

Optimización de sistemas de detección¹

Rafael Pérez, Cesar Ventosa, Domingo Villalba²

Situación

De nada sirve tener los medios y el personal más capacitado de extinción si llegamos siempre tarde porque la detección y alarma se demora o es imprecisa. El factor humano ha sido un factor limitante en la eficacia de los puntos fijos de vigilancia desde torres o refugios más cuando en algunos caso era la salida de muchos malos combatientes con grandes carencias formativas de base que no pasaban el reconocimiento médico y se les recolocaba en los puestos de vigilancia.

Por otro lado, la estacionalidad de dichos puestos condiciona la motivación y permanencia o continuidad de los trabajadores con la consiguiente pérdida en conocimiento en la labor a realizar e incremento en el esfuerzo selectivo y formativo de las reiteradas nuevas incorporaciones.

No obstante, existen factores positivos que equilibran la situación descrita. Muchos de las vacantes se han cubierto con mujeres jóvenes del ámbito rural que en comparación con los hombres que han sustituido destacan por su implicación, seriedad y eficacia en realizar su trabajo. Por otro lado, de siempre algunos puestos son ocupados por estudiantes con la ventaja de ser personas concienciadas de la importancia de su trabajo para la conservación de la naturaleza. Los sistemas de comunicación redundantes por la telefonía móvil, la mejora de las radiocomunicaciones, la construcción de puestos nuevos, la apuesta formativa de todos los años y el perfeccionamiento de los procedimientos de detección, todo ha contribuido a consolidar un sistema de puestos de vigilancias fijos sólo para las épocas de peligro alto y medio.

Las nuevas tecnologías y la innovación ha sido visto como oportunidad de disminuir el tiempo de detección y aumentar la precisión de la ubicación del foco. De esta forma, siempre se ha estado abierto a ensayar y probar nuevas propuestas que optimicen el sistema clásico de vigilancia desde una atalaya con alidada para dar los rumbos, emisora y prismáticos en mano.

¹ La presente comunicación integra los resultados de varios programas de I+D+I en detección de incendios forestales.

² Técnicos Incendios Forestales de Soria, Zamora y Castilla y León. España.

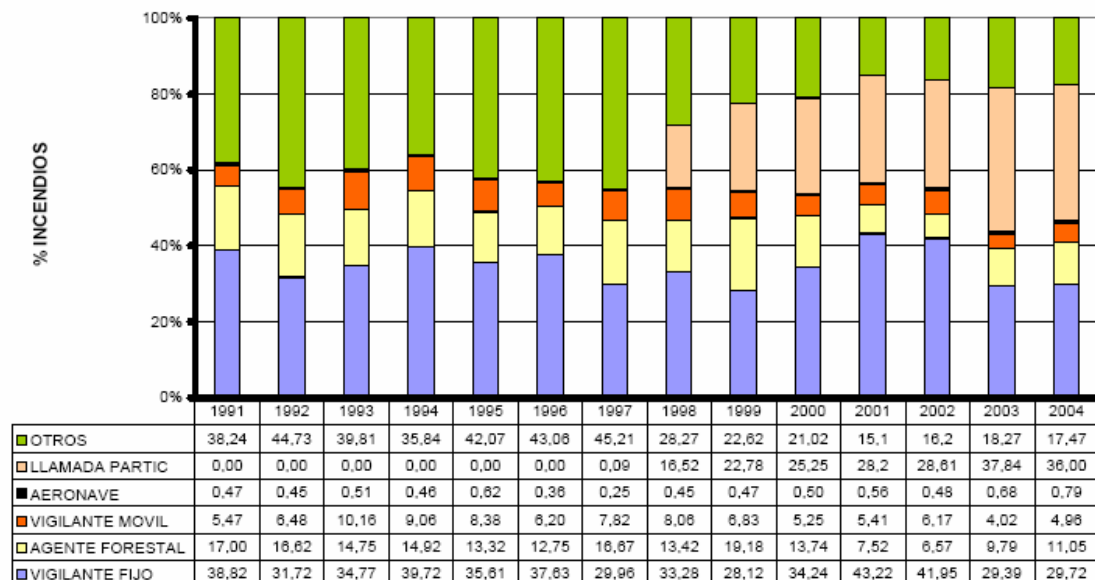


FIGURA 1: Detección de incendios forestales en España (1991-2004). EGIF. Ministerio de Medio Ambiente.

