

MODELIZACIÓN DEL RIESGO DE INCENDIOS Y PÉRDIDAS A PARTIR DE IMÁGENES SPOT-XS, CARTOGRAFÍA TEMÁTICA E INFORMACIÓN ESTADÍSTICA.

J. Solana, S. Merino, F. Recio y R. Jiménez

smerino@etsi.montes.upm.es

E.T.S.I. de Montes. U.P.M. Avda. Ramiro de Maeztu, s/n. 28040 Madrid.

RESUMEN

Esta comunicación presenta una propuesta metodológica que permite evaluar el riesgo de incendios y el riesgo de pérdidas en caso de siniestro. A partir de las imágenes SPOT se elabora un mapa de combustibilidad. Sobre este mapa y otra serie de capas temáticas se aplican las frecuencias y los porcentajes de causalidad de los incendios forestales (Estadísticas de incendios forestales 1986-95). Como resultado se obtiene el riesgo particularizado para la zona de estudio (mapas de riesgo frecuencial y causal). Finalmente se aplica este riesgo sobre distintas funciones de valor, obteniendo la evaluación de las posibles pérdidas para cada una de las variables tenidas en cuenta (mapas de pérdidas).

ABSTRACT

In this report we are presenting a methodologic proposal to evaluate forest fires and losses hazard in case of accident. A combustibility map has been made from SPOT images. Forest fire frequencies and causality percentages (Forest fire statistics 1986-95) have been applied to combustibility and some other thematic layers. As a result we have got the hazard for the studied area (frequencial and causal hazard maps). Finally, hazard has been applied to some value functions, the result is losses estimation for all the variables that have been consider (losses maps).

Palabras clave: teledetección, incendios forestales, riesgo incendios, función pérdidas.

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales ocurridos en España durante el decenio 1986-95 han afectado a más de 2 millones de hectáreas. Además de las graves pérdidas humanas y económicas, estos siniestros han causado importantes daños en los ecosistemas. Esta circunstancia convierte a los incendios forestales en un problema medioambiental y social de primer orden.

En los últimos años, son muchos los trabajos de investigación que han constatado que la teledetección es una herramienta de gran ayuda en la prevención, detección, seguimiento y extinción de los incendios forestales. En particular destacamos aquí su interés y demostrada eficacia en la elaboración de cartografía de combustibles y estimación del peligro.

Las causas que provocan los incendios forestales están reflejadas en las estadísticas de incendios que el DGCONA (antes ICONA) elabora anualmente, de forma que puede conocerse qué

cantidad de siniestros está asociada a cada causa. Estas mismas estadísticas proporcionan información acerca de otra serie de circunstancias propias de un incendio forestal, tales como las que afectan a la propagación del fuego (tipo de cubierta...) o las que caracterizan el territorio (propiedad de la tierra...).

Recíprocamente, si se conocen las características de un territorio, y si somos capaces de modelizar la causalidad de los siniestros (modelizando, por ejemplo, el comportamiento humano, principal responsable de la siniestralidad), podremos evaluar, y por tanto predecir, el riesgo de que un incendio forestal ocurra en un determinado punto. De esta forma, la información cualitativa es transformada en probabilidad de ocurrencia de siniestro, obteniéndose un mapa de riesgo de incendio.

Finalmente, aplicando el riesgo de incendio sobre las funciones de valor (valor de la madera, valor del uso recreativo del monte...), se obtendrá una evaluación de las posibles pérdidas.

MATERIAL Y MÉTODOS

La zona de estudio se sitúa en el noroeste de la provincia de Madrid, en las estribaciones del Sistema Central. La superficie total es de algo más de 10.000 ha, y en ella están representados una notable variedad de cubiertas naturales y urbanas.

La información de partida se agrupa en tres grandes bloques: imágenes SPOT, cartografía digital temática e información estadística (Incendios forestales ocurridos en España durante el decenio 1986-95). Toda esta información fue integrada en un GIS.

