



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-447

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Análisis de incendios en tiempo real. Sistema de monitorización y seguimiento de incendios.

RUIZ GUTIÉRREZ, C.¹, SENRA RIVERO, F.¹ y MARTÍNEZ CARMONA, J.³

¹ Centro Operativo Regional Plan INFOCA. Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía

³ Servicio de Restauración del Medio Natural. Dirección General del Medio Natural y Espacios Protegidos. Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía

Resumen

El análisis de los incendios en un contexto normalizado es una herramienta fundamental de gestión. Su documentación cartográfica suele difundirse después de la emergencia. El reto del analista es hacerlo y transmitirlo en tiempo real. La gestión de información durante un incendio forestal es la base para anticiparse. Esto implica saber qué está pasando, qué va a pasar, y cómo actuar en consecuencia. INFOCA ha definido un procedimiento de trabajo que permite generar informes normalizados de análisis en tiempo real. A partir de un seguimiento diario de incendios, climatología y meteorología, y sobre un lenguaje cartográfico normalizado, el desarrollo de Add-ins para ArcGIS reduce los tiempos de producción en el análisis del escenario, seguimiento del incendio y en la gestión jerárquica y temporal de la información. Los análisis de evolución se remiten al Centro Operativo que gestiona la emergencia y a los técnicos asignados, actualizándolos cada 30-60 minutos. En ellos se identifica el perímetro provisional, ejes de propagación, zonas de potencialidad, y zonas críticas y de oportunidad para las operaciones de extinción. El informe incluye el tipo y patrón de incendio, meteorología, seguridad e implicaciones operativas. Este análisis se actualiza según comportamiento, evolución de los frentes y operaciones de extinción.

Palabras clave

Prevención y extinción, riesgo y vulnerabilidad, combustibles forestales, GIF, cartografía.

1. Introducción

El origen de las unidades técnicas de análisis de incendios forestales proviene del USFS cuando empieza a crear dentro del ICS la posición de Analista. Esta posición inicialmente tiene la única función de apoyo a la toma de decisiones a medio y largo plazo. Es decir, manejan principalmente datos meteorológicos y empiezan a hacer proyecciones de comportamiento para ajustar la planificación de maniobras en los días venideros. Este planteamiento inicial funciona para episodios de larga duración, es decir, en la escala de semanas, algo que no encajaba en la realidad mediterránea donde estas simulaciones y análisis no eran aplicables a incendios que duran horas o a lo máximo días.

En los años 90, en Francia se crean los grupos de apoyo a la toma de decisiones para la dirección y coordinación de operaciones aéreas, especialmente con los canadair. Estos grupos hacen un progreso en el concepto análisis al trabajar ya en el rango de las 12 horas diurnas operativas de estos medios.

A finales de los 90 empieza a formarse la figura del analista operativo o de confinamiento. Este concepto implica la aparición de equipos cuya función es la de trabajar por delante del incendio en horas. Es decir, plantear la solución del potencial del incendio en franjas horarias de dos a 4 o 8 horas en adelante. Básicamente estos grupos son una evolución a medio camino entre el dirección de extinción y del analista clásico o de apoyo. Su función es la de planificar operaciones para disminuir el potencial de un incendio y facilitar la extinción final. Es decir, no hacen extinción, confinan el incendio y preparan la extinción. Estos grupos de trabajo que partieron desde California asumen después la parte de planificación operativa y de riesgo al estilo francés.

La filosofía del trabajo de análisis es poder permitir que el director de extinción se pueda concentrar en el AHORA mientras preparan lo que viene de INMEDIATO, mientras el director de la extinción piensa en incendio-recursos, el analista piensa en incendio-potencial.

Proceso de creación de Unidades de Analistas en Europa, España y Andalucía.

Estas unidades se crean en 1999 en Cataluña. Son los grupos GRAF y su función es la de dotar a los elementos de extinción de la visión proactiva y eliminar la tipología de acción reactiva dominante en el ambiente de Bomberos y el Forestal. El 2003 se expanden a Francia con un convenio y empiezan a crear unidades GRAFF y grupos de análisis. El 2005 al 2007 se da apoyo y formación a Portugal, para la creación de los GAUF junto con el proyecto FIRE Paradox. El 2007 se empieza con el apoyo a los wildfire groups en Inglaterra para coordinar los grupos de apoyo a incendios en las zonas del centro y norte de Europa, que ahora implican a más de 70.000 profesionales. A partir del 2008, este tipo de diseño se exporta al WOF y empieza a fijarse en las zonas africanas con incendios, como África del Sur y Zimbawe.

En 2010 se crea la UNAP (Unidad de Análisis y Planificación) del Infocam (Castilla la Mancha) así como los grupos de análisis del Gobierno de Aragón.

En Andalucía la figura del analista se empieza a forjar en el 2009 basándose en las experiencias y conocimientos adquiridos y colaboraciones con otros dispositivos de la Península, así como por el conocimiento de esta figura en el continente Americano. Durante tres años se trabaja en la figura del analista dando como resultado el proyecto de análisis y seguimiento de incendios forestales que se detalla más adelante. En el 2012 tras varios años de intenso trabajo sobre el proyecto, con buena aceptación dentro del dispositivo se crea la figura del **Técnico de Operaciones Analista**, con dos puestos en el COR.

Análisis y seguimiento de incendios forestales en el Plan Infoca.

El Plan INFOCA cuenta con uno de los dispositivos de extinción más experimentados del país tras 18 años en activo y una apuesta clara de continuidad laboral y formación continuada de su personal. Para que este dispositivo de emergencias en incendios forestales siga su desarrollo profesional, tanto tecnológicamente como en la mejora de los trabajos preventivos y de extinción de una forma segura, es necesario abrir nuevas líneas de trabajo enfocadas a la optimización y seguridad de todo el dispositivo. Estas líneas de trabajo o proyectos estarían encaminadas a la tecnificación de los incendios, la normalización de la información, la capitalización de la experiencia, la autoformación por categorías del dispositivo, así como el análisis de los incendios forestales.

A pesar de ello existen limitaciones a la hora de compartir las experiencias dentro del colectivo, algo que adquiere enorme importancia en un dispositivo cada vez más global, y con intervenciones extra provinciales, o incluso regionales (con igual o diferente organización) cada vez más frecuentes. Debemos, por tanto, normalizar la información que se genere en torno a los incendios, tanto antes, como durante y después de los mismos. Solo así la experiencia recopilada revertirá al conjunto del plan. Esta función la asume el Centro Operativo Regional (COR), que tiene un papel decisivo en la normalización de toda la documentación asociada a los incendios forestales.

