

# ANÁLISIS DE DIFERENTES METODOS DE CLASIFICACION DE UNA IMAGEN DE SATELITE PARA CARACTERIZAR LA SUPERFICIE AFECTADA POR INCENDIO FORESTAL EN ECOSISTEMAS DE BOSQUE SECO

Dedios Mimbela. N.J  
[ninelljanett@yahoo.es](mailto:ninelljanett@yahoo.es)

## RESUMEN

En el presente estudio se aplican y se evalúan diferentes técnicas de extracción de información a partir de una imagen de satélite Landsat TM-5 para caracterizar la superficie afectada por el incendio del año 2000 en un sector del departamento de Piura. Los métodos ensayados son la clasificación digital, tanto supervisada como no supervisada, y la clasificación mediante índices de vegetación; NDVI, SAVI (substitución de la banda TM3 por la banda TM4).

Se pretende identificar y cuantificar la superficie afectada por el incendio, identificar los diferentes grados de afección de la cubierta vegetal y evaluar la validez y fiabilidad de cada un de los métodos ensayados. Además de la imagen de satélite. Se dispone de un extenso trabajo de campo.

**PALABRAS CLAVE:** Teledetección incendio forestal, clasificación supervisada, clasificación no supervisada, índices de vegetación.

## INTRODUCCIÓN

El área de estudio comprende la superficie afectada por el incendio producido en el año 2000 que ocupa parte del distritos de Chulucanas, pertenecientes a la Región Piura-Perú, localizándose el 65% concentrada la mayor superficie de área quemada en este distrito. El paisaje vegetal está constituido por un mosaico de bosques y cultivos de secano (temporales). La formación forestal antes del incendio se encontraba constituido por un bosque seco ralo producto de la regeneración natural de las precipitaciones del año 1983 (FEN). Siendo la especie predominante *Prosopis pallida* y *Capparis angulata* la especie de mayor vulnerabilidad. Entre la vegetación constituyentes de matorral representan a overal principalmente.

## **METODOLOGÍA**

Se trabajó con una imagen de satélite, Landsat ETM+ (de resolución espacial 30X30 metros por lado) captada por el sensor de fecha 13/06/00. Previamente a las operaciones de pre tratamiento de la imagen se procedió a aislar la zona que cubría el área afectada y un contorno relativamente amplio de la misma, la subescena final contenía una superficie aproximada de 200 Km<sup>2</sup>. Para la realización de la corrección geométrica se procedió a efectuar 120 puntos de control distribuidos en toda la imagen. Como función de transformación se eligió un polinomio de primer grado. El error cuadrático medio del ajuste polinómico no supero los 17 metros. El remuestreo de los números digitales a su posición corregida se realizó a partir del método del vecino mas próximo.

Se usó también información extraída de trabajo de campo usando GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Por medio de la interpretación visual de la imagen de satélite Landsat ETM+, se pudo determinar el área afectada por el incendio del año 2000, digitalizando en pantalla sobre una composición en falso color RGB 543, que resalta los tonos marrones que corresponden al área afectada y verdes de la vegetación sana. A partir de esta región delimitada se cuantificó la superficie afectada y se aplicó como mascara en las posteriores clasificaciones.

Se realizaron clasificaciones supervisadas. En la clasificación supervisada I, la selección de áreas de entrenamiento se realizó a partir del mapa obtenido por trabajo de campo de referencia, es decir se digitalizaron las áreas en pantalla y directamente sobre las diferentes unidades delimitadas en el mapa. En la clasificación supervisada II. Los campos de entrenamiento se delimitaron tomando como referencia del trabajo de campo. Las clases delimitas según los dos tipos de método supervisado puede ser consultado en la tabla I. Para evaluar la viabilidad de las áreas de entrenamiento muestreadas para representar las diferentes categorías, se empleo el método numérico, la divergencia transformada, y uno de gráfico “signaturas espectrales”.

<b>CLASES DE LA CLASIFICACIÓN I</b>	<b>CLASES DE LA CLASIFICACIÓN II</b>
Masa forestal no afectada	Masa forestal densa o afectada
	Masa forestal poco densa no afectada
Masa forestal con el sotabosque quemado	Masa forestal densa irregularmente afectada

Masa forestal irregularmente afectada	Masa forestal poco densa e irregularmente afectada
Masa forestal sufocada	Masa forestal densa totalmente quemada
Sombras	Sombras
Masa forestal totalmente quemada	Masa forestal poco densa totalmente quemada Suelo desnudo forestal quemado
Cultivos-suelo desnudo agrícola	Suelo desnudo agrícola

*Tabla1. Clases discriminadas según método supervisado*

Una vez comprobada la calidad de las áreas se procedió a la fase de asignación, la cual se realizó a partir del clasificador de máxima verosimilitud. Finalmente se obtuvieron mapas del grado de afección de la cubierta vegetal. Posteriormente se procedieron a agrupar las clases iniciales para formar una leyenda final común a las dos clasificaciones para, poder de esta manera, contrastar los resultados y superponer los mapas finales. Las clases finales se pueden consultar en la tabla 2 “El mapa obtenido a partir de la clasificación supervisada II puede observarse en la figura 2.