Mediante clasificación digital supervisada de las imágenes SPOT, sobre las que previamente se aplicaron distintos métodos de ajuste del contraste, filtros..., se obtuvieron un total de 18 mapas de vegetación. Por comparación de cada uno de éstos con otro mapa que se tomó como verdad-terreno (Ramos, 1982), se obtuvieron los errores de omisión y comisión (fiabilidad-sensibilidad) para cada una de las categorías de vegetación en cada uno de los 18 posibles mapas. Aplicando sendos métodos de comparación multidimensional (método de las precedencias y método de las permutas) se seleccionaron los tres cubiertas más probables. Finalmente se evaluó el mejor comportamiento frente a cada categoría, tomando de cada uno de esos tres finales, la que arrojará menor error. El resultado final fue un mapa de vegetación que en adelante denominaremos 'procedente de la teledetección'.

Modelos de riesgo de incendio

En el presente estudio se han elaborado dos modelos de riesgo de incendios atendiendo a su finalidad. El primero (riesgo actual o frecuencial) es una medida del riesgo intrínseco de incendio. El segundo (riesgo causal) trata de evaluar el comportamiento antrópico como factor exógeno de riesgo.

Se puede decir que la frecuencia del suceso 'incendio' a lo largo de un periodo de tiempo es el mejor estimador del riesgo de que el acontecimiento se repita. El territorio está definido por las características y atributos que le son propios, cada uno de estos atributos tiene a su vez, riesgos derivados de su naturaleza. El riesgo actual se analiza mediante el producto de todas las probabilidades de los factores independientes como indicadores de riesgo parcial (se pretende obtener un indicador de la frecuencia de incendio a partir de las frecuencias actuales de incendios asociadas a las características territoriales).

A partir de la información contenida en las estadísticas se elaboran los mapas de riesgo relativos a:

- Factor propiedad del monte
- Factor vegetación o formación vegetal
- Factor especie arbórea

El mapa de riesgo actual final se obtiene por multiplicación de los tres mapas de factores de riesgo señalados. La figura 1 representa la elaboración del modelo.

Buena parte de los incendios forestales están asociados a conductas arriesgadas, cuya probabilidad se puede 'georreferenciar' mediante la localización de puntos territoriales en los que se ubican los atributos que facilitan la actividad de riesgo. Si cada acción de riesgo se modeliza mediante mapas que indican la probabilidad de los factores necesarios para la acción, y a continuación se unen estos modelos en proporción a la incidencia actual de cada acción, se obtendrá como resultado un mapa de riesgo causal.

Para obtener los mapas asociados a cada conducta de riesgo, se ha tenido en cuenta la actividad y los elementos del medio que sirven para favorecerla o atenuarla. Las conductas de riesgo estudiadas son las siguientes:

- Riesgo asociado al uso ganadero
- Riesgo asociado al uso forestal
- Riesgo asociado al tránsito de fumadores
- Riesgo asociado a la quema de basuras
- Riesgo asociado a las hogueras
- Riesgo asociado a la actividad cinegética
- Riesgo asociado a la acción de pirómanos

De acuerdo con las frecuencias de ocurrencia de cada casuística se puede componer un mapa de causalidad, donde los coeficientes de ponderación son los porcentajes de las causas que se intentan modelizar con los mapas de causalidad elementales. En la figura 2 aparece el esquema seguido.

Modelos de pérdidas

Dadas las características del fenómeno de los incendios forestales, la función de pérdida pretende expresar la relación entre el valor perdido y la probabilidad de ocurrencia. Realizados los modelos de riesgo, se conoce la probabilidad de ocurrencia del siniestro en cada unidad territorial.