Desde el comienzo del número de emergencias universal 112, el boom de la telefonía móvil y la alarma social que crean los incendios forestales en España, el aviso mediante llamada telefónica de particular ha ido creciendo hasta llegar casi a un 40% del total de los fuegos, seguido por la vigilante fijo.

Requisitos de detección

En tiempo: ¿Cuál es el tiempo límite permitido de detección? ¿Qué parámetros o factores influyen?

Para contestar a esta pregunta primero debemos saber cual es el tiempo transcurrido entre ignición y detección. Para esto la Estadística de Incendios Forestales (EGIF) no nos da respuesta ya que a las instrucciones del parte de incendios que alimenta dicha base de datos, nos dice que se considere la hora de detección como la hora de inicio.

Para poder conocer ese intervalo temporal de suma importancia se puede estimar por tres métodos:

1/ Cuando llega el primer medio al incendio se debe anotar la hora y levantar el perímetro, con dichos datos y los solicitados en cualquier programa de predicción del comportamiento del fuego podemos ver el tiempo necesario para que el fuego se halla extendido como lo vimos. A este tiempo hay que restarle los minutos transcurridos desde la alarma hasta la llegada del primer medio y ya tenemos el tiempo de detección. Método complicado, laborioso y no exento de error en las simplificaciones de la realidad a que estamos obligados con los modelos de comportamiento del fuego.

2/ Por los informes de las helitransportadas, evaluación del fuego al llegar, y medición del tiempo transcurrido. Siendo una simplificación del anterior detecta muy bien las demoras excesivas de la detección.

3/ Con botes de humo, hogueras, quemas controladas y anotar desde que se empieza a emitir humareda hasta que es detectada.

El tiempo promedio de detección nos va a dar un indicador de eficacia general de la red fija de vigilancia pero hay que tener en cuenta algunos factores, por orden de importancia: visibilidad tanto orográfica, atmosférica como lumínica. No obstante, este cálculo no responde a nuestra pregunta.

De perogrullo sería decir que en el menor tiempo posible pero hay que tener una pauta y esta debe venir dada por;

- Tiempo de llegada del primer medio suponiendo siempre un helicóptero con tiempo de salida legal entre aviso y despegue de diez minutos. Si el fuego se produce cerca de donde tenemos la base de helicóptero el breve tiempo de llegada permitirá una demora en el de detección.
- Modelo de combustible.
- Condiciones meteorológicas.
- Situación orográfica.
- Bienes amenazados o peligro potencial.
- Simultaneidad de fuegos o combinación con quemas autorizadas.

En la peor situación posible, por combinación de todas las anteriores, pongamos un tiempo mínimo de un minuto entre ignición y detección-localización-alarma, el primer medio de extinción (no el Agente Medioambiental) llegará estadísticamente de promedio (datos EGIF 1996-2005) en 20 minutos. Para las peores condiciones de propagación, en el peor sitio, el tiempo transcurrido obligará a planificar un ataque ampliado con el fin de controlar el fuego.

Moraleja:

1/Existen otros aspectos de la vigilancia de valor añadido más importantes que el tiempo de detección.

2/ Para focos en buena y media visibilidad los tiempos de detección nunca deberían superar los cinco minutos.

En el espacio: ¿Con que precisión se necesita localizar una alarma?
¿Métodos?

Uno de los valores añadidos es poder conocer con precisión donde se está desarrollando el fuego y que está quemando. ¿Influye mucho saber si está el fuego por debajo del camino o por encima? Rotundamente sí. De esta forma, estamos hablando de precisión submétrica.

