

## DETECCION, SEGUIMIENTO Y EVALUACION DE INCENDIOS EN CANARIAS

A. González Fernández, J.C. Pérez Darías, F. Rosa González y F. Herrera Cabello.  
*Laboratorio de Comunicaciones y Teledetección.*

*Departamento de Física Fundamental y Experimental. Universidad de La Laguna.  
Avda. Francisco Sánchez s/n.38203. La Laguna. Santa Cruz de Tenerife.  
T: 922-635480, F: 922-256973, E-mail: fherrea@ull.es; aglezf@ull.es*

**RESUMEN.**- Uno de los mayores problemas en la detección de incendios mediante los satélites NOAA viene impuesto por la necesidad de fijar los umbrales de los distintos canales del sensor AVHRR, los cuales permiten distinguir si un píxel está afectado por un foco de incendio. Abordamos una posible solución que ha sido puesta a prueba en los incendios ocurridos en Las Islas Canarias. Además, realizamos un breve estudio sobre el seguimiento y evaluación de los daños causados por los incendios detectados.

**ABSTRACT.**- One of the main problems in satellite fire detection is the choice of the threshold values for the NOAA-AVHRR channels. These, allow us distinguish the fire pixels. We purpose a possible solution that have been proved with Canary Islands forest fires and a brief study about the evolution and evaluation of the forest damages caused by the fire.

### 1.- INTRODUCCION

El año 1994 fue catastrófico para los bosques españoles debido a los numerosos incendios ocurridos, principalmente en el período estival. La región canaria y en particular la isla de La Palma también se vio afectada, en los meses de Julio y Agosto.

En este trabajo se hace un estudio de dichos incendios, abordando la detección, evolución y evaluación de los mismos, aunque centrándonos en los algoritmos de detección.

La aproximación más simple utilizada para la detección de focos de incendio a través del sensor AVHRR es la de asumir que los pixels que los contienen han de estar saturados en el canal 3 (3.55-3.93  $\mu$ m). Sin embargo esto presenta algunos inconvenientes, pues la saturación de dicho canal puede deberse a otras causas: nubes de alta reflectividad, suelos desnudos y calientes, etc.

Para evitar esos problemas algunos autores proponen utilizar también el canal 4, logrando una mejor discriminación entre los pixels verdaderamente afectados por un incendio y el resto de la imagen (Kaufman et al., 1990). Un píxel se considerará afectado si cumple los tres siguientes requisitos:

- i) Canal 3 316 grados K. Asegura que se trata de un píxel con una alta temperatura radiante.
- ii) (Canal 3 - Canal 4) 10 grados K. Evita tomar como focos de incendio superficies cubiertas con escasa vegetación o superficies desnudas que se encuentren muy calientes. En un incendio esta diferencia se cumple pues el máximo de emisión a esa temperatura está desplazado a longitudes de onda más cortas, cerca del rango espectral del canal 3.
- iii) Canal 4 250 K. Se toma este criterio para evitar las nubes altamente reflectantes y cuya temperatura se supone más baja que la de tierra.

Los valores de los umbrales anteriores son obtenidos de forma empírica, lo que implica una validez asociada a ciertas zonas y estaciones, careciendo de un carácter general. Debido a esto, otros autores han propuesto diferentes niveles umbrales e incluido otras restricciones, por ejemplo (Kennedy et al., 1993):

i) Canal 3 320 K.

ii) Canal 3 - Canal 4 15 K.

iii) Canal 4 295 K.

iv) Canal 2 16 %. Este nuevo criterio se introduce como una ayuda para evitar las nubes, cuya reflectividad es bastante alta. Este valor es propuesto basándose diversos estudios realizados (Paltridge y Barber, 1988), donde se concluye que la reflectividad de los pixels afectados de incendio no supera el 12%.

## **2.- ZONA Y PERIODO DE ESTUDIO**

Se han escogido los incendios ocurridos en la primera quincena de Julio y en el mes de Agosto de 1994 en La Isla de La Palma. La magnitud de los mismos afectó a los municipios de El Paso, Garafía, Puntallana S/C. de La Palma, Breña Alta, Tijarafe, Puntagorda y Barlovento, quemándose una superficie total que superó las tres mil hectáreas.