La función de valor de un territorio vendrá dada por el conjunto de las funciones de utilidad de los elementos que se consideren. Estos últimos se dividen en dos grandes grupos: aquellos sobre los que puede realizarse una asignación monetaria única (bienes cuantificables a precio de mercado) y aquellos para los que la función de valor es sólo ordenable (bienes no cuantificables a precio de mercado). Los mapas de utilidad establecidos dentro de la zona de estudio han sido los siguientes:

Mapa de valor en madera
Mapa de valor en leñas
Mapa de valor en pastos
Mapa de valor en frutos
Mapa de valor de la caza
Mapa de valor de la cubierta (erosión)
Mapa de valor del recreo

En la figura 3 aparece el modelo de pérdidas completo, como puede observarse los cuatro primeros mapas son sumables dado que cumplen la mutua independencia de sus objetivos y están referidos a las mismas unidades. Sobre cada función de valor resultante se aplica el mapa de riesgo actual de forma multiplicativa para obtener la función de pérdida total

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El presente estudio consta de dos grandes bloques: obtención de un mapa de vegetación mediante teledetección y modelización del riesgo de incendios y de las posibles pérdidas.

Dentro de los métodos de clasificación supervisada (teledetección) cabe mencionar que la técnica que mejores resultados ha proporcionado, contabilizando el nivel de error de omisión o significación, ha sido la asignación bayesiana pura. También se ha podido apreciar que el error de comisión no es utilizable como indicador de la bondad de la clasificación. Se ha podido apreciar que los 20 m de resolución del SPOT, proporcionan información detallada de la estructura espacial de las vegetaciones y que el mapa de vegetación obtenido presenta un pattern estructural más acorde con la realidad que otros utilizados como información a priori.

Después de analizar la vegetación presente y su estructura, se han descrito dos metodologías para obtener el riesgo de incendio: riesgo frecuencial y riesgo causal. El riesgo frecuencial se fundamenta en la estimación de la frecuencia de incendios según las características principales del monte: propiedad, tipo de vegetación y especie. El riesgo causal se

estudia a partir de modelos indirectos de las principales actividades de riesgo de incendio. Las actividades de riesgo modelizadas se han seleccionado de la estadística de incendios en España para el decenio 1986-1995. También se han tenido en cuenta los considerandos que aparecen en las principales normativas sobre incendios forestales.

A partir del mapa de vegetación obtenido mediante teledetección se pueden realizar los mapas de recursos y utilidades del medio físico. De esta forma se han obtenido diferentes componentes de la función de utilidad multicriterio.

BIBLIOGRAFÍA

Aguiló M. et al. 1995. *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. MOPTMA.

Aramburu, M.P. y otros. 1982. *Evaluación integrada de espacios naturales. Aplicación a los espacios arbolados de Madrid*. Conserjería de Agricultura y Ganadería, Monografía nº6. Comunidad de Madrid.

Chuvieco, E. et al. 1995. *Estimating forest fire danger from AVHRR data*. In: Sensor and Environment Applications of Remote Sensing. JASKNE (Eds), A. A. Balkema. Rotterdam.

Chuvieco, E. 1996. *Técnicas de Teledetección Espacial*. Editorial Rialp.

González, F., Cuevas, J.M. 1982. *Los satélites de recursos naturales y sus aplicaciones en el campo forestal*. INIA.

ICONA. 1985. *Programa BEHAVE. Manual de Instrucciones*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

Los Incendios Forestales en España durante el decenio 1986-95. D. G. Conservación de la Naturaleza. Ministerio de Medio Ambiente.

Martínez, J. E. y González, S. 1985. *Quantitative Techniques in Landscape Planning*. Lewis. N.York.

Plackett, R.L. 1981. *The Analysis of Categorical Data*. Ed. Griffin's Statistical Monographs. London.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio es parte del proyecto de investigación 'Puesta a Punto de Métodos y Técnicas para la Ordenación Integral de Espacios Forestales en la Comunidad de Madrid', subvencionado por la Comunidad de Madrid (P-06M/079/96).

