

## Evaluación del riesgo de fuegos forestales en el parque natural de Montfragüe.

Pablo J. Martínez Cobo<sup>(1)</sup>, A. Plaza Miguel, Rosa M<sup>a</sup> Pérez Utrero, David Valencia Corrales, Rodrigo Paniagua Vivás y M<sup>a</sup> del Carmen Cantero Rubio.<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup>Dep. Informática. Universidad de Extremadura. Avda. de la Universidad s/n , 10071 Cáceres. pablomar@unex.es

### Resumen

Los fuegos forestales representan un problema muy importante para todos los países del mundo, especialmente cuando ocurren en áreas pobladas. Para apagar un incendio debemos predecir de forma eficaz la dirección y velocidad con la que se propagará. Actualmente existe modelos de propagación de fuegos que necesitan utilizar información sobre orografía, vegetación, humedad ..etc. En este documento se analiza el diseño de experimentos para validar la extracción de información sobre humedad y comportamiento frente al fuego de la vegetación a partir de imágenes hiperespectrales de la corteza terrestre obtenidas por el sensor CHRIS.

### 1 Introducción

Los fuegos forestales afectan especialmente a la península ibérica por su climatología. Los fuegos que se produjeron en la región Extremeña y Portugal en Agosto de 2003 ocasionaron daños directos estimados en 53 M€, además de los daños ecológicos producidos en la vegetación y en las especies animales. En nuestro país los fuegos forestales ocurridos en los últimos 40 años han afectado a 6,4 millones de hectáreas (100 millones de árboles ardieron anualmente), cada año desaparece el 1% de nuestra superficie forestal [1]. Por estas razones la prevención y el análisis de fuegos debe ser una tarea prioritaria en nuestro país. El problema más importante, en cuanto al desarrollo del fuego se refiere, es la aparición de grandes incendios forestales que son los que causan la mayor cantidad de pérdidas en todos los sentidos. Tienen mayor frecuencia e incidencia en España, Portugal, Italia y Grecia, aunque puedan darse en otros países situados fuera de la cuenca mediterránea. En 2003 se produjeron 23 grandes incendios (>500 Ha) que arrasaron 130.000 Ha. El gran aumento en la superficie forestal arrasada en 2003 se ha debido a las extensas áreas afectadas

por los ocho grandes incendios (>500 Ha). Estos incendios tuvieron especial relevancia en Extremadura y en particular en la provincia de Cáceres, donde las localidades afectadas fueron: Valencia de Alcántara (Cáceres) 10.530 Ha, Alcuescar, Mirabel, Nuñomoral, Marchagaz, Pinofranqueado (Cáceres), Hervás, Hoyos y Tornavacas (Cáceres) [2]. En la figura 1 puede observarse la situación en la que se encontraban los incendios de Portugal y Extremadura en el verano de 2003



Fig 1 Incendios forestales en 2003

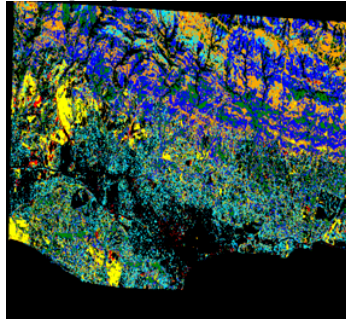
### 2 Mapas de riesgo de incendio.

No todas las especies vegetales tienen el mismo comportamiento frente al fuego, la evaluación precisa del riesgo de incendios forestales necesita

utilizar mapas temáticos de la distribución de la vegetación y de su humedad.

La discriminación de especies vegetales que tienen una respuesta parecida a la radiación, pero que presentan propiedades diferentes de inflamabilidad requiere sensores hiperespectrales con una buena resolución espacial y espectral.

En la figura 2 podemos observar el mapa de distribución de 4 especies vegetales en California obtenido por Dar Roberts [3] a partir de una imagen del sensor hiperespectral AVIRIS.