En la valoración del peligro potencial.¿ En un primer momento necesito una evaluación inicial? ¿Qué indicadores puedo tener?

En principio velocidades de propagación de dos metros minuto no son tan raras y si el primer medio tarda en llegar en promedio 20 minutos, más los 5 minutos que no nos los quita nadie de tiempo de detección, cuando lleguemos al fuego tenemos que la longitud que ha recorrido la cabeza ya es de 50 metros, ya habrá quemado mínimo una hectárea. En un día de principios de agosto, a las tres de la tarde, con la continental sahariana encima, ponte a apagar y a pagar las consecuencias. De esta forma, es importantísimo una evaluación inicial lo más precisa posible de la alarma. Perder segundos en el despacho inicial de medios es tener al final que destinar muchas horas de muchos medios de extinción y lamentar la pérdida de muchas hectáreas de monte.

Junto a la detección, la valoración de la situación, la estimación del peligro potencial, está la observación de las condiciones meteorológicas (mejor medias que estimadas) siendo muy aconsejable que cualquier sistema de detección lleve parejo e incorporado la recogida de información meteorológica en tiempo real.

Un caso particular de requisitos de detección son los fuegos provocados por rayos. Gracias a los radares del INM (Instituto Nacional de Meteorología) podemos tener cada 10 minutos los impactos con sus coordenadas con una precisión de 100 metros y además podemos saber si la tormenta viene seca o con agua. Todo ello integrado en un SIG (Sistema de Información Geográfica) nos da una información precisa para buscar posibles fuegos latentes.

Resultados diversos sistemas

DETECCION PUESTOS FIJOS Y VIGILANTES MOVILES

Descripción del sistema: Torres, puestos de vigilancia o refugios distribuidos en puntos estratégicos de gran intervisibilidad donde una persona realiza una labor de observación, localización y alarma de cualquier humo.

Tiempo de detección: Promedios estimados de 10 minutos. Peligro de casos puntuales de tiempos extralimitados con consecuencias catastróficas.

Precisión localización: Necesidad de avistamiento por al menos dos puestos y si es posible uno más de control. Influye mucho los ángulos agudos de las visuales así como las distancias al punto de observación. Otro gran problema es el mal diseño de la red ya que por lo general no han sido diseñada como tales sino suma histórica de nuevos puntos según se ejecutaba la tarea de repoblación de los montes en toda España desde los años 60 hasta nuestros días.

Valoración inicial del peligro: Se reduce a una descripción de la columna de convección junto a las observaciones meteorológicas.

Discriminación de alarmas: Muy eficaz en segregar humos habituales incluso quemas autorizadas, dificultades de visibilidad ante polvaredas y fuegos de diferente naturaleza a la forestal.

Detección de fuegos simultáneos: Muy eficaz ante múltiples quemas, hogueras y humaredas, y ante la detección de fuegos provocados por rayos siempre cumpliendo las condiciones de seguridad y protección ante tormentas eléctricas de los puestos de observación.

Utilidad: Imprescindible. Necesidad de un análisis de idoneidad de la Red de puestos fijos. Radio de vigilancia entre 15 y 30 km.

CAMARAS TERRESTRES

Descripción del sistema: Red de cámaras de vigilancia sobre torres metálicas en imagen visible e infrarrojo. Motorizas para barrer en el eje horizontal 360° y en el vertical 65°. Automáticamente da alarmas de foco de calor, no salta por humo. Transmisión de la imagen y datos asociados por red propia de microondas a enlazar central provincial de Soria.

Tiempo de detección: Máximo teórico de cinco minutos que es el que tarda el dar una vuelta de 360°.

Precisión localización: Submétrica ya que está asociada la información que capta a un Sistema de Información Geográfica.

Valoración inicial del peligro: Excelente ya que además de aportar una imagen en tiempo real aporta observaciones meteorológicas en continuo de temperatura, humedad relativa y por supuesto viento.