El análisis de los incendios en un contexto normalizado es una herramienta fundamental de gestión, tanto en las operaciones de extinción de incendios (documento base al plan de operaciones, identificando las situaciones de riesgo y ayudando a la dirección de la extinción en la toma de decisiones), como en la planificación y gestión del paisaje en la prevención de grandes incendios forestales. Además, la documentación generada permite la capitalización de la experiencia, redundando positivamente en la formación del dispositivo, especialmente del cuerpo técnico. Es una herramienta primordial en la optimización de cualquier proyecto ya que aprende del pasado para mejorar en el presente-futuro.

El análisis de los incendios debe realizarse durante todo el año pues durante las épocas de bajo y medio riesgo es necesario documentar, analizar y organizar los incendios forestales para así identificar la tipología de incendios y los patrones de propagación (qué tipo de incendios tenemos y cómo se propagan en cada territorio) que de forma histórica se desarrollaron en cada comarca.

Los resultados de dicho análisis no solo aportan experiencia en época de alto riesgo, sino que también lo hacen en la prevención de grandes incendios pues identifican las zonas más vulnerables y contribuyen a la caracterización, definiendo la ubicación y las dimensiones de las infraestructuras preventivas de defensa contra incendios.

El Centro Operativo Regional inició a finales de 2009 un proyecto de normalización, documentación y análisis de toda la información relacionada con el comportamiento del fuego y los trabajos realizados durante su extinción, lo que, unido a su periódica divulgación, facilita al cuerpo técnico herramientas de seguimiento y análisis de las emergencias que se vienen produciendo en Andalucía.

Los tres objetivos principales del proyecto son:

Apoyo a la toma de decisiones en la detección, despacho y el control de incendios. La principal finalidad de esta línea de trabajo es reducir la incertidumbre en la toma de decisiones de los diferentes responsables en el desarrollo de la emergencia. Además aporta información y alternativas operacionales al jefe de incendios en los diferentes estadios de la emergencia, así como dar apoyo técnico al puesto de mando, tanto en grandes incendios como en zonas de especial sensibilidad e interfaz urbano forestal.

La gestión del conocimiento. La información asociada a la lucha contra incendios forestales referente a la prevención y extinción debe ser normalizada y procesada para crearle valor añadido. Ésta retorna al programa a través de su divulgación en una apuesta clara por la formación y capacitación. Sólo así se convierte la experiencia individual en colectiva. *Capturar conocimiento*, el conocimiento individual debe ser objetivado para que deje de ser patrimonio de una sola persona pasando a ser patrimonio de la organización. *Compartir y difundir conocimiento*, una vez objetivado y capturado, el conocimiento debe fluir dentro de la organización. *Generar nuevo conocimiento*, al fluir el conocimiento es más fácil su recombinación para generar nuevo conocimiento. *Resolver problemas con mayor eficacia y eficiencia*, con la capacidad de capturar, compartir y generar el conocimiento, la organización está en disposición de enfrentarse a la resolución de problemas más complejos con eficiencia y eficacia.

Estudios, justificaciones técnicas y asesoramiento a los centros operativos implicados en la gestión de la prevención y extinción de los incendios forestales. El estudio del riesgo ante incendios forestales en el paisaje así como el análisis continuado de los incendios forestales, tanto en el tiempo como en el territorio, facilita la identificación y asesoramiento en la toma de decisiones técnicas que persigan la planificación y gestión del paisaje en el contexto de la prevención, detección, despacho y extinción de los incendios forestales. La necesidad de tecnificar las emergencias por incendios forestales cada vez es más relevante en los dispositivos de extinción y prevención de incendios forestales.

2. Objetivos

El objetivo general es la disminución de la incertidumbre por un aumento de información en la emergencia y el apoyo a la toma de decisiones tanto al cuerpo técnico como a la dirección de extinción, estos son los aspectos más relevantes en el inicio de la emergencia. Información y soporte técnico en la localización de la emergencia, la identificación del perímetro, análisis y evolución de los frentes e implicaciones operativas derivadas.

El principal objetivo específico es el apoyo a la toma de decisiones. Para ello se ha diseñado e implantado un procedimiento de trabajo donde se describen las labores a realizar y como se elaboran los documentos. Estos tienen la finalidad de dar soporte técnico desde la sala operativa, al despacho de recursos, durante el traslado de estos a la emergencia y a los técnicos de extinción de guardia. También existirá un apoyo en el puesto de mando, dentro de la sección de planificación cuando la emergencia lo requiera.

3. Metodología

Desde la puesta en marcha del proyecto en 2009 hasta 2011 se estudiaron las necesidades del dispositivo y cómo integrar la figura del analista en el dispositivo Infoca. Se realizó una valoración de herramientas y procedimientos del trabajo durante la emergencia y como se podía apoyar a los diferentes centros operativos provinciales. A partir del 2012 se comenzó a dar apoyo al centro operativo regional (COR) en simultaneidad y seguimiento de I.F. En el 2013 se oficializó el procedimiento dando cobertura a los centros operativos provinciales (COP).

En el mapa de análisis se incluye el perímetro provisional, ejes de propagación, zonas de potencialidad, zonas críticas y de oportunidad para las operaciones de extinción. Se acompaña dicho mapa de una breve descripción de los aspectos más relevantes del incendio, meteorología, imágenes e implicaciones operativas. Este informe se envía en unos treinta minutos al director de la incendio. Este análisis se actualiza según estrategias definidas y conseguidas, comportamiento y evolución de los frentes, afección a personas y bienes y entrada en nuevos potenciales de fuego.

Diferenciamos tres etapas donde dar apoyo y soporte técnico al dispositivo de prevención y extinción:

3.1. Seguimiento y análisis de la temporada.

Como primer apoyo al dispositivo Infoca, y que no está directamente relacionada con el desarrollo de un incendio, es la relacionada con la toma de decisiones para el pre-combate. El apoyo consistiría en documentos que hacen referencia al continuo análisis y seguimiento de variables e indicadores climatológicos y de la meteorología observada y prevista en el territorio y por la documentación directa de incendios acaecidos recientemente. Este pulso de la temporada proporciona al dispositivo, estar al corriente del estado y disponibilidad de los combustibles al fuego, el comportamiento del fuego observado, así apoyar en previsiones en estos aspectos.