## **3.- DATOS UTILIZADOS**

Hemos empleado como base de nuestro trabajo los datos proporcionados por el sensor AVHRR que vuela a bordo de los satélites NOAA. Concretamente se han utilizado los NOAA-9, 11 y 12. Todos estos datos han sido adquiridos y procesados en el Laboratorio de Comunicaciones y Teledetección del Departamento de Física de La Univ. de La Laguna, mediante un sistema TeraScan (SeaSpace).

Los datos de campo, que nos han sido de gran ayuda para corroborar los resultados de los algoritmos aplicados a los datos de los satélites, han sido facilitados por la Viceconsejería de Medio Ambiente, Consejería de Política Territorial del Gobierno Autónomo de Canarias.

## **4.- DETECCION**

### **4.1.- Aplicación a los incendios de La Isla de La Palma**

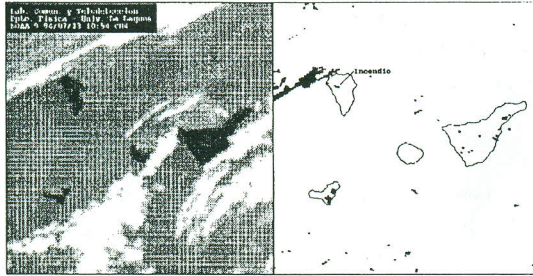
Hemos optado por empezar implementando el algoritmo con los umbrales menos restrictivos (Kaufman et al., 1990), pero añadiendo el criterio sugerido por Kennedy referente al canal 2. Este algoritmo detecta, en efecto, los pixels afectados por focos de incendio, pero no es capaz de evitar la totalidad de las nubes y los suelos calientes. Una muestra de esto puede observarse en el ejemplo de la figura 1.

### **4.2.- Posible corrección del algoritmo**

Con el fin de obtener una mejor discriminación de los incendios podemos elevar todos los umbrales y situarlos en los valores más restrictivos, como los sugeridos por Kennedy.

Sin embargo, el pasar el umbral del canal 4 de 250 a 295 K. no presenta ninguna ventaja adicional, pues las nubes con las que estamos tratando son nubes bastante bajas, debidas al régimen de Alisios predominante en Canarias, como podemos observar en las distintas imágenes presentadas en este trabajo.

Por otra parte, si aumentamos la diferencia entre el canal 3 y el canal 4 dejamos de detectar



**Figura 1.-** Imagen en el canal 4 (izquierda) y el correspondiente resultado tras aplicar los cuatro criterios con los umbrales menos restrictivos, a la derecha.

pixeles que efectivamente contienen incendio. Lo mismo ocurre al elevar el umbral del canal 3 hasta 320 grados K, como se puede observar en las figuras 2 y 3. En la parte a) se muestra la imagen en el canal 3 y en la b) el resultado de la aplicación del criterio con los umbrales más restrictivos. Podemos observar la subestimación del área afectada por los distintos focos del incendio.

Para corregir este defecto debemos adoptar una solución de compromiso, en la que se vean reflejados ambos niveles para los umbrales.

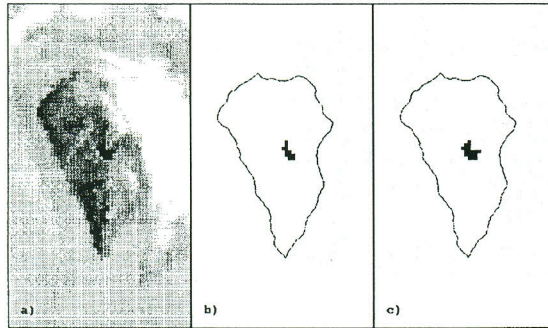
#### 4.3.- Algoritmo propuesto

Como se desprende de los apartados anteriores existe un problema en la elección de los umbrales para los diferentes criterios, siendo de especial importancia el fijar un mínimo adecuado para el canal 3. Proponemos fijar dicho umbral en el valor más restrictivo, esto es en 320 K, y detectar los pixels que cumplan las cuatro condiciones anteriormente expuestas. Posteriormente comprobar si los pixels adyacentes cumplen el criterio menos restrictivo, esto es, canal 3 mayor de 316 K. De esta forma evitamos otras posibles causas de valores altos en el canal 3 y no subestimamos el área afectada.