Discriminación de alarmas: Excelente, incluso como se ha podido comprobar en situaciones de calima o visibilidad reducida.

Detección de fuegos simultáneos: Si los focos están en la cuenca visual de una sola cámara puede perderse velocidad de detección por entretenerse en la monitorización del primer foco o de los más importantes. Como red de vigilancia excelente.

Utilidad: Automatización de la detección y aporta mucha información en tiempo real. Sistema no autónomo pero casi. Necesita de operadores tras el sistema. Radio de vigilancia entre 8 y 10 km. Muy eficaz en la discriminación precoz de falsas alarmas, radios de vigilancia limitados.



Figura 2. Cámaras de detección Sistema GESMACOM, tierras altas Soria.

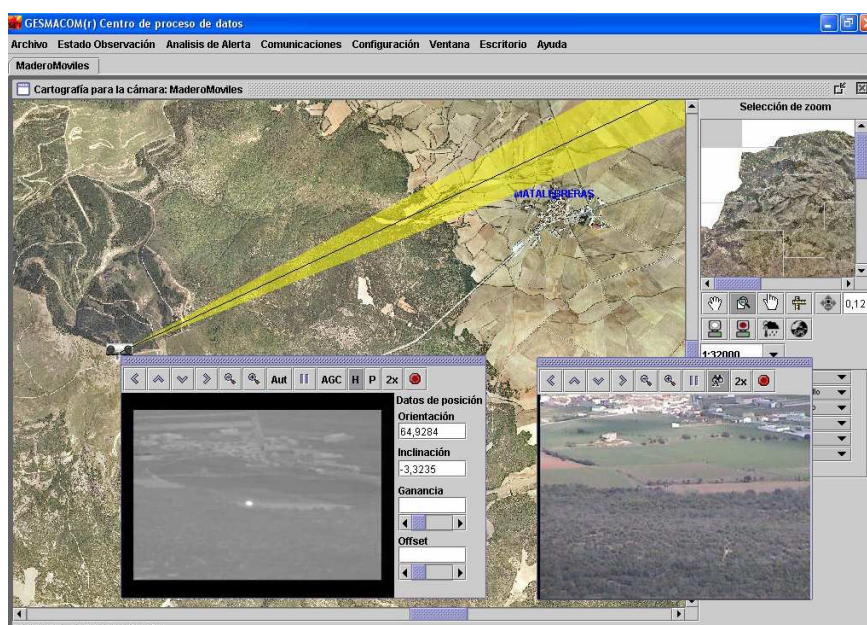


Figura 3. Interface del sistema GESMACOM.

SATELITES

Descripción del sistema: Desde el año 2003, hemos utilizado el producto desarrollado por LATUV (Laboratorio de Teledetección de la Universidad de Valladolid) denominado puntos calientes (hotspot) que consiste básicamente en la detección y monitorización de incendios por satélites de baja resolución. Hotspot fue generado como parte de un paquete de productos de observación de la tierra (EOS) dentro del proyecto REMFIRESAT financiado por la ESA (Agencia Europea del Espacio) y desarrollado por INSA.

Los puntos calientes (CALLE et al., 2005) o *hot spot*, son capas *shape* de puntos; se definen como cuadrantes que presentan una temperatura elevada y por lo

tanto pueden ser potencialmente focos de fuego. Son originados a partir del MODIS, recibándose con distinta frecuencia diaria, mínimo una vez y por norma general dos. También se han descargado puntos calientes detectados con el radiómetro SEVIRI del METEOSAT, con el fin de probarlo e ir ajustándolo. Ha habido una gran diferencia entre el número de puntos calientes detectados en el 2003 y el 2004 dentro de la provincia de Salamanca; fue mucho mayor el primero ya que se presentó más negativo en cuanto a la cantidad y magnitud de los incendios y con unas condiciones meteorológicas mucho más desfavorables.

