XVI SIMPOSIO INTERNACIONAL SELPER 2014

La Geoinformación al Servicio de la Sociedad

Memorias

Sociedad Latinoamericana en Percepción Remota y Sistemas de Información Espacial Capítulo Colombia

30 AÑOS

Medellín, Colombia
29 de Septiembre al 3 de Octubre de 2014

USO DEL SOFTWARE GVSIG EN EL DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN DE INCENDIOS FORESTALES

Uso do Software gvSIG no Desenvolvimento de um Plano de Gestão de Incêndios Florestais

Danilo Henrique Santos Silva[1], Marta Padilla Ruiz[2], Efraín Ruiz García[3], Wedja de Oliveira Silva[4]

[1,4] Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Instituto de Geografia Desenvolvimento e Meio Ambiente – IGDEMA
Av. Lourival Melo Mota, s/n, Cidade Universitária, CEP: 57310245 - Maceió, AL - Brasil
Telefone: +55 82 3214 1444
{dhsantossilva; oliveirawedja} @gmail.com

[2,3]Universidad de Jaén – UJA / Escuela Politécnica Superior de Jaén
Campus Las Lagunillas, s/n, 23071 - Jaén – España
Teléfono: +34 953 21 21 21
{fpadillaes; efrainruizgarcia15} @gmail.com

RESUMEN

Los incendios forestales constituyen la principal amenaza para la supervivencia de los espacios naturales en Andalucía - España. Concretamente, Málaga ha sido siempre una zona muy afectada por los incendios debido a su particular vegetación de matorrales y a su climatología. Por esta situación, es considerable e interesante la implementación de una base de datos geográfica que nos permita la gestión de los incendios en esta provincia. Para la realización de este trabajo empleamos el software gvSIG (Desktop), un programa libre que permite el manejo de la información geográfica tanto en formato ráster como vectorial

y el acceso a los diferentes servidores de mapas regidos según las especificaciones del OGC. Para la ejecución del trabajo fueron analizadas variables históricas, orográficas, climáticas y de vegetación, descargas a través de las fuentes de información: IGN (Instituto Geográfico Nacional); REDIAM (Red de Información Ambiental de Andalucía); Sede Electrónica del Catastro; AEMET (Agencia Estatal Meteorológica). Todos los procedimientos fueron hechos en el gvSIG, creando un mapa temático correspondiente a los de riesgo del incendio de la zona. Al final presentamos los resultados obtenidos, los que confirman la necesidad del desarrollo de un plan de prevención, estructurado y eficaz, en la zona de estudio.

Palabras claves: Gestión de Incendios Forestales, gvSIG, Zonas de Riesgo de Incendio.

RESUMO

Os incêndios florestais constituem a principal ameaça para sobrevivência dos espaços naturais na região de Andalucía - Espanha. Concretamente, Málaga sempre foi uma zona muito afetada pelos incêndios, devido a sua vegetação de arbustos e sua climatologia. Por essa situação, é considerável e interessante a implantação de uma base de dados geográfica, para gestão dos incêndios nesta província. No desenvolvimento deste artigo utilizamos o software gvSIG (Desktop), um programa livre, que permite o manuseio da informação geográfica, no formato ráster e vetorial, e também o acesso aos diferentes servidores de mapas, de acordo com as especificações do OGC. Para a execução do trabalho, foram analisados variáveis históricas, orográficas, climáticas e de vegetação, também foram baixados arquivos das fontes web de informações: IGN (Instituto Geográfico Nacional);

REDIAM (Red de Informação Ambiental de Andalucía); Sede eletrônica do Cadastro; AEMET (Agencia Estatal Meteorológica). Todos os procedimentos foram realizados no gvSIG, criando um mapa temático correspondente aos risco de incêndio da zona. Ao final, apresentamos os resultados obtidos, que cofirmam a necessidade de desenvolvimento de um plano de prevenção estruturada e eficaz na zona estudada.

Palavras-chave: Gestão de Incêndios Florestais, gvSIG, Zona de Risco de Incêndio.