Las líneas de trabajos, productos y herramientas asociadas son:

- Informe o anexo climatológico.
Análisis y seguimiento de indicadores climáticos. Hacen referencia al estado de sequía, episodios y olas de calor sufridos, episodios de inestabilidad y registros de pluviometría, anomalías de temperaturas y precipitaciones, modelos probabilísticos de tendencias a largo plazo, índice de precipitación estandarizada, índices de oscilación atmosférica, etc.
- Ficha de documentación de incendios recientes.
Gestión del conocimiento y capitalización de experiencias. Documentación normalizada de los incendios acaecidos por parte de los técnicos, por observación directa, donde se recogen datos y material gráfico sobre el escenario, la disponibilidad de los combustibles y variables de comportamiento del fuego.
- Ficha diaria de meteorología e incendios tipos esperados.
Análisis y seguimiento meteorológico diario para la identificación de tipos de incendios esperados en el territorio.
- Boletín de análisis y seguimiento de Incendios.
Análisis y divulgación de la información recopilada de los procesos anteriores, incendios documentados, meteorología observada del periodo, previsiones meteorológicas, alertas y avisos y finalmente sus implicaciones en la disponibilidad de los combustibles y en el comportamiento del fuego. La periodicidad de divulgación será semanal en alto riesgo de incendios y por periodos, según eventos, para el resto de la campaña.

3.2. Análisis en centro operativo regional para incendios en desarrollo.

Es la segunda etapa en la cual se produce un apoyo y soporte técnico de forma directa a los recursos intervinientes, una vez detectado y reportado el inicio de un incendio a la central. Los usuarios receptores de este apoyo serían el centro operativo provincial, los primeros recursos despachados tanto a los técnicos de extinción como a los agentes de medio ambiente y así como a

los técnicos de operaciones helitransportados. También son receptores de esta información los responsables del centro operativo regional como de la agencia de medio ambiente y agua. Durante el desarrollo de la emergencia y cuando el escenario o situación lo requiera, los analistas del centro operativo regional comenzará a analizar e irá aportando y entregando información relevante de la emergencia.

Los productos y/o herramientas asociadas son:

- Información meteorológica de la zona afectada por incendio.

La información de las condiciones actuales y previstas de la meteorología y su interacción con el relieve y combustibles son de vital importancia en el desarrollo del incendio y por consiguiente un criterio a valorar en tomar la decisión más acertada y dimensionada al incidente que está aconteciendo. Esta información será continuada mientras dure la emergencia y realizada desde la sala operativa.

La información será horaria y las variables serán la temperatura, humedad, dirección e intensidades de viento en superficie, así como aspectos relacionados con la inestabilidad y escenarios extremos de comportamiento de fuego. El tiempo requerido para su distribución sería en los primeros 5-10 minutos después de la detección del foco o del escenario de simultaneidad.

- Informe de análisis de incendio en desarrollo.

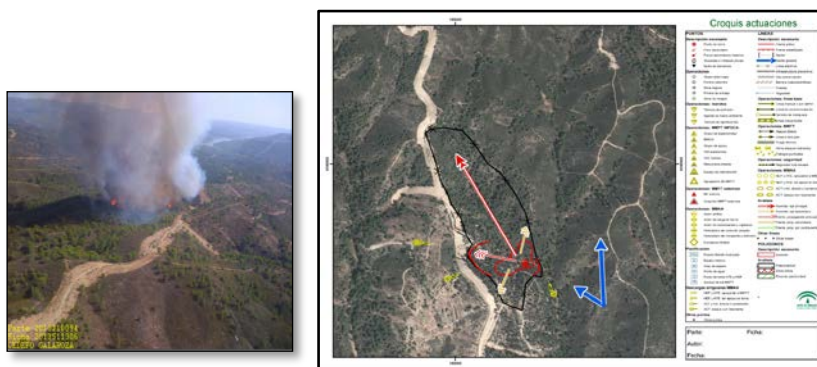
El tiempo propuesto de distribución sería de 30-40 minutos después de detectado el foco. Se irá actualizando automáticamente con la llegada de nueva información e imágenes del incendio. Existe a su vez un apoyo en cartografía y en la toma de decisiones del director de extinción y al puesto de mando.

Se marca un procedimiento de trabajo normalizado de generación de cartografía sobre el escenario donde se esté desarrollando el incidente, con el fin de dar información sobre los elementos del paisaje que pueden apoyar en la evaluación y valoración de estrategias y tácticas a emplear para su control.

A continuación se describe el proceso de elaboración del análisis en sala para incendios en desarrollo:

Primera fase: Seguimiento y monitorización de recursos y perímetro.

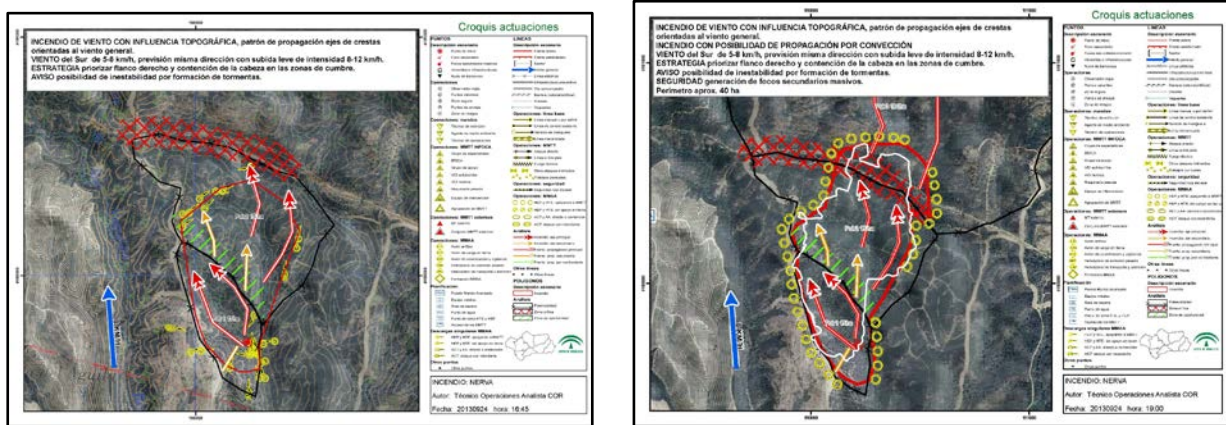
Es importante tener conocimiento en todo momento donde están los recursos actuando y tener identificado el perímetro en sus diferentes niveles de desarrollo. Por lo cual se tienen que iniciar un proceso de búsqueda y localización del punto de inicio y su perímetro mediante las primeras fotos, posiciones de los recursos de tierra, así como de las descargas de los medios aéreos. Siendo ésta, la primera fase del procedimiento de trabajo normalizado que cumple con el objetivo especificado de identificación y monitoreo del perímetro y los recursos intervinientes.