En el año 2004, del 14 de julio al 8 octubre, se detectaron 51 hotspot confirmados como fuegos forestales en el territorio de Castilla y León y en el 2005, del 11 de enero al 28 de septiembre, 117. Las calibraciones de los algoritmos ha suprimido la cantidad de falsos fuegos pero la resolución y la frecuencia de pases son inconvenientes insuperables que relegan a este sistema a porcentajes del numero de incendios forestales detectados entre 4 y 5 % del total.

A partir del 2006, gracias a un acuerdo entre la empresa METEOLÓGICA S.A. y el LATUV se ha tenido la información suministrada de puntos calientes en el sistema meteosig.jcyl.es.

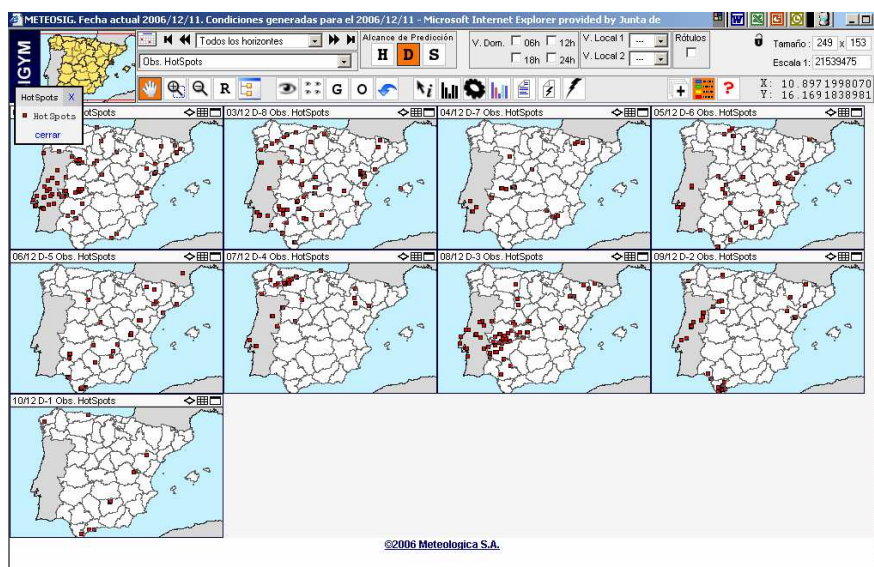
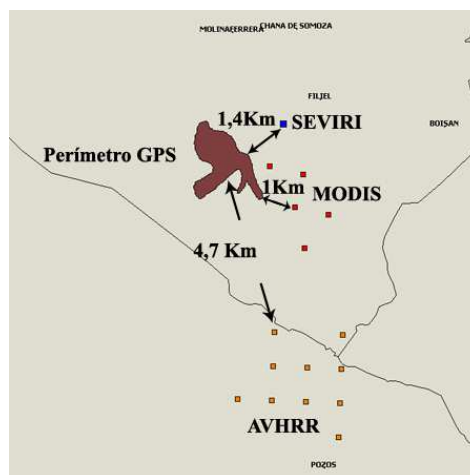


Figura 4. Pantalla de visualización de hotspot D-10 meteosigjcyL.

Tiempo de detección: Siempre es función de la coincidencia de potencial de fuego suficiente para que el sensor del satélite "vea" el fuego con el pase horario de la banda del satélite. Los tiempos de procesado de la información y descarga pueden ser optimizados.

Precisión localización: Depende del satélite utilizado, el promedio es de unos mil metros.

Figura 5. Se pueden ver Hot Spots generados por distintos satélites, y las distancias entre ellos y el perímetro tomado con GPS.



Valoración inicial del peligro: Si se combina con la información suministrada en el meteosig.

Discriminación de alarmas: Ineficaz y además genera falsas alarmas.

Detección de fuegos simultáneos: La visión de conjunto es muy buena siempre que los fuegos tenga suficiente intensidad.

Utilidad: Fuegos no detectados por estar en zonas remotas o en épocas de no activación de red de vigilancia fija. Detección y seguimiento de los llamados incendios amenaza aquellos que se desarrollan fuera de nuestras fronteras. Radio de vigilancia entre 1000-5000 km de banda.