INTRODUCIÓN

Los incendios forestales constituyen la principal amenaza para la supervivencia de los espacios naturales en Andalucía y no sólo suponen unas graves pérdidas ecológicas, sociales y económicas, sino que además ponen en peligro vidas humanas, causando una generalizada alarma social.

Rafael Gómez del Álamo *in* Molina (2013) afirma que el problema de los incendios forestales no es nuevo en España lo atestiguan desde los vestigios encontrados en Atapuerca sobre los primeros pobladores de la península, datados con una antigüedad de 800.000 años, como la constatación del cambio de profesión de cazador a ganadero, experimentado por nuestros antecesores, hace ya más de 7.000 años o las pruebas evidentes de incendios intencionados que aparecen recogidos en la extensa información paleobotánica y palinológica de muchos de los importantes yacimientos paleontológicos existentes en nuestro país.

Sin remontarnos tan atrás en el tiempo, en el S. XVI, en 1.558 el rey Felipe II, para remediar los males que los incendios causaban en Andalucía, Extremadura y Toledo, mandó que los montes quemados no se pastasen por los ganados sin orden del Consejo. En el S. XVIII, la Real Ordenanza de Fernando VI, para el aumento y conservación de montes y plantíos, de 7 de diciembre de 1748, impone prisión y embargo a los que incendiaren montes. En las Ordenanzas Generales de Montes de 1833 se establecía la prohibición de "llevar o encender fuego, así dentro del monte como en el espacio alrededor hasta doscientas varas de sus lindes…" (Bauer, E. 1980).

La Real Orden de 12 de julio de 1858, es el punto de partida de la actividad administrativa para defender los montes de los incendios forestales. En ella se dictaban disposiciones para prevenir los incendios, reparar los daños y perseguir a los incendiarios.

No obstante, pronto se vio que la importancia de los incendios forestales requería un tratamiento legislativo más elaborado. En consecuencia, en 1968 se promulgaba la Ley 81/1968, de 5 de diciembre, sobre incendios forestales, y en 1972 el Decreto 37/1877, de 23 de diciembre aprobaba su Reglamento.

Hasta 1968 y a raíz de la Ley de Incendios Forestales, España no cuenta con una base de datos de incendios forestales con información normalizada. La Ley de Incendios forestales propició que en la actualidad se disponga de una Base de Datos (EGIF) sobre la materia, que se puede considerar la mejor de Europa y una de las pioneras y más destacadas en todo el mundo.

Tras la aparición en España de la profesión forestal reglada y la organización de la Administración pública en este sector, entra en escena un grupo científico-técnico con responsabilidad dentro del Estado, cuya tarea principal fue en un principio, velar por la

conservación de las masas forestales, especialmente las arboladas. Este hecho lleva a que el conflicto social sobre el fuego forestal se institucionalice definitivamente, con un departamento de la Administración pública que tiene entre sus objetivos la erradicación del fuego en los montes, fuera cual fuera su origen. (Rodríguez López, J. 2012).

Concretamente, Málaga ha sido siempre una zona muy afectada por los incendios debido a su particular vegetación de matorrales y a su climatología; siendo éste un importante problema ambiental a tener en cuenta. Por esta situación, hemos considerado interesante la implementación de una base de datos geográfica que nos permita la gestión de los incendios en esta provincia y donde se presentan los diferentes factores que puedan afectar al desarrollo de un incendio y a su propagación.

En primer lugar se procede a la captura de la información espacial necesaria para su desarrollo. Esta información se estructurará en un modelo conceptual de base de datos (base de datos relacional). A continuación, se analizan las diferentes variables que pueden influir en el riesgo de incendios de una zona, obteniendo como resultado las zonas de riesgo potencial.