Segunda fase: Análisis, evolución e implicaciones operativas.

La segunda fase viene marcada por un análisis de condicionantes en el comportamiento del fuego tanto en aspectos del relieve, topografía, interacciones de meteorología con los elementos del paisaje, combustibles y su combustibilidad, así como un análisis meteorológico de previsiones a corto

y medio plazo. Con todo ello e identificando el patrón de propagación esperado podemos dar las zonas prioritarias de actuación, zonas críticas y de oportunidad de ataque y sus potenciales en el territorio. Toda esta información se plasma en un informe de análisis que es empleado para la planificación de la emergencia.



3.3. Análisis en terreno de incendios en desarrollo.

Esta etapa es la última dentro del proceso de apoyo y soporte técnico a la toma de decisiones. Las labores se realizan en terreno y bajo la estructura del SMEIF en la unidad de especialista, en el puesto mando constituido para la gestión de la emergencia. El aporte de la unidad de análisis en el puesto mando será:

- Asesoramiento a la sección de planificación en análisis y seguimiento del comportamiento del incendio, en estrategias de minimizar el potencial del incendio y en la planificación anticipada de las operaciones.
- Apoyo en las labores de combate y todas aquellas tareas que sean solicitadas por el director de extinción.
- Elaboración de documentación técnica necesaria para el plan de ataque, relativa al escenario meteorológico (previsiones y alertas), topográfico y de los combustibles.
- Revisión, ajustes y actualización del informe de análisis de I.F. en desarrollo.
- Ayuda a la elaboración del plan de ataque definido por el director de extinción para su difusión a los recursos participantes en la extinción.

Desde el punto de vista SIG, el análisis en sala puede esquematizarse según el esquema de la figura 1:

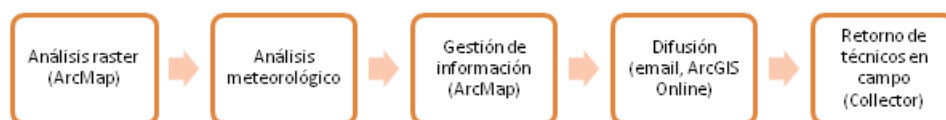


Figura 1.- Flujo SIG de análisis en sala

Cuando se conoce la localización de la emergencia el análisis raster facilita al técnico analista la comprensión del territorio. Al margen de las capas raster tradicionales, pendientes, orientaciones, elevaciones, modelos de combustible. INFOCA dispone de un módulo específico para el análisis

hidrológico, ya que este guarda una gran relación con los incendios forestales. Las divisorias y la red de drenajes son líneas del territorio donde la alineación del incendio cambiará. Las cuencas suelen coincidir con los potenciales de los incendios topográficos. Las laderas pueden considerarse como unidades homogéneas en su comportamiento en incendios de viento. Nudos de barranco y nudos de cresta son puntos críticos que, de alcanzarse, complicarán considerablemente la extinción. La identificación de elementos hidrológicos en un SIG es por tanto de gran utilidad para el análisis de incendios (figura 2).

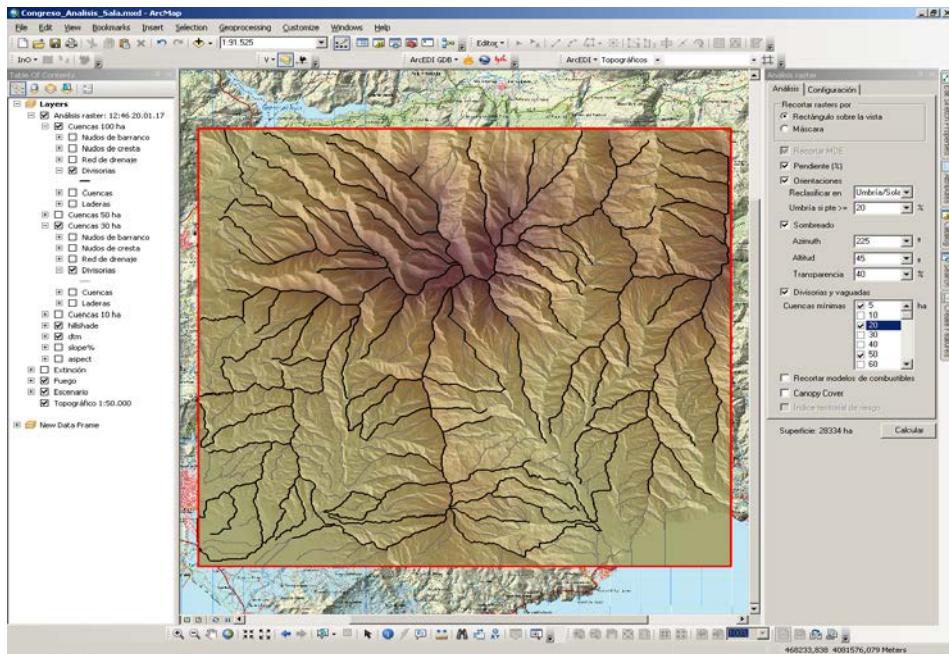


Figura 2.- Ejemplo de análisis raster. Se observa cómo se han identificado las crestas de las cuencas de drenaje mínimas de 30 ha y de 100 ha. En caso de incendio de viento estas líneas pueden coincidir con las carreras principales. Otras capas son nudos de barranco, de cresta, red de drenaje, cuencas y laderas. Obtener estos productos para 30.000 ha de un modelo digital de elevaciones de 5 metros supone entre 5 y 10 minutos.

Una vez caracterizado el territorio con las herramientas raster, es importante la gestión de la información relativa al incendio y la comunicación de conclusiones. A modo de resumen sobre los requisitos para la gestión de la información, se han identificado como los más significativos los siguientes:

- **Lenguaje cartográfico.** INFOCA dispone desde el año 2.010 de una leyenda única. Esta leyenda está internalizada por todo el dispositivo y asegura una comunicación cartográfica clara.