Figura 6.16 de agosto de 2005, ha aparecido un Hot Spot cerca de Barjacoba del que no tienen conocimiento en el CAM. Una vez consultado con el CPM DE Zamora, han confirmado la existencia de un incendio en la zona.

VIGILANCIA AEREA

Descripción del sistema: La utilización de UAV o de un avión tripulado en ambos caso con una cámara de infrarrojos, con el objetivo de detección y monitorización de incendios. Diariamente una vez determinada las zonas y horas de mayor riesgo, se diseña la ruta de vigilancia a realizar.

Tiempo de detección: Depende del azar que el pase del avión coincida con el momento de la ignición. Para la vigilancia de ciertas actividades de riesgo el tiempo de detección puede ser instantáneo.

Precisión localización: Submétrica.

Valoración inicial del peligro: Inmejorable más si se transmite a los Centros de Mando la imagen en tiempo real como el servicio que presta la empresa de Israel Aeronautics.

Discriminación de alarmas: Muy eficaz todo depende de los operadores que deben analizar las imágenes.

Detección de fuegos simultáneos: Muy apropiado si está en la zona, más que para la detección sirve para tener la imagen de conjunto.

Utilidad: El disponer de imágenes de gran calidad en visible e infrarrojo, en



Figura 7. Centro de control, UAV y unidad móvil en aeródromo de La Matilla, Valladolid.

tiempo real, en los Centros de Mando, nos permite tomar decisiones de despacho de medios totalmente fundamentadas. Como sistema de detección de fuegos se cree que nunca podrá funcionar, los resultados en este sentido ha

sido muy malos, en los tiempos de prueba. Los sistemas ensayados no son automáticos sino que dependen de la atención y agudeza visual de los operadores. Radio de vigilancia entre 35 y 40 km dentro de su ruta de vigilancia. Muchos limitantes: nubes, falta visibilidad, calibración y discriminación de focos,...



Figura 8. Diversas imágenes de un mismo fuego en Ricobayo, Zamora.

Conclusiones

- 1.- La Red fija de vigilancia es insustituible ante los requisitos del sistema de extinción de incendios: índices de alerta, humos habituales, detección instantánea (en tiempo y forma), descripción accesos, evolución, ...
- 2.- Factor humano más fiable y rentable que la tecnología. La visión de la persona es dual; panorámica y puntual.
- 3.- Automatismos no eficaces o no calibrados todavía. La automatización de los procesos no llega a prescindir de las personas como vigilantes diferidos.
- 4.- Necesidad de apoyo tecnológico a la vigilancia y detección desde puestos fijos o móviles. Rentabilidad inmediata de dichas pequeñas inversiones. Simplemente con proporcionar al vigilante un teléfono móvil con cámara para enviar a la Central la imagen del humo puede optimizar mucho la valoración inicial del peligro potencial del incendio evaluando la columna de convección.
- 5.- Los hot spot es un buen producto pero que debe mejorar operativamente y la información debe ser de mejor resolución espacial y temporal.

6.- La vigilancia aérea se estima más útil como evaluación y seguimiento del fuego que como la capacidad de detectar y alertar de su existencia.

7.- Necesidad que la red de vigilancia y detección cubra todo el territorio no sólo las zonas forestales combinando los diversos sistemas descritos.

Referencias bibliográficas

CALLE, A., ROMO, A., MOCLAN, C. & Casanova, J.L. (2005). **Analysis of forest fire parameters using BIRD, MODIS & MSG-SEVIRI sensors. New strategies for european remote sensing.** Ed. Millpress, 2005. Rotterdam.

CASANOVA, J.L., CALLE, A. & GONZÁLEZ-ALONSO F. (1998). **A Forest Fire Risk Assessment obtained in real time by means of NOAA satellite images. Forest Fire Research.** III. International Conference on Forest Fire Research and 14th Conference on Fire and Forest Meteorology. Volume I: 1169-1179.