

SEGUIMIENTO DE ÁREAS QUEMADAS EN EL PRINCIPADO DE ASTURIAS DURANTE LA CAMPAÑA 2007

M. A. García (*), P. Porcel (*) y D. Villar (**).

(*) TRAGSATEC. Julián Camarillo 6B, Pl. Baja, sector D. 28037 (Madrid). ppp@tragsa.es

(**) TRAGSATEC. Francisco Bances Candamo, nº 12 D.33012 Oviedo (Asturias).

RESUMEN

El objetivo de este trabajo ha sido obtener una cobertura de superficies quemadas durante la campaña de incendios 2007 (enero - septiembre) apoyándose en técnicas de teledetección, en la información aportada por los partes de incendios del servicio de emergencias 112 y en una visita rápida de campo.

Se ha generado una cobertura rápida de áreas quemadas ≥ 25 ha para toda la superficie de Asturias a partir de datos diarios del sensor MODIS de los satélites TERRA y AQUA.

Asimismo se ha generado una cartografía de detalle de los principales incendios, a partir de datos de una escena SPOT4 XI. De ésta se ha derivado una cobertura de superficies quemadas > 1 ha, para la superficie cubierta por la escena.

Para la discriminación de las áreas quemadas se ha utilizado el Índice de áreas quemadas (IAQ). Este índice se parametriza utilizando la información de los Hotspots MODIS y una visita rápida de campo para la resolución de dudas en la cartografía de detalle.

De este proceso se obtiene una superficie incendiada para cada uno de los sensores, que posteriormente es depurada mediante distintos criterios (variables de entorno, mapa forestal...). Para validar la superficie final resultante se utilizan los partes de incendios del servicio de emergencias 112.

ABSTRACT

The objective of this work was to obtain a cover of forest's fires surface during the 2007 Campaign (January – September), supported remote sensing technologies, fire-reports given by the 112 emergency service and the notes of a fast in situ visit.

A fast cover of fires surfaces ≥ 25 Ha for all Asturias surface has been generated based in daily acquisition of MODIS sensor of TERRA and AQUA Satellites. Besides, a detailed cartography of the main fires has been obtained from a SPOT 4XI scene. From this, a burnt cover (> 1 Ha surface fires) has been derived, for the whole surface covered by the image.

To discriminate the fire surface, the Burt Area Index (IAQ), has been used. The results of applying this index are parametrized, using the information of Hotspots MODIS and a quick visit to field with the objective to clarify doubts for a detailed cartography.

In this process a fire cover for every sensor is obtained, that later is refined with different methods and criteria (environment variables, forest map). To validate the final surface fire reports, from 112 emergency services, are used.

Palabras clave: MODIS, Hotspot, SPOT, incendios, IAQ, partes de incendios

INTRODUCCIÓN

Asturias con un 72% de su territorio clasificado como forestal, es una de las comunidades autónomas con mayor superficie forestal de España. Ésta se ha incrementado en los últimos años, pasando de 667.252 ha en 1987, según dato del Segundo Inventario Nacional (IFN2), a 764.597 ha en 1998 (IFN3), lo que representa un incremento en el periodo de casi el 10%.

Aunque se pudiera pensar que su clima húmedo la protege del fuego, las cifras lo desmienten. Ocupa el tercer puesto en el ranking

autonómico en cuanto a número de incendios durante el periodo 1996-2005, con un 7,76 %, después de Galicia (53,56 %) y Castilla y León (9,89 %). Además tiene uno de los índices más altos de incendios provocados por causas antrópicas, es decir, por causas no naturales.

La extendida costumbre de realizar quemas de rastrojos y residuos vegetales, así como las llamadas “quemas a hecho” o “a manta”, en las que se incendia toda una zona de monte, posteriormente a un trabajo de corta, con el fin de limpiar los restos vegetales o para la mejora de los pastos naturales, produce un gran número de siniestros. Estas

prácticas unidas a una orografía de difícil acceso favorecen el riesgo de incendios.

El gobierno del Principado está tomando medidas para controlar este tipo de prácticas, siendo necesario la autorización expresa de la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural para realizar actividades de quema. Además de limitar los permisos a unos meses y a unas horas del día determinadas y condicionarlos a una situación meteorológica apropiada para ello.