PUNTOS	Operaciones: MMTT INFOCA	Operaciones: MMTT externos	Operaciones: MMTT	Operaciones: seguridad	Operaciones: MMAA	Operaciones: análisis	Operaciones: línea base	Operaciones: MMTT	Operaciones: otras líneas	POLIGONOS
Descripción escenario Punto de inicio Foco secundario Focos secundarios masivos Viviendas o infraestructuras Nudo de barrancos Operaciones Observador/vigila Puntos calientes Zona segura Puntos de anclaje Zona de riesgo Operaciones: mandos Técnico de extinción Agente de medio ambiente Técnico de operaciones	Grupo de especialistas ERICA Grupo de apoyo VCI autobomba VCI nodriza Maquinaria pesada Equipo de intervención Agrupación de MMTT	Avión de coordinación y vigilancia Helicóptero de extinción pesado Helicóptero de transporte y extinción Formación MMAA Planificación PMA: Puesto Mando Avanzado Equipo médico Área de espera PTA: Punto de agua PH: Punto de toma HTE y HEP Acceso de los MMTT	Descargas singulares MMAA HEP y HTE: apoyo a MMTT HEP y HTE: sin apoyo en tierra ACT y AA: directo o contención ACT: ataque con retardante Otros puntos Otros puntos	Frente activo Frente estabilizado Sector Viento general Línea eléctrica Infraestructura preventiva Via comunicación Barrera (natural/artificial) Crestas Vaguadas Acceso de los MMTT	Fuego técnico Otros ataques indirectos Trabajos puntuales Seguridad ruta de escape HEP y HTE: apoyo a MMTT HEP y HTE: sin apoyo en tierra ACT y AA: directo o contención ACT: ataque con retardante	Incendio Potencialidad Zona crítica Zona de oportunidad	Incendio: eje principal Incendio: eje secundario Frente: propagación principal Frente: prop. secundaria Frente: prop. por contraviento	Línea manual o por definir Línea de control existente Tendido de manguera Línea mecanizada	Ataque directo Línea a dos pios	Incendio Potencialidad Zona crítica Zona de oportunidad

- **Modelo de datos.** Es necesario que sea único, que no quede a discreción de cada técnico qué capas y qué campos se emplean durante la extinción.
- **Tiempo.** Aunque desde la aparición de ArcGIS Desktop 10 la gestión temporal de la información se ha simplificado considerablemente, los incendios forestales presentan ciertas singularidades. La dimensión temporal está obviamente presente, pero la gestión no se hace tanto por horas como por hitos: plan de ataque 1, plan de ataque 2.... Esto exige que al filtrar la información que se representa en ArcMap sea más importante saber con qué plan de ataque se correlaciona que la vigencia horaria concreta de la geometría. Una gestión jerárquica de las geometrías de ArcMap permite definir no solo con qué plan de ataque se corresponde una geometría, sino qué sector, con qué objetivos, qué estrategia, etcétera. Gracias a ella se puede también discriminar qué información se corresponde a plan de ataque o qué información se corresponde con análisis.
- **Planificado/ejecutado.** Otro aspecto característico de la información geográfica de los incendios tiene que ver con las operaciones. Estas presentan una dualidad, planificada y ejecutada, y podrán coincidir o no. El modelo de datos de gestión de información debe tener esto en cuenta que una línea (ataque directo p.e.) puede hacer referencia a una operación planificada y/o ejecutada.

Todos estos requisitos (leyenda, modelo de datos, jerarquía y dualidad de las operaciones) se recogen en un add-in de ArcMap. Una orden genera la geodatabase y carga las capas con la simbología en ArcMap. La única decisión que toma el usuario es el sistema de referencia. Al iniciar la digitalización se pueden agrupar en un árbol las distintas geometrías, desde el que se controla individualmente la representación (figura 3).

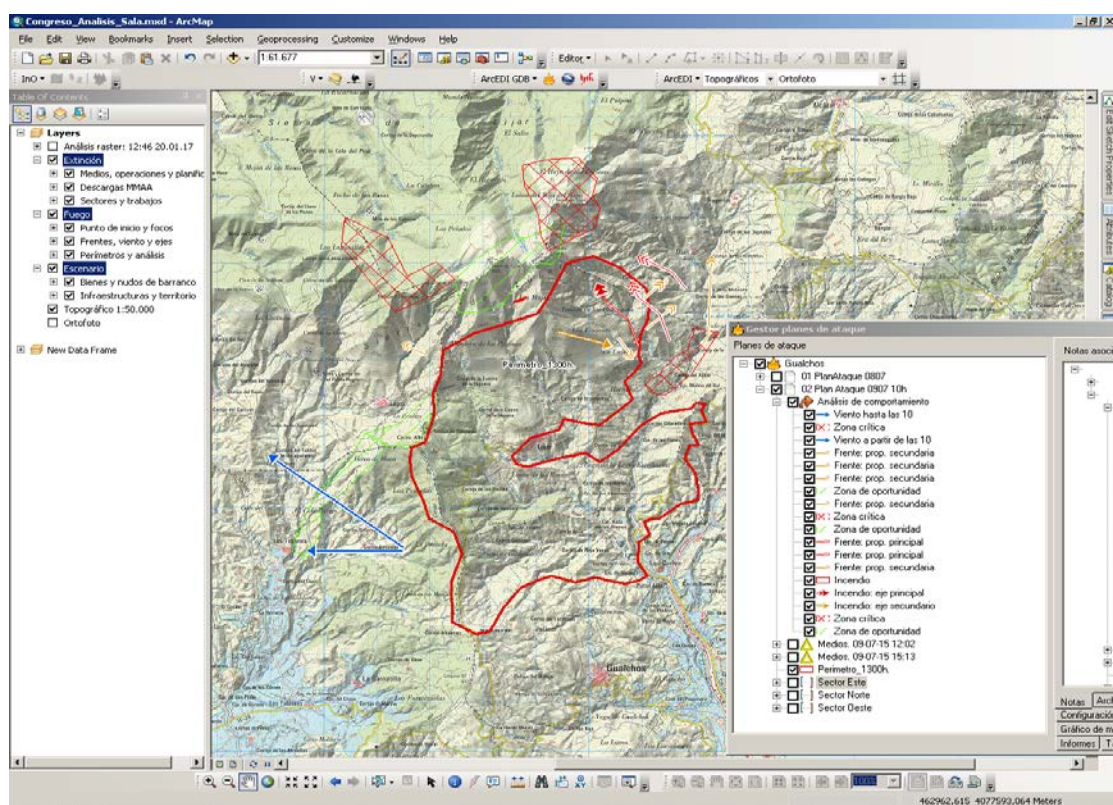


Figura 3.- Gestión de planes de ataque. Se puede observar como al no seleccionar la información de los sectores o los medios estos no se representan en ArcMap, aunque las capas en las que están de la tabla de contenidos sí sean visibles. Así mismo, se ha excluido todo lo relativo al primer plan de ataque.

