

Sistema Integrado para la Gestión y Dirección de Incendios Forestales en Andalucía (SIGDIF).

Susana de Sarriá Sopeña¹, Rafael Teodoro Yebra Valverde²,
Pedro Mendoza Domínguez³

Resumen

La extinción de incendios en España ha adquirido en los últimos años una gran profesionalización, que se constata de forma evidente en el aumento de conatos (incendios menores de 1 ha) con respecto al total de incendios. Sin embargo, esta profesionalización tanto del personal de extinción como de medios técnicos, no se ha conseguido implantar en la misma medida en los equipos de dirección de la extinción, lo cual se pone de manifiesto con mayor claridad en los grandes incendios.

La complejidad de la evolución del incendio, unida a la del medio forestal por el que se propaga, hace que en grandes siniestros la dirección de la extinción cuente con una información escasísima del problema al que se enfrenta, por lo que el análisis que pueda realizar del incendio en su conjunto, y las soluciones que se adopten para atajarlo, estarán condicionadas por esa falta de información.

Las consecuencias de este hecho se constatan principalmente en tres aspectos:

- Dificultad de elaborar y llevar a cabo de manera adecuada los planes de ataque.
- Falta de eficacia en la gestión y utilización de los recursos disponibles.
- Limitaciones en el traslado de información veraz del suceso en tiempo real.

El Sistema Integrado para la Gestión y Dirección de Incendios Forestales en Andalucía (SIGDIF), puesto en funcionamiento por la Consejería de Medio Ambiente, se compone de un conjunto de aplicaciones integradas y organizadas de forma modular que constituye la plataforma única para la Gestión del Dispositivo de Extinción integrado en el Plan de Emergencias ante el riesgo de Incendios Forestales en Andalucía (INFOCA), y la herramienta de soporte y análisis de la información requerida por la dirección de la extinción para una óptima planificación de los planes de actuación y gestión de los medios participantes en la extinción del incendio. EL SIGDIF esta compuesto por los siguientes módulos:

- Subsistema de Información Geográfica de Incendios Forestales de Andalucía.
- Módulo de mantenimiento del dispositivo.
- Módulo operativo y de gestión de la extinción.
 - Módulo de seguimiento de unidades operativas.
 - Módulo inteligente de ayuda a la dirección.
 - Módulo de análisis, estadística y difusión.

¹ Directora del Centro Operativo Regional del Plan INFOCA. Consejería de Medio Ambiente. Andalucía (España)

² Subdirector del Centro Operativo Provincial de Almería del Plan INFOCA. Consejería de Medio Ambiente.

³ Director de la División de Incendios Forestales y Emergencias. Empresa Pública de Gestión Medioambiental (EGMASA). Andalucía (España)

Introducción al Sistema Integrado para la Gestión y Dirección de Incendios Forestales en Andalucía (SIGDIF)

El Sistema Integrado para la Gestión y Dirección de Incendios Forestales en Andalucía (SIGDIF) se constituye en la plataforma única para la Gestión del Dispositivo de Extinción integrado en el Plan de Emergencias ante el riesgo de Incendios Forestales en Andalucía y herramienta de soporte y análisis de la información requerida por la dirección de la extinción para una óptima planificación del los planes de actuación y gestión de los medios participantes en la extinción del incendio

Hasta hace poco tiempo los dispositivos de lucha contra los incendios forestales tenían un carácter eminentemente local, donde ni los medios de extinción, ni el personal encargado de la dirección o planificación de las labores de extinción se desplazaban a incendios fuera de un ámbito comarcal de trabajo. En este contexto, la principal cualidad exigida al director de extinción, además del conocimiento de las técnicas de extinción adecuadas, era el conocimiento del terreno, ya que sin este hubiese sido difícil realizar una planificación adecuada de las estrategias de ataque al fuego.