Para complementar éstas y otras medidas, la Consejería de Medio Ambiente y Desarrollo Rural del Principado de Asturias encargó a TRAGSA, la generación de una cobertura de superficies forestales incendiadas en la campaña 2007 (enero - septiembre).

Para su generación se han utilizado técnicas de teledetección y otros datos de apoyo. La generación de una cartografía de superficies incendiadas sobre el terreno es muy costosa en tiempo, medios humanos y económicos, por lo que la Teledetección ofrece una herramienta válida y eficaz, que permite un ahorro considerable de dinero.

DATOS UTILIZADOS

Se han utilizado dos tipos de datos de Observación de la Tierra, de diferente resolución espacial, resultando por tanto dos tipos de coberturas de áreas quemadas.

Cobertura de áreas quemadas de Baja Resolución:
Cartografía de áreas quemadas ≥ 25 ha de Asturias. Obtenida con datos MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) de los satélites TERRA y AQUA de la NASA.

Los productos MODIS son datos diarios de diferentes resoluciones (250 m, 500 m y 1000m), con 36 bandas espectrales, un periodo orbital de 16 días y orbita polar, que permite disponer de 4 imágenes diarias de la Península, dos diurnas y dos nocturnas. Estas características aportan a este sensor un gran potencial para el seguimiento y gestión de catástrofes y por lo tanto de incendios.

Productos MODIS utilizados:

- Imagen 721 RGB: Imágenes de 3 bandas (7,2,1) rojo, infrarrojo cercano e infrarrojo medio, de 250 m de resolución espacial.
- Compuesto 431 RGB: Imágenes true color, con las 3 bandas del visible azul, verde y rojo de 250 m de resolución espacial.

- Compuesto de NDVI (Normalizad Difference Vegetation Index): Creado con el algoritmo institucional PGE25 de la NASA. Para su generación se utilizan las bandas espectrales del rojo e infrarrojo cercano, corregidas atmosféricamente en tiempo real.
- Hotspot (HS): Capa vectorial, donde se almacenan las localizaciones de los fuegos detectados en las diferentes pasadas diarias de los satélites TERRA y AQUA. La detección de los píxeles con fuego se realiza con el algoritmo institucional de la NASA PGE30-VERSIÓN 4.0.1, que utiliza las bandas del infrarrojo medio y el térmico, siendo mayor la radiancia en el infrarrojo medio con respecto a la térmica cuando detecta un fuego.

Cobertura de áreas quemadas de Alta Resolución:
Cartografía las áreas quemadas > 1 ha. Se ha utilizado una imagen SPOT4 multiespectral, de 20 m resolución espacial del 27/07/2007, seleccionada específicamente para el estudio de los dos incendios de mayor tamaño de la campaña, los incendios de La Busta (Villaviciosa) y El Castro (Colunga) del 13/05/2007. Para su selección se tuvo en cuenta que la fecha fuera lo más próxima posible a los incendios y que la cobertura nubosa fuera mínima. La imagen se ortorectificó con un modelo digital del terreno de 20 m, utilizando un modelo paramétrico específico para SPOT, con una proyección UTM ED50, elipsoide internacional de 1909. Posteriormente fue validada con un error cuadrático medio por debajo de su tamaño de píxel.

De esta imagen se obtuvo, además del análisis en detalle de los incendios prioritarios, la superficie incendiada en la totalidad de la superficie cubierta por la imagen.

Otra información de referencia utilizada para el análisis de ambas coberturas, fueron los Partes de Incendios (PI), formulario donde se registran distintos datos relacionados con el incendio como coordenadas de localización, paraje, fecha, hora, causa, superficie, especies arbóreas afectadas etc. Esta información es registrada por la dotación de bomberos que acude a apagar el incendio. Fue facilitada por el 112, Servicio de Emergencias del Principado de Asturias. Para utilizar esta base de datos, fue necesario realizar una depuración exhaustiva de la misma para eliminar distintos tipos de errores. De los 946 PI iniciales (enero - septiembre), una vez depurados quedaron 755, de los cuales 468 tenían una superficie incendiada menor a 1 ha (conatos). Por tanto para el análisis de la superficie incendiada a baja resolución en la totalidad del Principado se utilizaron solo $287 \text{ PI} \geq 1$

ha. y para el análisis en la cobertura SPOT 195 PI de los cuales solo $120 \geq 1$ ha.