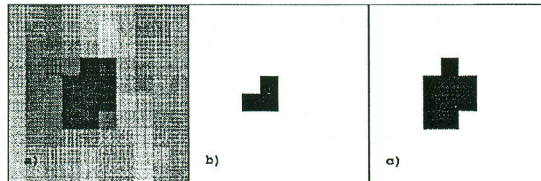
El comportamiento del algoritmo fue bueno en las múltiples imágenes de las que disponíamos, aunque se presentaron algunos problemas en ciertos pases debido a las colas de sotavento de las islas, regiones en calma que propician la reflexión de la luz solar (sun glint). Esto puede observarse en el ejemplo mostrado en la figura 4.

Para evitar este problema podríamos optar por desechar aquellas imágenes afectadas de sunglint, debido a la posición relativa entre el satélite y el sol. Pero de esta forma perdemos información que puede ser importante para el desarrollo del estudio.

La solución elegida fue la de aplicar una máscara binaria de las islas, es decir, todo cero menos en aquellos puntos que pertenecen a tierra. De esta forma eliminamos los puntos correspondientes al mar que saturan el canal 3.

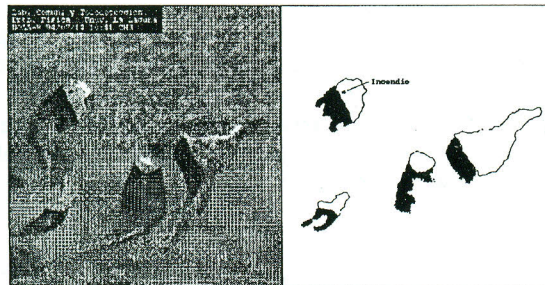


**Figura 2.-** a) Imagen en el canal 3. b) Resultado de la detección con los umbrales más restrictivos. c) Resultado de la detección con el algoritmo final propuesto.



**Figura 3.-** Otro ejemplo de los resultados obtenidos con los dos criterios. a) Imagen original (canal 3). b) Método más restrictivo. c) Método propuesto.

Una posible modificación podría ser utilizar una máscara de vegetación en lugar de una máscara de tierra, de forma que sólo pueda considerarse la existencia de un incendio el aquella parte del terreno cubierta por la vegetación. Esto aumentaría la robustez del algoritmo final, pero introduce una complicación, pues debemos preparar dicha máscara ayudándonos de los medios de los que dispongamos, labor mucho más tediosa que la de preparar una máscara de tierra



**Figura 4.-** Ejemplo de reflexión solar en el mar en calma. Imagen en el canal 3 (izquierda) y resultado de la aplicación del algoritmo propuesto (derecha).

## 5.- SEGUIMIENTO

Chuvieco y Martín (1994) proponen asignar a los pixels afectados de incendio un número diferente en cada una de las imágenes y el resto a cero, para mantener la información concerniente al día en el que se iniciaron los distintos focos. Estos números aumentan desde el primer al último día del incendio. Las imágenes resultantes se superponen prevaleciendo los valores más bajos. El mapa final refleja el día en que comenzaron los distintos frentes, pues cada día lleva asignado un número distinto.

Proponemos incluir lo que hemos denominado "estados intermedios", es decir, a los pixels que, en dos imágenes consecutivas, aparezcan afectados se le asignará un valor intermedio al correspondiente a ambas, y no el menor de los dos. De esta forma, sin perder información del día en que comienza el incendio en cada píxel, logramos una visión más clara de la evolución temporal del incendio. Consideramos interesante para posteriores simulaciones el conocer si en un momento el píxel está afectado y en el pase siguiente lo sigue estando. Igualmente sería conveniente conocer si en un tercer pase el píxel está aún afectado, pero esto complicaría sobremanera la presentación del resultado, por lo deberíamos optar por una combinación de mapas, uno que diese cuenta de las fechas de inicio y otro de la evolución. En la figura 5 se muestra el resultado de la aplicación del criterio expuesto para los tres períodos de estudio.