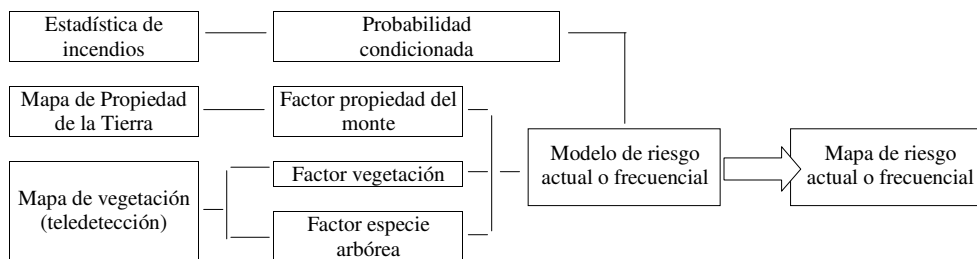


Figura 1.- Modelo de riesgo frecuencial de incendio

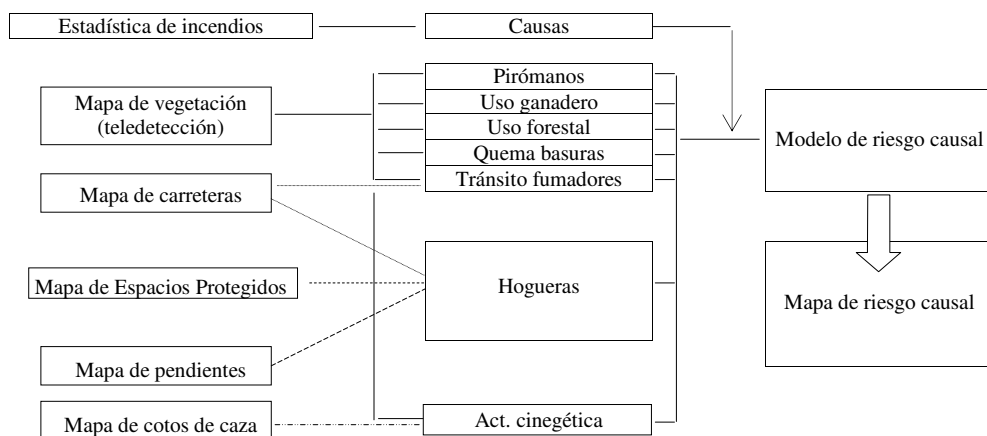


Figura 2.- Modelo de riesgo causal de incendio

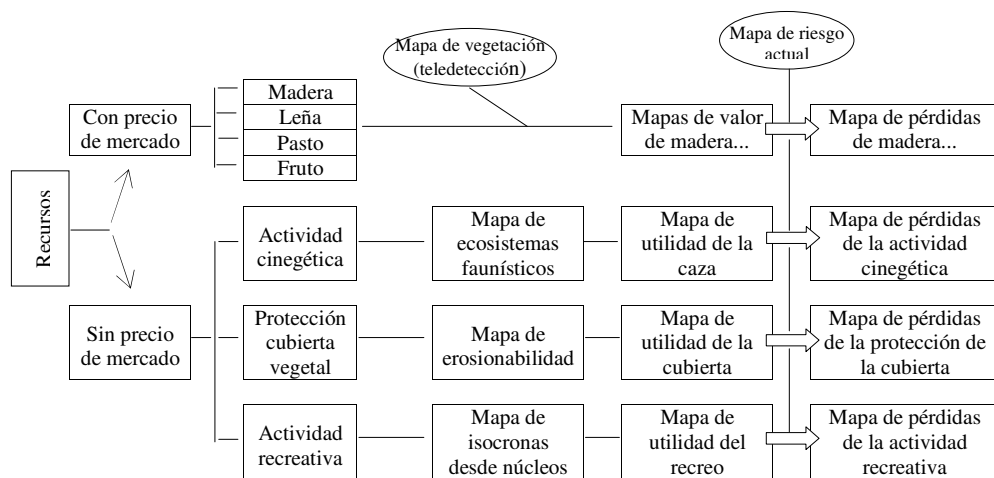


Figura 3.- Modelo de pérdidas