Los PI han tenido una doble funcionalidad: como dato de apoyo para localizar incendios, y para validar las superficies incendiadas resultantes, estableciendo para ello una zona de influencia (buffer) de 500 m alrededor de cada PI, para minimizar el habitual error de localización en los PI.

Para la cartografía en detalle de los dos incendios de mayor superficie acaecidos durante la campaña, se contó con la información aportada en una visita rápida de campo, en la que se reconoció la zona incendiada y se registraron datos de los niveles de afección (quemado, afectado y no quemado), asociados a fotografías con su localización de toma y orientación.

METODOLOGÍA Y VALIDACIÓN

Cobertura de áreas quemadas de Baja Resolución:

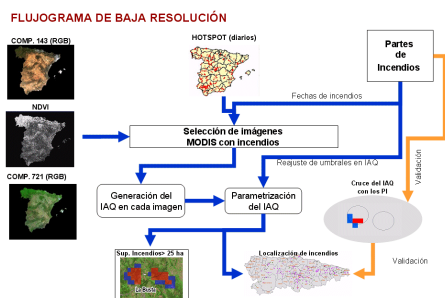


Figura 1.- Flujograma de Baja Resolución.

Apoyándose en los Hotspots y en los PI, se seleccionan las imágenes donde se localizan los incendios. A estas imágenes se les aplica el Índice de Área Quemada (IAQ) y a la superficie resultante del IAQ se le ajustan unos umbrales.

$$IAQ = \frac{1}{(\rho_{CR} - \rho_R)^2 + (\rho_{CNIR} - \rho_{NIR})^2}$$

NIR: banda del Infrarrojo cercano R: banda del Rojo

El proceso de parametrización no es sencillo y la superficie resultante se ajusta con el dato de superficie incendiada dado por el PI. Los incendios que no se discriminan correctamente, se analizan con una diferencia de Índices de Vegetación (NDVI), entre la imagen de fecha anterior y posterior al incendio a tratar. La superficie resultante que sea coincidente de ambos análisis, IAQ y difNDVI, es la que se conserva como área quemada. De este análisis se generan dos productos:

- **Superficies quemadas > 25 ha con una resolución de 250 m de píxel.** Un ejemplo de esta cartografía se puede ver en la (Figura 2). Ésta se validó comparando las superficies de los incendios > 25 ha en los PI, con la superficie quemada obtenida en el IAQ. La comparación arroja una sobreestimación de la superficie quemada por teledetección debida sin duda al tamaño de píxel MODIS (6.25 ha).

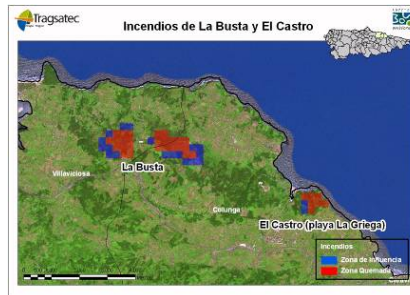


Figura 2.- Cartografía rápida de Baja Resolución.

- **Localización de los incendios > 1 ha.** Es el resultado del cruce de: los Hostpost, los PI, y la superficie quemada en la imagen IAQ. Según la coincidencia de estos datos, se asigna un valor de fiabilidad a cada incendio. Para la validación se utilizaron los PI > 1 ha. De la misma se deduce que el 91% de los incendios ≥ 25 ha están correctamente localizados (11 de los 12 incendios), ≥ 10 ha un 49% y ≥ 1 ha el 35%.

Cobertura de áreas quemadas de Alta Resolución:

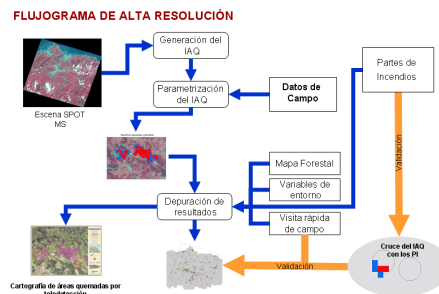


Figura 3.- Flujograma de Alta Resolución.