En la actualidad los dispositivos se regionalizan por la necesidad de dar respuesta a la extinción grandes incendios, en los que los medios locales se ven desbordados. Los equipos de intervención y los técnicos encargados de la dirección de la extinción se desplazan a incendios fuera de sus áreas de trabajo habituales, careciendo en estos casos del conocimiento del terreno y de las condiciones locales, necesarios para que los equipos de intervención realicen su trabajos con eficacia y seguridad, y para que los técnicos responsables de la dirección del incendio puedan realizar la planificación de las tareas de extinción atendiendo a cuantas circunstancias hayan de ser tenidas en cuenta para minimizar los daños ocasionados por el fuego.

Para mantener los niveles de eficacia de los dispositivos de extinción, es obvia la necesidad de suplir el conocimiento de las condiciones locales mediante la utilización de medios técnicos que pongan a disposición de la dirección de la extinción la información sobre el medio necesaria para la elaboración del plan de ataque.

La evolución de la sociedad ha supuesto en todos los ámbitos profesionales la mejora de las condiciones laborales de los trabajadores. En el ámbito de las emergencias, en el que se enmarcan los incendios forestales, y donde las condiciones de trabajo se caracterizan por su penosidad y peligrosidad, la seguridad adquiere un valor más relevante que en otras actividades. Esto ha ocasionado una evolución importante en la adaptación de Equipos de Protección Individual, equipos de trabajo, herramientas, etc., a las condiciones específicas de la extinción de incendios, además de una compleja y exhaustiva regulación de las condiciones laborales de los trabajadores, en particular de la jornada laboral, y los distintos estados que la configuran (operatividad, disponibilidad, tiempo máximo de extinción, etc.).

El seguimiento y la responsabilidad del cumplimiento de estas normas recaen sobre la dirección técnica de la extinción que requiere de herramientas que le permitan tener en cuenta toda la variabilidad de situaciones para conocer en cada momento la situación del dispositivo, y pueda dedicar el mayor tiempo posible a sus funciones básicas que son la planificación y elaboración del plan de ataque.

La seguridad de los medios de extinción debe ser principio básico en la organización de la extinción y debe quedar reflejada en el plan de ataque. En este

sentido, es la información sobre estos aspectos la que garantiza mantener niveles de seguridad adecuados. La información debe fluir entre la dirección de la extinción y las unidades operativas, de manera que planes de actuación, necesidades de las unidades, evolución de las actuaciones, etc., deben ser transmitidas y conocidas por todos. La incorporación de tecnologías que permitan conocer la posición de los medios, incrementará enormemente el nivel de información disponible, aumentando el grado de seguridad y eficacia del dispositivo.

Así mismo, el incremento de la información sobre la situación por parte de los equipos de dirección, permitirá a su vez el traslado de información veraz y objetiva hacia instancias superiores del dispositivo, lo que repercutirá una mejor coordinación con otras administraciones involucradas en la emergencia y una mejor información a la población afectada.

Toda esta problemática converge en el incendio, y cuando éste se produce, los equipos de dirección de extinción de incendios sufren la carencia de información en tiempo real acerca del problema al que se enfrentan; información sobre el medio por el que se propaga el incendio e información sobre los medios que actúan en su extinción o se encuentran disponibles para su intervención en esta. Este problema se acentúa a medida que el incendio va creciendo y por tanto se incrementa la dificultad para su extinción.

Las consecuencias de este hecho se constatan principalmente en tres aspectos:

- Dificultad de elaborar y llevar a cabo de manera adecuada los planes de ataque.
- Falta de eficacia en la gestión y utilización de los recursos disponibles.
- Limitaciones en el traslado de información contrastada del suceso a órganos superiores.

Con el fin de dar respuesta a estos problemas se ha diseñado el SIGDIF como un sistema formado por un conjunto de herramientas, aplicaciones, contenidos informativos y medidas de evaluación organizadas de forma modular e integradas para dar una respuesta única en un entorno operativo para los distintos niveles y perfiles de usuarios del dispositivo en los que tiene que interactuar.