*Adenostoma fasciculatum*

*Ceanothus megacarpus*

*Arctostaphylos spp.*

*Quercus agrifolia*

Grass

Soil

Fig 2 Especies vegetales en California

## 2.1 Humedad de la vegetación

La firma espectral de la vegetación está afectada a partir de 1.4 micrómetros por el efecto absorbente del agua, por lo que la reflectividad de la vegetación sana se reduce drásticamente en el infrarrojo medio. Las medidas de laboratorio muestran una notable diferencia en esta región del espectro entre las hojas secas y las infiltradas con agua ([4],[5]).

En experimentos con hojas infiltradas con agua, el cociente entre la reflectividad en el infrarrojo medio (1.9 micrómetros) de la hoja seca y el de la hoja húmeda era del orden de 4 unidades. La observación de esta región del espectro es de gran interés para conocer el estado de vigor de la vegetación y su contenido de humedad. [4]

## 3 Análisis de la evolución de incendios forestales

A partir de la fórmula del desplazamiento de Wien puede determinarse el máximo de radiancia que produce un cuerpo negro en función de su temperatura.

$$\text{Radiancia}_{\text{max}} = 2898 \text{ micrómetros } K * 1/T \quad (1)$$

Esta expresión puede utilizarse para determinar la banda más conveniente para estudiar el fenómeno de los fuegos forestales donde la temperatura de combustión se sitúa entre 275 y 425 °C, correspondiéndole una longitud de onda entre 5.28 y 4.30 micrómetros (infrarrojo medio) [4].

En la figura 3 se utiliza la técnica descrita para evaluar la extensión y la temperatura del incendio a partir de una imagen AVIRIS de los incendios de California del 2003

## 4 Campaña de campo HIPER-FUEGO

Esta campaña fue diseñada durante la estancia de Robert O. Green (líder del proyecto AVIRIS-NASA-JPL) en nuestro laboratorio de investigación, a partir de su experiencia en el seguimiento del incendio forestal de California en 2003, utilizando el sensor AVIRIS.

Para realizar esta campaña contamos con la colaboración del sistema de **prevención de incendios en Extremadura**.

El primer paso para el diseño de esta campaña consistió en exponer el proyecto a realizar al consejero de Desarrollo Rural, a consecuencia de la cual se planificó una puesta en común con el personal de esta Consejería, que son los responsables de la lucha contra incendios en Extremadura, analizando los puntos de innovación en la prevención de incendios en los que la aportación de las tecnologías diseñadas por JPL-NASA podrían ser más aplicables: Los puntos de actuación detectados fueron los siguientes:

-Detección de la humedad de la vegetación.

-Alimentación automática del SIG INFOEX para la actualización permanente de las capas que contienen información sobre vegetación y sobre el peligro de incendios en Extremadura.

Uno de los puntos claves para la realización de la propuesta fue la concesión de un proyecto ESA para la obtención de una imagen del sensor hiperespectral CHRIS del parque natural de Monfragüe. La adquisición de la imagen está planificada para el día 3 de Julio a las 12h, la campaña de campo ha sido diseñada para cumplir los siguientes objetivos:

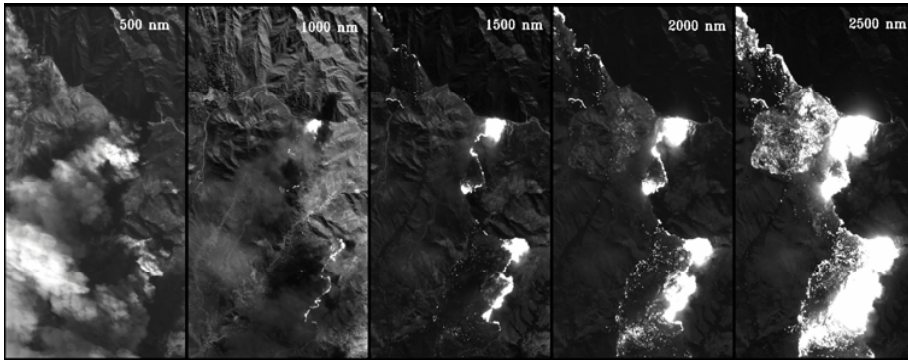


Fig. 3 Evaluación la extensión y la temperatura del incendio a partir de una imagen AVIRIS de los incendios de California del 2003

-Estudio del comportamiento de las bandas de mayor longitud de onda del sensor CHRIS, análisis de las posibilidades del sensor para detectar la temperatura de la cubierta.