METODOLOGIA

La delimitación del área para el estudio de los riesgos de incendios ha sido la provincia de Málaga. Esta provincia se encuentra situada en la Comunidad Autónoma de Andalucía, al sur de la península Ibérica, lindando con las provincias de Cádiz (oeste), Sevilla y Córdoba (Norte) y Granada (Este) y al Sur con el Mar de Alborán, como presenta la localización del área en la figura 01. Tiene una superficie de 7306 km², distribuida en

101 municipios. Fue elegido concretamente la zona de los municipios de Marbella, Ojén, Istán, Monda, El Burgo, Mijas, Coín, Alhaurín el Grande, Guaro, Yunquera, Tolox, Alozaina y Casarabonela.

Figura 01: Localización de la región en España.

Para la realización del trabajo empleamos el software gvSIG (Desktop), un Sistemas de Información Geográfica de software libre que permite el manejo de la información geográfica tanto en formato ráster como vectorial y el acceso a los diferentes servidores de mapas regidos según las especificaciones del OGC. Disponible para descarga en: http://www.gvsig.org/web/projects/gvsig-desktop/official, el programa puede ser descargado en varios idiomas, lo que facilita el acceso al software.

Las variables consideradas en la realización del estudio fueron las siguientes:

- Variable histórica: ocurrencia pasada de incendios en la zona;
- Variable orográfica: pendiente y orientación del terreno;

- Variable de vegetación: usos del suelo, modelos de combustible;
- Variable climática: medias de vientos, temperaturas, precipitaciones y evapotranspiración.

Una vez desarrolladas las variables que vamos a utilizar en el trabajo, es necesario cuantificarlas en cada zona del territorio.

En la búsqueda de datos para el trabajo el primer paso fue descargar la base cartográfica numérica correspondiente a la zona, que está disponible en el Instituto Geográfico Nacional - IGN (http://www.ign.es/ign/main/index.do), de pose de eso hicimos un mapa topográfico base. En secuencia descargamos una capa de usos del suelo de la Red de Información Ambiental de Andalucía - REDIAM (http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam), para tener conocimiento del diferente tipo de vegetación de la zona.

Para la determinación de las temperaturas, precipitaciones, vientos y evapotranspiración, utilizamos datos de la Red de Información Ambiental de Andalucía, así como información de la Agencia Estatal de Meteorología - AEMET (http://www.aemet.es).

De pose de los datos, describimos los procesos utilizados en el software gvSIG hasta llegar en el objetivo final.

En primer lugar elaboramos un Modelo Digital del Terreno - MDT, y con el resultado hicimos una cartografía de pendientes, posterior a eso una cartografía de orientaciones. Procesos necesarios para analice posterior del riesgo. En secuencia fue hecho un mapa del uso de suelo.

Para cuantificar las variables de temperatura e precipitación hicimos una analice temporal de los anos de 1971 hasta 2000. Después fue hecho un mapa con la media de viento. En formato de capa ráster hicimos una media decenal prevista para los años de 2011 hasta 2040 con los datos de la evapotranspiración.

Una vez obtenidos todos los datos necesarios para la realización de la evaluación del riesgo, es necesario el análisis del efecto que tiene cada variable frente a los incendios, asignando una escala de riesgo a cada una de ellas.

RESULTADOS

La escala de riesgo se cuantifico del 0 al 100 en cada variable, siendo 100 el máximo y 0 el mínimo. Este valor numérico indicará el riesgo que provoca el valor de esta variable en cada caso.

La pendiente del terreno afecta al ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la superficie. A mayor radiación solar, mayor será la temperatura y menor la humedad del aire. Por lo que a efectos de nuestro estudio, consideraremos que cuanto mayor sea la pendiente, mayor será la velocidad de propagación del fuego y mayor será el riesgo frente a un incendio. En la tabla 01 se presenta los resultados obtenidos en este proceso.

Tabla 01: Intervalos de pendiente.

Intervalos de pendientes (%)	Riesgo frente a incendios (%)
0-20	15
20-40	20
40-60	25
60-80	30
80-100	35
100-120	45
120-140	50
>140	55

La orientación del terreno provoca variaciones con respecto al clima y la vegetación, ya que como hemos comentado, dependiendo de esta, recibirá mayor o menor radiación solar. La tabla 02 presentamos las orientaciones de los riesgos de incendios, los intervalos fueron definidos diferenciando los cuatro puntos cardinales: N (315º-45º), E (45º-135º), S (135º-225º) y O (225º-315º).