Una pestaña específica permite indicar si las operaciones de extinción son planificadas, ejecutadas o las dos. También se puede emplear la segmentación dinámica para que a una misma actuación se le pueden asignar distintos equipos de trabajo y rango temporales de actuación (figura 4).

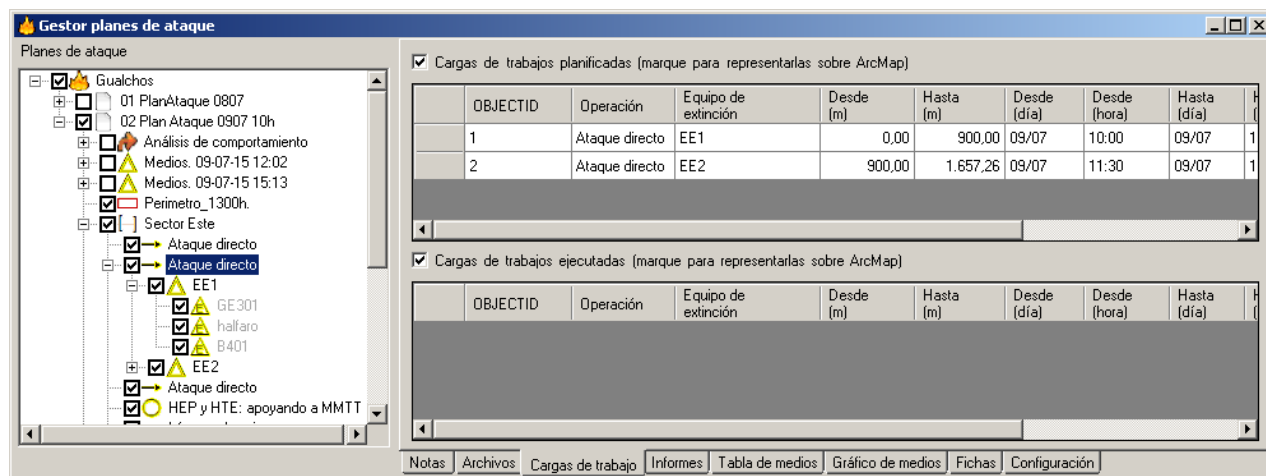


Figura 4.- Pestaña de cargas de trabajo. Permite gestionar la dualidad planificado/ejecutado y distintos equipos de trabajo y ventanas de actuación gracias a la segmentación dinámica.

El resultado de ese análisis (o incluso de la planificación de la extinción) se puede enviar en un email como imagen, o publicarlo en ArcGIS Online. En este segundo caso, los técnicos de operaciones reciben ese mapa en la App Collector y se pueden situar no solo sobre una base topográfica, sino sobre el análisis y las operaciones encomendadas por la dirección de extinción (figura 4).

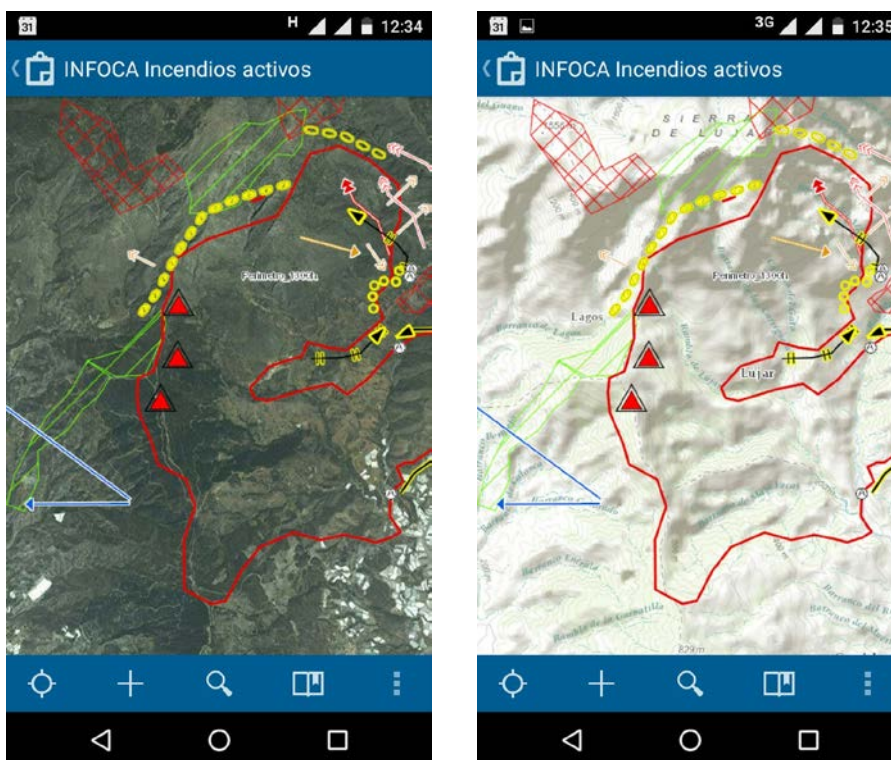


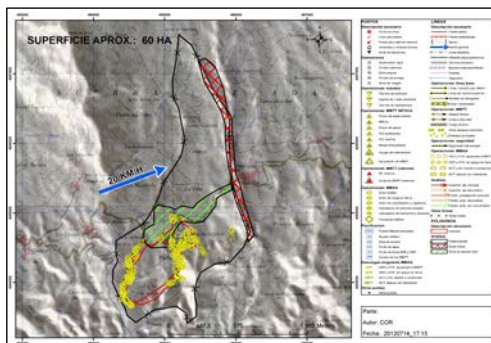


Figura 5.- Recepción de análisis y operaciones planificadas en smartphone. El técnico de operaciones puede ver su posición con la orden  o comunicar operaciones ejecutadas con la orden . El uso de la leyenda INFOCA facilita la comprensión de la información.