- 1-Utilización de puntos de control artificiales para diseñar algoritmos de actualización rápida de cartografía.
- 2-Análisis de la capacidad del sensor para detectar la humedad de la cubierta vegetal senescente.
- 4-Estudio de las clases de vegetación detectables y su discriminación en función de su inflamabilidad.

Estos objetivos se pretenden alcanzar de acuerdo con las siguientes tareas:

- 1)Obtención de una imagen CHRIS-PROBA del parque natural de Montfragüe financiada por la ESA.
- 2)Utilización de un target de alta temperatura situado en el centro de la imagen mediante la colocación de varios vehículos en una distribución matricial, midiendo la temperatura en la cubierta de cada vehículo.
- 3)Utilización de un target de alta reflectancia de medidas 15x4, fácilmente discriminable de los pixels vecinos.

Aumento de la humedad del pasto mediante un sistema de riego circular en el que se controla la humedad a través del caudal del agua y que estará en marcha (... horas) antes de la adquisición de la imagen.

Adquisición simultánea de una imagen hiperespectral de alta resolución espacial y espectral,

utilizando el sensor hiperespectral SPECIM de nuestro laboratorio y como plataforma el avión de vigilancia y coordinación del INFOEX (Halcón mostrado en la figura 4) que realizará varias líneas de vuelo a diferente altitud sobre la zona central del parque natural de Montfragüe coincidiendo con la adquisición de la imagen CHRIS.



Fig. 4 el avión de vigilancia y coordinación del INFOEX

## 5 Conclusiones

La prevención de los incendios forestales y la lucha contra ellos debe ser una de las prioridades de los gobiernos regionales en nuestro país en el marco de la conservación de la naturaleza y el cumplimiento de los acuerdos de Kioto.

Debemos reforzar la investigación en este campo mediante el desarrollo de nuevas técnicas que permitan predecir el riesgo de incendios de manera

cada vez más fiable, en este sentido es necesario validar las nuevas técnicas mediante el diseño de campañas de campo orientadas al estudio de la vegetación en las épocas de mayor riesgo de incendio,

## **6 Agradecimientos**

Queremos agradecer la colaboración prestada por la Junta de Extremadura que nos ha facilitado el acceso a los recursos del plan INFOEX. También queremos agradecer a la Agencia Espacial Europea por concedernos el proyecto de adquisición de la imagen y al equipo del programa CHRIS/PROBA su colaboración para poder definir los parámetros de adquisición.

## **7 Referencias**

- [1] INFORME ASEMFO, Los incendios forestales quemaron Kioto
- [2] Informe Ministerio de Medio Ambiente, 2004.
- [3] D. Roberts, M. Gardner, J. Regelbrugge, D. Pedreros, S. Ustin: "Mapping the Distribution of Wildfire Fuels Using AVIRIS in the Santa Monica Mountains". VII JPL Aviris Workshop. JPL 97-21. Pasadena. California. 1998.
- [4] Chuvieco, E., Deshayes, M., Stach, N., Cocero, D. y Riaño, D.: "Short-term fire risk: foliage moisture content estimation from satellite data", en: Chuvieco, E. (Ed.): Remote Sensing of Large Wildfires in the European Mediterranean Basin. Berlin, Springer-Verlag, pp. 17-38. 1999.
- [5] Curran P.L.: "Principles of Remote Sensing" Longman, Londres. 1985.