Se desarrollo una clasificación según el método no supervisado. Se ensayaron diversas aproximaciones: 6, 11, 15, 20, 25, 30 clusters. La clasificación no supervisada se realizó mediante el método isoclass. El algoritmo utilizado para asignar los píxeles a las diferentes agrupaciones espectrales fue el de máxima verosimilitud.

Finalmente se realizaron clasificaciones de la cubierta vegetal en función del grado de afección que presentaba a partir de índices de vegetación. Se ensayó con el NDVI con dos versiones del mismo utilizados en algunos estudios relacionados con la incidencia de incendios forestales; la versión NDVI 5 (construida a partir de la sustitución de la banda 3 por la banda 5) (Chuvieco, 1999) y la versión NDVI7 (construida a partir de la sustitución de la banda 3 por la banda 7) (Lopez y Caselles, 1991; Koutsias y Karteris, 1998 ). Por ultimo se ensayó con el índice SAVI (Soil adjusted vegetation index). La formula de este último índice se construye también a partir del índice de vegetación de diferencia normalizada al cual se le añade un factor relacionado con la reflectividad del suelo. El valor de este parámetro adoptado en el presente estudio es de 0.5 (Huete, 1998).

Las clases discriminadas a partir de los índices de vegetación se pueden consultar en la Tabla 3. Para realizar estas clasificaciones se aislaron de la imagen la zona de nubes y sombras, ya que los cocientes entre bandas tienden a minimizar el efecto de estas

categorías (Chuvienco, 1996) y por lo tanto, surgían problemas de solapamiento con el resto de las clases informacionales.

<b>CLASES DISCRIMINADAS</b>
Masa forestal no afectada
Masa forestal irregularmente afectada
Sector quemado expuesto
Suelo desnudo agrícola
Cultivos
Cuerpos de agua
Centro poblado

Tabla 2. Clases discriminadas a partir de los índices de vegetación

### **EVALUACION DE LAS CLASIFICACIONES**

La estimación de la exactitud de los mapas obtenidos a partir de la clasificación supervisada I se realizó por confrontación con la cartografía derivada del trabajo de campo de referencia. La forma de evaluarlo fue mediante un conjunto de píxeles de control (150) distribuidos estratificadamente a lo largo de la zona afectada por el incendio.

Los mapas obtenidos basándose en la leyenda diseñada a partir del trabajo de campo, clasificación supervisada II, se evaluaron también a partir de píxeles de control. Se trataba de dos grupos de píxeles de control bien diferenciados; un primer grupo de control dirigidos; es decir, se establecieron sobre la superficie representada y sobre aquellas áreas no utilizadas en la fase de entrenamiento.

El segundo grupo de píxeles de control se distribuyó sistemáticamente a lo largo de todo el área afectada por el incendio. La identificación también se realizó manual e individualmente por comparación de la respuesta espectral presentada por los píxeles seleccionados.

Las clasificaciones obtenidas a partir del método no supervisado y a partir de los índices de vegetación se evaluaron a partir de los mismos píxeles de control identificados en la clasificación II.

Todas las clasificaciones se evaluaron también a partir de tabulaciones cruzadas. La comparación de los resultados tanto por lo que respecta a la evaluación de los píxeles de control como a las tabulaciones cruzadas se realizó mediante matrices de error.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Con relación a la delimitación del contorno de la superficie afectada por el incendio del año 2000, el resultado obtenido no difiere mucho de los resultados dados por otras fuentes. Tabla 4. Hecho que demuestra la viabilidad en la utilización de imágenes de satélite para discriminar y delimitar superficies afectadas por incendios.

Por lo que respecta a la valoración de la clasificación supervisada I: Los índices derivados de la matriz de confusión alcanzaron escaso valor. La fiabilidad global fue de 0.3 y el índice Kappa de 0.16 para la leyenda inicial. Una vez agrupadas las clases, el valor de los índices aumento escasamente. La fiabilidad global paso a ser de 0.2 y el índice Kappa a 0.43

Los resultados mejoraron para la clasificación supervisada II. En el mapa inicial se alcanzaron un valor de fiabilidad global de 0.69 y un índice Kappa de 0.65. Al realizar la agrupación de las clases iniciales los valores que se obtuvieron fueron de 0.7 para el índice de Kappa y 0.76 de fiabilidad global.

En relación a las superficies obtenidas según el método supervisado y para cada una de las clases se pueden consultar en la tabla 3.