Tabla 02: Orientación con base en los puntos cardinales.

Orientación (%)	Riesgo frente a incendios (%)
315-45	5
45-135	15
135-225	20
225-315	10

Una vez obtenido el mapa de los usos del suelo de la zona, es necesario realizar una reclasificación de la vegetación según su comportamiento al fuego, es decir, según el tipo de combustible que representan. Los modelos de combustible permiten predecir el comportamiento del fuego, definiendo entre otros parámetros la velocidad de propagación y la intensidad del fuego. Para esta reclasificación hemos elegido un modelo predeterminado, la llamada “clasificación simplificada de Rothermel”, la cual supone un total de 13 modelos de combustible diferentes englobados en 4 grupos generales (Pastos, matorral, hojarasca

bajo arbolado y restos de corta y operaciones servícolas) en los que encuadraremos nuestros usos del suelo. Sin embargo, nos vimos con la necesidad de crear otro grupo denominado "Aprovechamientos agrícolas", ya que no era posible asignar distintos tipos de cultivos a los modelos predefinidos. En este nuevo grupo se encuadraran un total de tres modelos más, por lo que supone un total de 16 modelos de combustible. La tabla 03 se presenta los resultados obtenidos en esa operación.

Tabla 03: Clasificación de la vegetación según su comportamiento al fuego.

Modelo	Intensidad del fuego	Velocidad de propagación	Cuantificador
0	Nula (0)	Nula (0)	0
1	Baja (2)	Alta (6)	12
2	Muy baja (1)	Moderada-Alta (5)	5
3	Moderada (4)	Alta (6)	24
4	Muy Alta (7)	Alta (6)	42
5	Moderada (4)	Moderada (4)	16
6	Moderada - baja (3)	Moderada-Alta (5)	15
7	Alta (6)	Alta (6)	36
8	Moderada-baja (3)	Baja (2)	6
9	Moderada (4)	Moderada (4)	16
10	Moderada-Alta (5)	Moderada-Alta (5)	25
11	Moderada-Alta (5)	Alta (6)	30
12	Alta (6)	Alta (6)	36
13	Muy Alta (7)	Alta (6)	42
14	Muy-baja (1)	Baja (2)	2
15	Muy-baja (1)	Moderada-baja (3)	3
16	Baja (2)	Baja (2)	4

Ordenados quedarían de la siguiente forma: modelo 0 (0), modelo 16 (2), modelo 15 (3), modelo 14 (4), modelo 2 (5), modelo 8 (6), modelo 1 (12), modelo 6 (15), modelo 5 y 9 (16), modelo 3 (24), modelo 10 (25), modelo 11 (30), modelo 7 y 12 (36), modelo 4 y 13 (42).

Los combustibles expuestos a temperaturas elevadas sufren significativas pérdidas de humedad por efecto del calor, fenómeno que facilitará su encendido y combustión. Por lo que en zonas donde la temperatura media sea mayor, hay un mayor riesgo de incendio. En la secuencia la tabla 04 presenta la clasificación de la temperatura frente a un incendio.

Tabla 04: Clasificación de la temperatura frente al riesgo de incendio.

Temperatura (ºC)	Riesgo frente a um incendio (%)
18-20	50
20-22	57
22-24	64
24-26	71
26-28	80

Las precipitaciones influyen en el desarrollo de los incendios dado que períodos prolongados de sequía crean las condiciones adecuadas para los mismos, por aumentar la disponibilidad de los combustibles. Por otra parte, periodos de precipitaciones elevadas provocan una disminución de la propagación e intensidad calórica de los combustibles y el ambiente en general, humedeciéndolos y enfriándolos. De esta forma, se considerará que a mayor régimen de precipitaciones, menor será el riesgo frente a un incendio. Tenemos en la tabla 05 la clasificación de precipitaciones.

Tabla 05: Clasificación de la precipitación frente al riesgo de incendio.