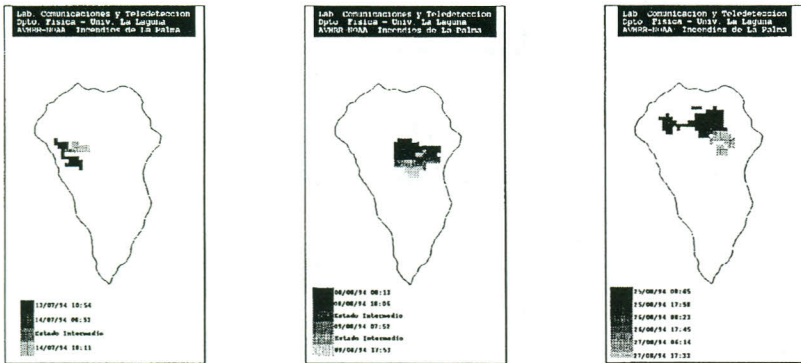


Figura 5.- Evolución de los incendios

## 6.- EVALUACION

Es bien conocida la importancia de los satélites NOAA para realizar un estudio inmediato del impacto causado por un incendio. Para ello, hemos calculado el NDVI multitemporal georeferenciado antes y después del período de incendios, con el fin de extraer la información sobre el daño producido en la cubierta vegetal. Podemos observar claramente la degradación de la vegetación, figura 6.

Puede verse de forma más clara en la figura 7, donde se ha calculado la diferencia entre ambas imágenes y se ha normalizado, obteniéndose los resultados mostrados.

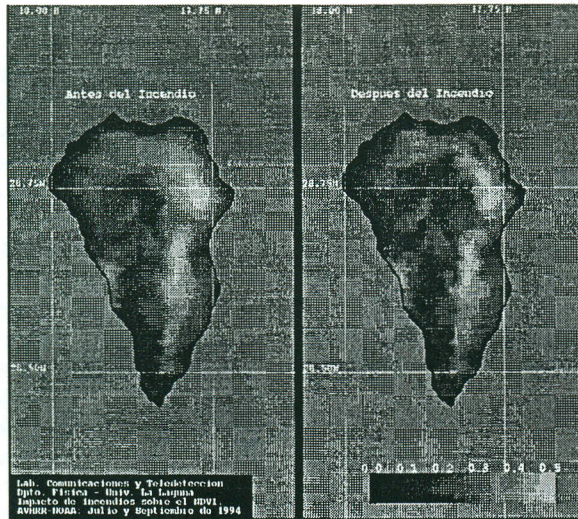


Figura 6.- Imágenes de NDVI multitemporal geo-rreferenciado.

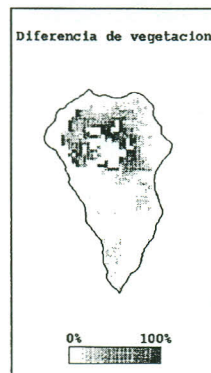


Figura 7.-

## 7.- REFERENCIAS

- Chuvieco E. y Martín M.P. 1994. A simple method for firegrowth mapping using AVHRR channel 3 data. *Int. J. Remote Sensing*, vol. 15, n. 16, 3141-3146.
- Kaufman, Y.J., Tucker, C.J. y Fung, Y. 1990. Remote Sensing of biomass burning in the Tropics, *Journal of Geophysical Research*, 95, 9927-9939.
- Kennedy, P.J, Belward, A.S. y Grégoire J.M.. 1994. An improved approach to fire monitoring in West Africa. *Int. J. Remote Sensing*, vol. 15, n. 11, 2235-2255.
- Paltridge, G.W. y Barber, J. 1988, Monitoring grassland dryness and fire potential in Australia with NOAA/AVHRR data, *Remote Sensing of Environment*, 25, 381-394.