<b>CLASES DISCRIMINADAS</b>	<b>TRABAJO DE CAMPO</b>	<b>CLASIFICACION SUPERVISADA I</b>	<b>CLASIFICACION SUPERVISADA II</b>
Masa forestal no Afectada	223,37	713,25	1403,36
Masa forestal irregularmente quemada	5973,68	5972,69	7647,34
Masa forestal totalmente quemada	12010,87	9698,44	11231,67
cultivos			198,75
Suelo desnudo agrícola	7401,62	9224,25	4925,75
Cuerpos de agua		1873,92	29834,22
Total			

*Tabla 3.- Categorías discriminadas según método de clasificación*

En cuanto a la clasificación no supervisada se opto por la clase de 8 isoclass ya que a partir de ese valor las agrupaciones presentaban áreas inferiores a la unidad y agrupaciones inferiores a 15 deban llegar a 8 clases excesivamente amplias difíciles de ser interpretables. Se discriminaron 4 clases (tabla6). La fiabilidad global obtenida fue de 0.67y el índice de Kappa, 0.57.

Tabla 4.- Clases discriminadas a partir de la clasificación no supervisada.

<b>CLASES DISCRIMINADAS</b>
Masa forestal no afectada
Masa forestal irregularmente afectada
Masa forestal totalmente quemada
Cuerpos de agua
Suelo desnudo agrícola

Los índices que han dado mejores resultados en cuanto a la discriminación en grados de afectación de incendios fueron el índice NDVI y el índice SAVI con una fiabilidad global de . 0,69 en los dos casos un índice de Kappa de 0,57 y 0,58 respectivamente.

Hay que tener en cuenta que la mitad de los píxeles de control utilizados tanto para la valoración de la clasificación supervisada mm como para el método supervisado y las clasificaciones a partir de los índices de vegetación están concentrados en una región relativamente pequeña en comparación con la superficie total del incendio por lo que probablemente los resultados se encuentran sesgados. Razón por la cual se desarrollaron tabulaciones cruzadas. Ya que la evaluación se efectúa para este caso en casa uno de los píxeles que componen la imagen y además se analiza la coincidencia espacial de las diferentes unidades de superficie correspondiente a cada clase y respecto a las unidades delimitadas a partir del trabajo de campo de referencia.

## **CONCLUSIONES**

Respecto a la delimitación del perímetro del incendio, el resultado obtenido mediante interpretación visual esta dentro de los rangos de valores dados por las diferentes fuentes de información consultadas. Hecho que pone de relieve la utilidad de este método para cuantificar de manera rápida y bastante aproximada las hectáreas totales afectadas por incendios.

En general y para todas las aproximaciones ensayadas, las clases que se discriminan mejor son la clase masa forestal no afectada y la clase masa forestal totalmente quemada, siendo la clase intermedia; masa forestal irregularmente quemada la que da lugar a confusiones.

El método supervisado ha resultado ser el mas adecuado para discriminar entre las diferentes regiones de una masa incendiada según la intensidad de daños producidos por el fuego. Los clusters generados a partir de la clasificación no supervisada contienen frecuentemente diversas clases informacionales, siendo muy complicada su atribución a

una clase temática específica. El conocimiento del área de estudio ha permitido la asignación de estos clusters a las diferentes categorías presentes en el terreno. Los resultados obtenidos con este método fueron aceptables.

Los índices NDVI y SAVI han demostrado una notable sensibilidad a la discriminación de grados de afección de la cubierta vegetal, siendo la segmentación de la banda en intervalos representativos de cada una de las categorías, el principal inconveniente que presenta este método. Por el contrario, las clasificaciones obtenidas a partir de las dos versiones del índice NDVI ensayos han dado escasos resultados.

La escala de trabajo, el desfase temporal existente entre el tiempo y la toma de datos de referencia (trabajo de campo) y la fecha de la imagen de satélite y el desplazamiento espacial existente entre las diferentes coberturas digitalizadas a partir del trabajo de campo y las obtenidas basándose en el análisis digital, han resultado ser las causas principales por lo que respecta a las diferencias correspondientes tanto a las superficies de cada clase como a su localización espacial.

## **BIBLIOGRAFIA**

Chuvieco, E. 1999. Remote Sensing of large wildfires in the European Mediterranean Basin. Ed. Springer. Berlin, 212 pàg.

Eastman, R.J. 1999. Guide to GIS and image processing. Volume 2. Ed. Clark Labs. Worcester, M.A. 170 pp.

Huete, A.R. 1998. A soil adjusted vegetation index (SAVI). *Remote Sensing of Environment* (25): 295-309.

Koutsias, N. I Karteris, M (1998). Burned area mapping using logistic regression modelling of a single post-fire Landsat-5 Thematic Mapper image. *International Journal of Remote Sensing* 19:3499-3514.