Precipitaciones (mm)	Riesgo frente a um incendio (%)
2-3	55
3-4	45
4-5	35
5-6	25
6-7	15
7-8	5
>8	3

Fuertes vientos afectarán de forma significativa al desarrollo de un incendio, reduciendo el contenido de humedad en los combustibles al hacer más rápida la evaporación. También aumentarán el contenido de oxígeno en el atmósfera (lo que favorece la combustión) y acelerará el precalentamiento por acercar las llamas a los combustibles, de forma similar a la pendiente. Por último, cuanto mayor sea el viento, mayor será la velocidad de propagación del fuego y algunos materiales incendiados podrían trasladarse grandes distancias originando otros focos. Por lo que es clara la relación entre los vientos y los incendios, a mayor régimen medio de vientos en una zona, mayor será el riesgo de incendios, en seguida tenemos su clasificación mostrada en la tabla 06.

Tabla 06: Clasificación de la precipitación frente al riesgo de incendio.

Valor medio (Km/h)	Riesgo frente a um incendio (%)
9	30
10	35
11	40
12	45
13	50
14	55
15	60

En la atmósfera, el agua se encuentra presente en forma de vapor. Su importancia en cuanto a incendios se refiere radica en el hecho de que participa en la regulación del contenido en agua de los vegetales mediante el intercambio de vapor de agua entre las plantas y la atmósfera. Cuanto más seco se encuentre el aire, más se incrementa la pérdida de agua en los combustibles. Esta pérdida de humedad facilitará el incendio y combustión en ella. Por lo que a mayor evapotranspiración en la zona, más secas estarán las plantas y existirá mayor riesgo de incendio.

Tabla 07: Clasificación de la evapotranspiración frente al riesgo de incendio.

Evaporación (mm/unidad de tiempo)	Riesgo frente a um incendio (%)
36.599-41	10
41-45	15
45-49	20
49-53	25
53-57	30
57-61	35
61-65	40
65-68.217	45

Con todos los procesos ejecutados se ha llegado a la obtención final de seis capas ráster que contienen información relativa a las variables consideradas para la evaluación del riesgo de incendios.

El proceso seguido para la elaboración del mapa temático será la sumatoria de todas las capas y la realización de la debida proporción, obteniendo el valor total del riesgo de incendios en porcentajes.

El valor mayor que podría haberse obtenido seria 700, es decir un 100% en cada capa. Observamos en la tabla 08 que los valores significativos comienzan a partir de 175 y que el máximo de la capa es 318,392. Por lo que para obtener intervalos de porcentajes exactos, calcularemos los intervalos correspondientes a unos porcentajes predefinidos, aplicando la simple proporción conocida de que 700 es al 100%.

Tabla 08: Valor total del riesgo de incendios.

Intervalos de porcentajes	Intervalos de la capa
<25	175
25-27.5	175-192.5
27.5-30	192.5-210
30-32.5	210-227.5
32.5-35	227.5-245
35-37.5	245-262.5
37.5-40	262.5-280
40-42.5	280-297.5
42.5-45	297.5-316
>45	316

Aplicando esta tabla de color obtendremos finalmente el mapa temático correspondiente a los riesgos de incendios de la zona, presentado en la figura 02.