EL SIGDIF está compuesto por los siguientes módulos:

- Subsistema de Información geográfica de Incendios Forestales de Andalucía.
- Módulo de mantenimiento del dispositivo SILVANO.
- Módulo operativo y de gestión de la extinción INFOGIS.
 - Módulo de seguimiento de unidades operativas HORUS.
 - Módulo inteligente de ayuda a la dirección SIADEX.
 - Módulo de análisis, estadística y difusión.



Figura 1—Esquema básico del Sistema Integrado para la Gestión y Dirección de Incendios Forestales en Andalucía SIGDIF.

Subsistema de Información Geográfica de Incendios Forestales de Andalucía

Los Sistemas de Información Geográfica han adquirido, en los últimos tiempos, un papel fundamental en el ámbito de la gestión del territorio, no sólo por ser soporte de gran cantidad de información sobre el medio sino por su capacidad de realizar análisis de dicha información poniendo a disposición del planificador todos aquellos datos que le sean necesarios para elaborar sus planes.

La aplicación de los SIG en la lucha contra los incendios forestales de manera generalizada es, pues, una necesidad ineludible, ya que únicamente con su ayuda la dirección del incendio podrá tener en cuenta todas aquellas variables que le permitan la elaboración de un plan de ataque en el que se cumplan los objetivos de minimizar los daños ocasionados por el incendio y de realizar las tareas de extinción en las mayores condiciones de seguridad para los equipos de intervención.

Las especiales características del riesgo derivado de los incendios forestales, las peculiaridades del medio en el que éstos se desarrollan, y la evolución constante no sólo en cuanto a su propagación, sino también por la evolución de las variables que la gobiernan, hace necesario disponer de una información territorial, de calidad y actualizada, que sirva de base a los trabajos de planificación de los elementos de prevención, en lo referente a la defensa del medio natural, y a la defensa de elementos vulnerables, y que facilite, a su vez, la labor de la dirección técnica de extinción en la planificación de las actuaciones a seguir para la extinción del incendio.

La Conserjería de Medio Ambiente, a través de la Red de Información Ambiental (REDIAM), se encarga de integrar, normalizar, homogeneizar y adaptar la información ambiental a las nuevas necesidades de la gestión y a las modernas

tecnologías, así como de poner estos datos a disposición de todo el colectivo de usuarios que lo demanden.

La integración en esta Red de avanzadas técnicas de análisis del medio ambiente, como la Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica, han hecho posible la generación e integración de multitud de variables provenientes de muy diversos campos de investigación, tales como clima, medio físico, biodiversidad, etc, y ha permitido la interrelación espacial de todas estas temáticas, haciendo posible un mayor rendimiento de los datos y mejorando las posibilidades de análisis y utilización de la información por el gestor del territorio.

La REDIAM permite la organización de la información agregándola en subsistemas de información ambientalmente interrelacionada en el tiempo y/o el espacio, considerando para ello bien sean ámbitos temáticos (Biodiversidad, Clima) o territoriales (Cuencas Hidrográficas, Litoral)

En el ámbito de la REDIAM se configura el Subsistema de Información Geográfica de Incendios Forestales de Andalucía, enmarcado dentro del Plan de Emergencias ante el riesgo de Incendios Forestales de Andalucía, como conjunto de informaciones territorializadas relacionadas con la temática de incendios forestales.