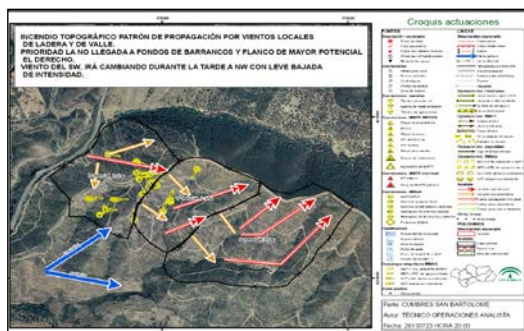
4. Resultados

Los resultados obtenidos en la fase operativa del proyecto de análisis y seguimiento de incendios forestales campaña tras campaña, ha sido:

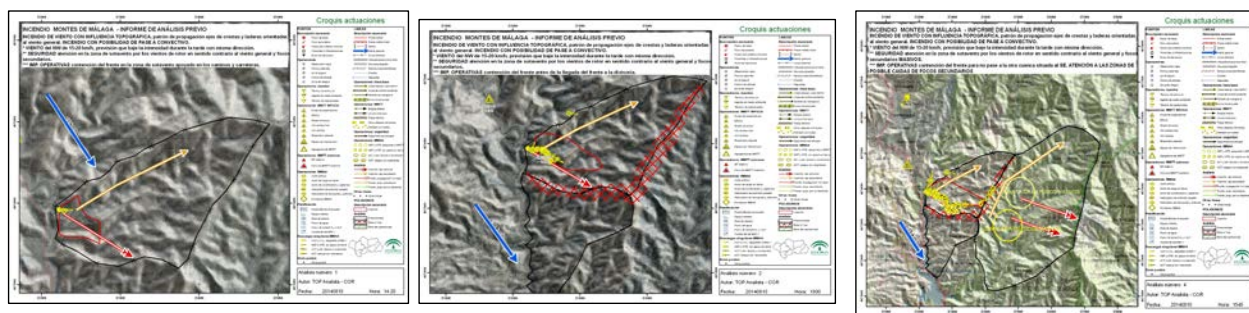
En la campaña 2012 se definió el procedimiento de trabajo para el trasvase de la información. Todos los incendios registrados en la sala operativa COR son analizados por el TOP Analista en su jornada presencial. De ellos, se profundizó en un total de 32 incendios, por la potencialidad, riesgo a las personas o bienes, condiciones meteorológicas o petición expresa de los COPs.



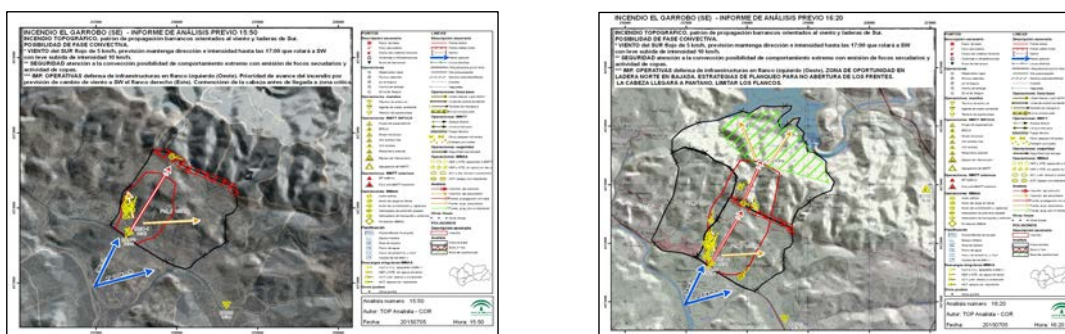
En la campaña 2013 se oficializó el procedimiento de trabajo y el apoyo a los centros operativos. Se analizaron de una forma grosera todos los incendios y fueron 70 incendios los que se requirió de un análisis más detallado.



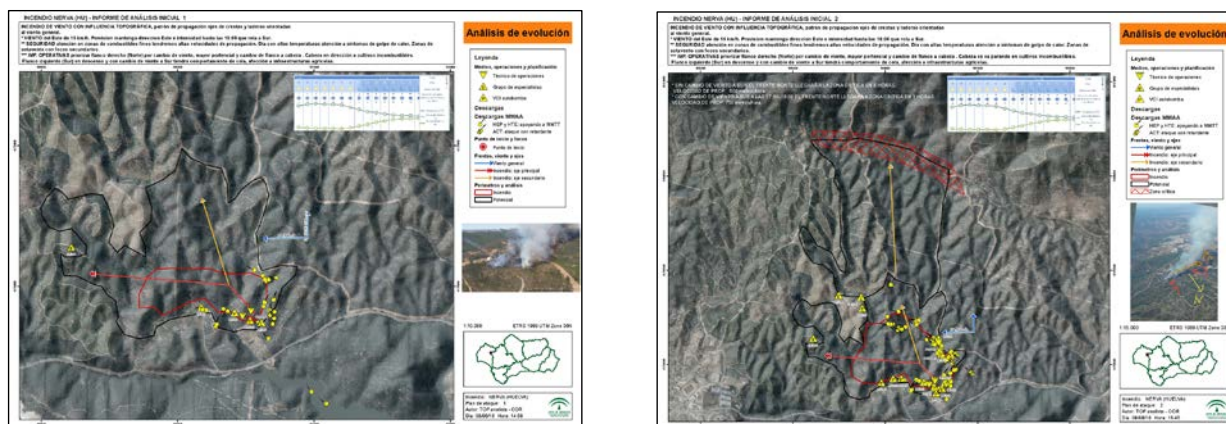
En la campaña 2014 se actualiza el procedimiento de trabajo incorporando la información de las previsiones meteorológicas. Se analizaron un total de 74 incendios.



En la campaña 2015 se analizaron con elaboración de informe de análisis previo un total de 63 incendios.



En la campaña 2016 se actualizan y se incorporan nuevas fuentes de información, las capas utilizadas en los procesos de análisis y los flujos de comunicación para el trasvase de los productos. Se analizan 68 incendios con la consideración de relevantes.



Toda la información del análisis, los datos y elementos empleados en elaborar el informe de análisis, como isocronas, zonas potenciales, zonas críticas, zonas de oportunidad, localización de recursos, datos meteorológicos, etc., quedan guardados en una base de datos. Quedando la información normalizado del incendios disponible para estudios pos-incendios.

Después de cuatro campañas y más de 300 incendios analizados, los gestores de las emergencias por incendios forestales han incorporado los productos elaborados por el equipo técnico de análisis y seguimiento en sus procesos de toma de decisiones. Siendo ésta, la única información en tiempo real que existe de la emergencia en los primeros momentos del incidente.

5. Discusión

Uno de los aspectos más relevantes en la elaboración de dicho informe es el criterio experto y conocimientos necesarios para asesorar en el comportamiento del fuego y su evolución. Por lo que se hace imprescindible:

- Dominar y conocer los tipos de incendios y sus patrones de propagación, así como su seguimiento en el territorio durante la campaña.
- Analizar el territorio y condiciones meteorológicas para hacer la monitorización y seguimiento del incendio.

El mayor esfuerzo empleado en la implantación de este sistema ha consistido en la formación, familiarización y capacitación de todos los usuarios potenciales de esta información.