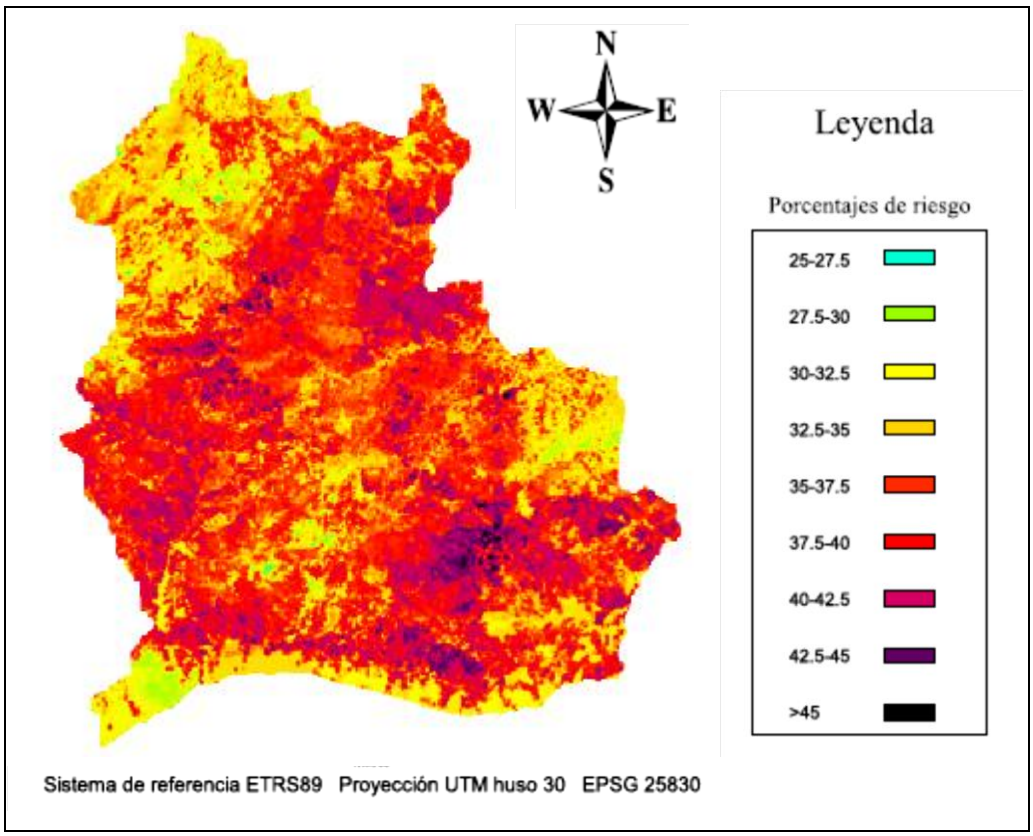

Figura 02: Mapa de Riesgo de Incendios.

CONCLUSIONES

Analizando el resultado final, pueden extraerse las siguientes conclusiones:

- Se reafirma el hecho de que la zona es una zona con un riesgo de incendio alto, obteniéndose valores entre el 25 y el 45% de riesgo.
- Existen pocas celdas con valores comprendidos entre el 25 y el 30%, la mayoría de las celdas están englobadas entre el 30 y el 45%.
- Si se compara con el mapa topográfico base, se observa una correlación entre la topografía y el riesgo. Las zonas de mayor riesgo coincides con las zonas de sierra. Se reafirma que la pendiente es una de las variables que más influye en el cálculo del riesgo.
- Las zonas más llanas de Coin, Marbella y El burgo, son zonas con menor índice de peligro. En el caso de Marbella, se observa claramente la escasez de riesgo debido a los grandes núcleos de población existente y a la extensión de la playa.
- Por otra parte, existe una zona del parque natural englobada en la mayor zona de riesgo, por lo que sería conveniente la aplicación de medidas preventivas en estas zonas.

Estas y otras conclusiones servirán como ya hemos mencionado, para la elaboración de planes preventivos y la implantación con un correcto criterio de diferentes medidas de seguridad que ayuden a erradicar la ocurrencia de incendios en la zona, ya que supone una alta pérdida tanto a nivel económico como ecológico y cultural.

BIBLIOGRAFÍA

Bauer, E. 1980. Los montes de España en la historia. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación.

Molina, C. M. Investigación Geohistórica Sobre las Causas de los Incendios Forestales Universidad Complutense de Madrid. Madrid – España. Descargado en: http://www.revistamontes.net/descargas/revista/114/Cristina_Montiel_Web.pdf

Molina, C. M. (Coordinadora). 2013. Presencia Histórica del Fuego en el Territorio. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Madrid – España.

Rodríguez López, J. 2012. Percepción social del fuego forestal y su ecología. La necesidad de un cambio de orientación. Revista Foresta.