Este subsistema, bajo la dirección del Centro Operativo Regional y la coordinación técnica del Servicio de Información y Evaluación Ambiental, tiene como funciones principales:

- Facilitar el acceso a información integrada y normalizada en el contexto de la geodatabase corporativa de la REDIAM
- Mantenimiento actualizado de bases de datos de referencia territorial a utilizar en la planificación y evaluación de incendios forestales
- Elaboración de modelos de combustible mediante mapas de vegetación y tratamiento de imágenes de satélite
- Cálculo especializado y continuo de riesgo de incendios (incluye índices de peligro, riesgo estructural, etc)
- Integración de información climática y meteorológica (redes de estaciones, predicciones meteorológicas especializadas, acceso en tiempo real)

La información sobre vegetación y modelos de combustible se actualizará permanentemente a través de la aplicación de modernas técnicas de teledetección y de análisis GIS, más eficientes y económicas que los tradicionales inventarios de campo. En lo relativo a incendios forestales tendrá especial importancia la utilización de estas técnicas para la elaboración y actualización de mapas de modelos de combustible, y otros factores que afectan a la vegetación, como son su grado de humedad o la evolución de la cantidad de pasto a lo largo del año (combustible fino) presente, que hace variar el comportamiento del fuego en los distintos modelos y condicionar la existencia de un gran incendio.

La información sobre riesgo de incendios forestales se elaborará de forma que permita conocer la probabilidad de que se produzca un incendio en una zona y en un intervalo de tiempo determinado, y depende de los siguientes factores:

- Las características de la vegetación y las condiciones de los modelos de combustibles presentes

- Las características orográficas
- El clima y las condiciones meteorológicas

De la misma manera, inciden en el riesgo de incendios forestales las actividades humanas así como otros factores capaces de desencadenar los incendios, por tanto ha de tenerse en cuenta los factores de causalidad de los distintos incendios acaecidos en el territorio y su recurrencia.

La predicción y el análisis meteorológico se integra a través del Subsistema de Información de Climatología Ambiental (CLIMA), que permitirá el acceso a:

- La red de estaciones meteorológicas automáticas que en él se integran (más de 300). Esto nos permitirá obtener los datos climáticos por extrapolación de las estaciones donde rijan los mismos patrones de comportamiento que en el incendio, así como aplicar las condiciones reales a las simulaciones que se realicen durante el incendio y disponer de datos reales que permitan analizar a posteriori el comportamiento del incendio a fin de ajustar los modelos de predicción del comportamiento del fuego.
- Los servicios de predicción meteorológica, que con un diseño adaptado al sistema y unas herramientas operativas adecuadas, permitirán:
 - incorporar estas predicciones a la simulación del incendio,
 - disponer de una herramienta fiable para la elaboración de índices de riesgo para determinar niveles de preemergencia que permitan regular los usos y actividades en terrenos forestales en las distintas épocas del año.
- Se utilizarán además las estaciones meteorológicas situadas en los vehículos de extinción del propio dispositivo INFOCA, y que a través de TELEMAQ+, nos proporcionarán datos reales de las condiciones del perímetro del incendio, tanto para la predicción del comportamiento del fuego, como para análisis posteriores del mismo.

Módulo de mantenimiento del dispositivo SILVANO

SILVANO es una aplicación para la gestión de los recursos del Servicio de Extinción de Incendios Forestales de Andalucía. Se configura en 6 módulos, 5 de ellos para la gestión de los medios humanos:

- Configuración del dispositivo
- Organización del trabajo
- Gestión del trabajador
- Gestión de las actividades de prevención
- Gestión de emergencias

Y un módulo de mantenimiento de las instalaciones del PLAN INFOCA.

El dispositivo INFOCA está formado por una amplia gama de categorías profesionales, unidades y medios de extinción, además de distintos centros de gestión, cada uno de ellos con sus propias funciones y características.

Ello implica una enorme complejidad de cara a su gestión y al mantenimiento del estado del dispositivo. Unidades operativas, turnos de trabajo, descansos, operatividad de aeronaves y de sus bases, jornadas laborales, requieren de herramientas que permitan controlar todo este heterogéneo sistema interrelacionado.

Los recursos que gestiona Silvano son los medios operativos, las personas que los integran y las instalaciones en las que se ubican, integrados en el Servicio de Extinción de Incendios Forestales.