Son muchas las limitaciones que nos hemos encontrado a la hora de diseñar e implementar el análisis en sala operativa de los incendios relevantes. Se enumeran algunos de especial importancia:

Existen carencias en la capa de información referente a los modelos de combustibles, para una anticipación efectiva y segura al comportamiento del fuego es necesario que la capa de modelos de combustibles este actualizada y elaborada los más objetivamente posible. Esta limitación se reduce al utilizar la información de los mandos y las fotos enviadas desde el incendio, ajustándose este factor a la realidad del paisaje.

La presencia de zonas oscuras de cobertura de datos en los teléfonos. Es de vital importancia la entrada de datos desde la emergencia para ajustar lo mejor posible el comportamiento de los frentes, por lo cual, un retraso en la recepción de los datos repercute en el tiempo de realización y sus resultados.

Las implicaciones operativas están basadas según tipo de incendio esperado que tiene un patrón de comportamiento específico para una unidad de seguimiento. Los días de transición meteorológica dificultan la identificación previa del movimiento de las masas de aire y por tanto el patrón esperado.

6. Conclusiones

Para gestionar una emergencia de manera segura, eficiente y eficaz se requiere de una multitud de datos e información que serán empleados para valorar las diferentes alternativas posibles e identificar zonas prioritarias de actuación. La organización y coordinación de una emergencia tiene un carácter temporal y jerárquico, el cual necesita ir cubriendo algunos aspectos para desarrollar otros y poder hacer la planificación del control de sus frentes.

A su vez, un sistema de manejo de emergencia no se crea de cero, necesita del estado actual y las estrategias que se está realizando para planificar, en función de la evolución del fuego. Por lo cual es de importancia tener conocimiento, desde el minuto uno de inicio de incendio, la situación actual del incendio en los primeros momentos. Como localización de punto de inicio, identificación de los frentes o perímetro y su evolución, previsiones meteorológicas, localización de los recursos, etc. Actualmente no se tenía dicha información de los primeros instantes de inicio del incendio y en este escenario, los gestores de emergencias aumentan su incertidumbre y tienen que iniciar la gestión en el puesto de mando avanzado sin esta situación de partida y que es tan relevante.

Por todo esto la información técnica de partida facilita y ayuda a la toma de decisiones y al desarrollo eficaz del sistema de manejo de emergencias por incendios forestales en el puesto de mando avanzado.

7. Agradecimientos

El resultado de este trabajo es fruto de un equipo humano extraordinario, de la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía (AMaYA) y del Servicio Operativo de Extinción de Incendios Forestales del Plan INFOCA, Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio. Agradecemos a los centros operativos provinciales y al centro operativo regional y los técnicos de operaciones por la implicación y aceptación del trabajo.

También queremos agradecer a todas las unidades de análisis de incendios forestales por su labor altruista y continuo apoyo y desarrollo de estas nuevas líneas de trabajos, tanto de las comunidades autónomas como las de otros países. En especial a los Graf y Marc Castellnou por su visión del futuro y presente de estas unidades.

8. Bibliografía

- AMIRIAN, P.; 2013. Beginning ArcGIS for Desktop Development Using .NET. Wrox. 528 páginas.
- BURKE, R.; TILDON T.; ARANA, A.; 2003. Getting to Know ArcObjects: Programming ArcGIS with VBA. ESRI Press. 436 páginas.
- CAMPBELL, D. 1991. The Campbell Prediction System. Ojai, Ca.
- CASTELLNOU, M. et al. 2009. Tipificación de los incendios forestales de Cataluña. Elaboración del mapa de incendios de diseño como herramienta para la gestión forestal. En 5º Congreso Forestal Español. Montes y Sociedad: Saber qué hacer. Ávila, 21 a 25 de septiembre, de 2009.
- COSTA, P. et al.; 2011. La prevención de los grandes incendios forestales adaptada al incendio tipo. Fire Paradox. Unitat Tècnica del GRAF.
- CRUZ, M.G., ALEXANDER, M.E., y WAKIMOTO, R.H. (2003). Assessing canopy fuel stratum characteristics in crown fire prone fuel types of western North America. *International Journal of Wildland Fire* 12, pp39-50.
- DAL-RÉ, R. 2001. Caminos Rurales. Mundi-Prensa Libros. 224 páginas.
- ESRI Press (Creator). 2004. Linear Referencing in ArcGIS (Arcgis 9). Environmental Systems Research Institute Inc., U.S. 168 páginas.

- FINNEY, M. A.; 2006. An overview of FlamMap fire modeling capabilities. *Fuels management—how to measure success: conference proceedings*. Portland, Oregon. Proceedings RMRS-P-41. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, pp213-220.
- FORESTRY CANADA FIRE DANGER GROUP; 1992. Development and structure of the Canadian Forest Fire Behaviour Prediction System. *Inf. Report ST-X-3*. Forestry Canada.
- GRILLO, F. et al. 2008. Análisis del Incendio Forestal: Planificación de la Extinción. Ed. AIFEMA.
- McBRATNEY, A., MENDOCA, M., y MINASNY, B.; 2003. On digital soil mapping. *Geoderma* 117, pp3-52.
- PINDE, F.; 2016. Getting To Know Web GIS. ESRI Press. 350 páginas.
- RODRIGUEZ Y SILVA, F., y MOLINA, J. R.; 2012. Modeling Mediterranean forest fuels by integrating field data and mapping tools. *European Journal Forest Research*, 131 (3), pp 571-582.
- RUIZ-PEINADO R., MONTERO G., y RÍO, M.; 2012. Biomass models to estimate carbon stocks for hardwood tree species. *For. Syst. (formerly Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales)*, 21, pp42-52.
- SCOTT, J.H., y REINHARDT, E.; 2001. Assessing crown fire potential by linking models of surface and crown fire behavior. *RP-29*, Fort Collins, Co. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture.
- SENRA, F.; 2012. Mantenimiento de sistemas lineales preventivos de defensa contra incendios en áreas forestales mediterráneas mediante la aplicación de quemas prescritas. *Tesis Doctoral*. Universidad de Córdoba.
- SHARP, J.; 2010. Microsoft Visual C# 2010 Step by Step. Microsoft Press. 784 páginas.
- VAN WAGNER, C.E.; 1977a. Conditions for the start and spread of crown fire. *Canadian Journal of Forest Research*, 7, pp23-34.
- ZANDBERGEN, P.; 2013. Python Scripting for ArcGIS. ESRI Press. 368 páginas.