A la imagen SPOT4 se le aplica el Índice de Áreas Quemadas (IAQ), y con apoyo de los datos de grados de afección tomados en campo, se parametrizan los valores del IAQ. La regeneración de la vegetación que se produjo en los 5 meses transcurridos entre el incendio y la visita a campo,

ha sido el motivo de que parte de los rastros del incendio hayan desaparecido. Esto ha afectado a la toma de datos en campo y por tanto a la precisión de la parametrización, siendo menor la superficie incendiada obtenida. Ésta, posteriormente se depuró, con el fin de eliminar los falsos positivos (zonas no incendiadas) y las zonas con nubes y sombras. Los criterios de depuración, fueron:

- Depuración con el mapa forestal: Excluye de la máscara de superficie quemada las masas forestales (replantaciones de pinos) a excepción que estén confirmadas por un HS o PI.
- Depuración con variables de entorno: Sombras de nubes o relieve y superficies quemadas no confirmadas por PI o HS e inferiores a 2,5 píxeles (1000 m²).

La cartografía resultante tiene una resolución de 20 m, está compuesta por los incendios > 1 ha y < 1 ha confirmados por un PI. Lleva asociada una base de datos con los siguientes campos: identificador, nivel de daños (quemado, afectado) y nivel de fiabilidad (ver Figura 4).



Figura 4.- Cartografía de Alta Resolución.

La validación de la superficie incendiada resultante se realizó desde dos criterios:

- Validación de localización: Para ello se utilizaron los PI y una visita rápida de campo. Del cruce con los PI, se deduce que el porcentaje de localización aumenta con la proximidad a la fecha de la imagen, llegando al 100% en junio y julio, sin embargo en el mes de enero es del 59%.

De la visita de campo a una muestra de incendios, se concluye que se localizaron correctamente un 72%. De 18 incendios, visitados en campo, no se localizaron 5. Esta validación tiene un gran valor, al ser una comprobación directa sobre el terreno.

- Validación de superficies: Se compararon las superficies IAQ de los incendios > 1ha con la superficie de los PI. Se observa que a medida que aumenta el desfase entre la fecha de la imagen y la del incendio, las superficies quemadas son menores. Se ha confirmado por teledetección el 65% de la sup. de los PI. El 35 % de sup. que no

cruza, es debido a errores en los PI, incendios sin PI y falsos positivos. La precisión de identificación de la superficie incendiada visitada en campo es de un 75%.

RESULTADOS

En el año 2007 no ha habido muchos incendios. Los principales han tenido lugar entre enero y mayo. Mientras que en el periodo estival (junio – septiembre), los acaecidos son de poca entidad (< 25 ha.). La metodología semiautomática empleada ha sido operativa.

- La cobertura de BR permite disponer de una cartografía rápida de incendios, aunque debido al tamaño de su píxel (6,25 ha), tiende a sobrevalorar la superficie quemada y no permite cartografiar con fiabilidad incendios menores de 25 ha.
- La cobertura de AR permite realizar una cartografía de detalle para incendios ≥ a 1 ha. Tiende a infravalorar las superficies a medida que la fecha de la imagen se aleja de la del incendio y de la fecha de la toma de la muestra en campo para parametrizar los valores de IAQ. Se obtienen dos niveles de precisión, según la superficie quemada cruce o no con los PI. Un Nivel 1 si cruza con PI (precisión del 69%), y Nivel 2 si no cruza con PI.

Los fallos de localización y las discrepancias en las superficies, son debidos a:

- Limitación de la resolución espacial del sensor para el tamaño de los incendios a localizar.
- Fecha de la imagen de AR alejada de las fechas de los incendios. La regeneración de la vegetación es muy rápida y borra las huellas de los incendios.
- Errores de georreferenciación en los PI.

BIBLIOGRAFÍA

Inventario Forestal Nacional 2. [Madrid]: Ministerio Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.1987.

Inventario Forestal Nacional 3. [Madrid]: Ministerio Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.1998 .

Opazo, S. y Chuvieco, E. 2007. Utilización de productos MODIS para la cartografía de áreas quemadas. *Revista de Teledetección.* nº 27:27-43.

C. Recondo González, C.S. Pérez Morandeira, E. Wozniak. 2002. Cartografía de zonas quemadas en Asturias durante el período 1991-2001 a partir de imágenes Landsat TM. *Revista de Teledetección.* nº 18:47-55.