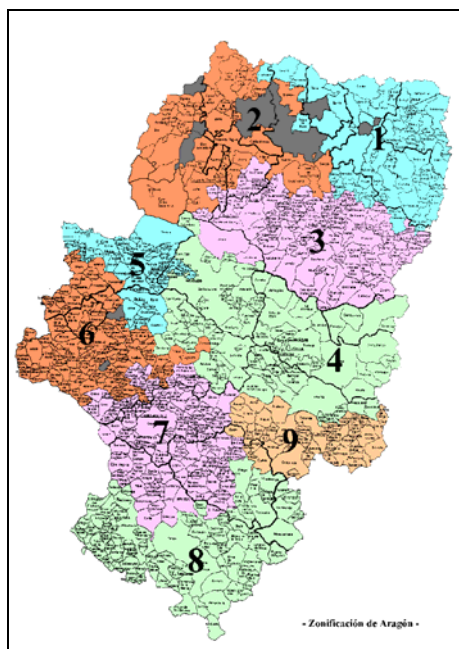


Figura 6—Mapa de los incendios ocurridos en Aragón el día 25/8/2000

Tabla 1—Valores del índice de peligrosidad en los municipios afectados.

<i>Nombre del municipio</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>	<i>Media</i>	<i>Valor el día 25/8/2000</i>
<i>Salvatierra de Escá</i>	42.6	-1.0	0	4.47	1.90	4.1
<i>Jaca (Cancias)</i>	42.6	-0.6	0	3.99	1.95	3.7
<i>Jaca-Sabiñánigo (Allue)</i>	42.6	-0.4	0	3.99	1.99	3.5
<i>Sabiñánigo (Acumuer)</i>	42.6	-0.2	0	3.99	2.01	3.3
<i>Luesia</i>	42.4	-1.0	0	4.38	2.16	3.8
<i>Longás</i>	42.4	-0.8	0	4.05	2.07	3.5
<i>Sabiñánigo (Laguarta-Secorun)</i>	42.4	-0.2	0	3.94	2.10	3.6
<i>Sabiñánigo (Laguarta-Secorun)</i>	42.4	0.0	0	3.79	2.07	2.7
<i>Luesia</i>	42.2	-1.0	0	4.45	2.31	3.6
<i>Arándiga</i>	41.6	-1.6	0	5.00	2.82	3.9
<i>Morata de Jiloca</i>	41.2	-1.6	0	5.00	2.95	4.1

4. Futuros desarrollos

Además de continuar con todas las labores anteriormente detalladas, se tiene previsto completar la serie estadística de datos de descargas con los registros de los últimos años. Se procederá a su depuración y se volverán a confeccionar las climatologías de los mismos.

Una segunda actividad a desarrollar sería incorporar el estado del combustible a partir de medidas de campo, además de las ya utilizadas en teledetección.

Finalmente, se pretende implementar la salida del Índice Combinado en un sistema de información geográfica comercial, así como estudiar la posibilidad de difundirlo a través de la red.

Si bien el Índice Combinado está concebido como un producto exclusivo para la Comunidad de Aragón debido al origen de los datos, tanto meteorológicos como forestales utilizados en su elaboración, el método es exportable a cualquier otra región que disponga de las series de datos adecuadas y suficientemente largas.

Así mismo, la colaboración entre instituciones entendemos que es fundamental, no solo en los estudios previos y de desarrollo del índice, sino también en la operatividad diaria y que puede conseguirse a partir de convenios entre los distintos organismos con responsabilidades en la prevención y extinción de los incendios forestales.

Referencias bibliográficas

Artículos de revistas

Minnich, R.; Franco, E.; Sosa-Ramírez, J.; Chou, Y. 1992. **Lighting detection rates and wildland fire in the mountains of northern Baja California, Mexico.** Atmosfera (1993),6:235-253.

Reifsnnyder, W; Bryan, A. 1994. **System for evaluating and predicting the effects of weather and climate on wildfire fires.** Special Environmental Report N° 11. Secretariat of the World Meteorological Organization, 496.

Texto de ponencia en publicación no periódica

Álvarez, E.; De La Fuente, C.; García, A. 2001. **Nuevo índice de incendios forestales para Aragón.** V Simposio Nacional de Predicción. Sección C: Técnicas y herramientas de análisis, diagnóstico y predicción. Web: <http://www0/wwj/vsimposio/sesionc.html>

Álvarez, E. 2001. **Factor de tormentas.** V Simposio Nacional de Predicción. Sección C: Técnicas y herramientas de análisis, diagnóstico y predicción. Web: <http://www0/wwj/vsimposio/sesionc.html>

Álvarez, E. 2005. **Los incendios forestales y as condiciones meteorológicas.** IV Congreso Forestal Español. En: CD del Congreso.

Libro o monográfico

Abrantes, T.; Gomes, I; Tavares, C.; Mota, L. 1993. **Análise de risco de incêndios forestais em Portugal.** Instituto Nacional de Meteorología y Geofísica. Lisboa. Portugal.

Bovio, G.; Sol, B.; Viegas, D.X. 1994. **Synthese des travaux sur l'intercomparasion des indices de danger meteorologique d'incendie.**

Pouliot, L. 1991. **Forecasting fires weather indices.**

Flannigan, M.D.; Harrington, J.B. **A study of the relationship of meteorological variables to monthly provincial area burned by wildfire in Canada 1953-1980.**

Servicio de Aplicaciones Climatológicas. 1992. **Índices de peligro de incendios forestales.** Sección de Meteorología Agrícola y Fenología. Instituto Nacional de Meteorología. Madrid. España.

Álvarez, E.; De La Fuente, C.; García, C. 2005. **Índice Meteorológico de riesgo de incendios forestales para Aragón.** Nota Técnica N° 4 del Centro Meteorológico Territorial en Aragón, La Rioja y Navarra.