El módulo de configuración del dispositivo se encarga de la definición de las unidades operativas así como su jerarquía, atributos y condiciones de operatividad.

El módulo de organización del trabajo tiene como cometido la planificación de los recursos del dispositivo, la gestión de los mismos y sus cuadrantes de trabajo, así como el intercambio de recursos en caso necesario.

El módulo de gestión del trabajador acumula los datos laborales de cada uno de los empleados del dispositivo de forma individualizada

El módulo de gestión de trabajos preventivos recoge la situación de las unidades y de los operarios que realizan tareas de prevención de incendios, así como información sobre el grado de ejecución de los trabajos de prevención de incendios realizados por el dispositivo en base a la planificación anual realizada por la Consejería de Medio Ambiente.

El módulo de gestión de emergencias es el encargado de, a partir de la información generada en los módulos anteriores, aportar información a INFOGIS sobre disponibilidad de medios para su integración en SIGDIF y de igual manera, recibir información de INFOGIS para su almacenamiento y gestión.

SILVANO aportará a INFOGIS la información cualificada de los recursos disponibles, de forma que, con el apoyo de SIADEX, se pueda decir cuál es el más idóneo para actuar en un incendio determinado. Esta información incluye la disponibilidad de la unidad operativa, el número de efectivos con los que cuenta, una clasificación de los medios basada en el nivel de activación, el estado programado según el cuadrante en cuanto a descansos, turnos de trabajo, hora máxima de finalización de la jornada, instante más temprano de inicio de una nueva jornada, etc.

En la dirección contraria, INFOGIS aportará a SILVANO información sobre la actividad de la unidad operativa en la emergencia (instantes de activación, estados por los que va pasando, incendio al que está asignado), de manera que el módulo pueda determinar el número de horas en prolongación de jornada, en extinción, extraordinarias así como realizar una actualización automática del cuadrante.

Así mismo, SILVANO se encarga de la gestión extraordinaria de cuadrantes: cambios respecto a la planificación (uso de recursos en preventivos, movilizaciones extraordinarias, ...), adelanto de finalización de jornada, jornadas 'partidas'.

Desde este módulo se gestiona también el mantenimiento y la operatividad de las instalaciones del PLAN INFOCA. A través de él, INFOGIS y SIADEX podrán conocer en qué estado se encuentran las helibases y pistas de aterrizaje en cuanto a nivel de combustible, agua y retardante disponible, situación de los CEDEFO, datos que son relevantes para la elaboración de las propuestas de plan de ataque realizadas por SIADEX.

Módulo operativo de gestión de incendios forestales, INFOGIS

El análisis del escenario donde se produce el incendio, sus condiciones de propagación, y la gestión de los medios de extinción durante la emergencia son los principales problemas a los que se enfrenta la Dirección de la Extinción.

La extinción de grandes incendios implica la actuación de gran cantidad de medios, tanto terrestres como aéreos, y su adecuada coordinación debe ser objetivo primordial de los equipos de dirección, pues de ella dependen, no solo, la eficacia en la ejecución de los planes de ataque establecidos, sino también, la seguridad de las unidades actuantes.

Por otra parte las normas que regulan el marco de actuación de los distintos medios (convenios colectivos, directrices de aviación civil, etc.) y la complejidad de la casuística que de ellas se desprende, hace cada vez más difícil su gestión.

La utilización de herramientas que permitan sistematizar estos procedimientos suponen una ayuda valiosísima para la dirección de extinción, permitiéndole en todo momento disponer del estado actualizado de los medios en todo lo relativo a disponibilidad, necesidad de realizar relevos, retirada de unidades cuya jornada de trabajo haya finalizado, descansos obligatorios, etc.

El estado de los medios, además, siempre va ligado a su posición por lo que esta variable es imprescindible para que se pueda realizar una adecuada gestión de estos.

Este hecho, y la necesidad de disponer de la información generada por el Subsistema de Información de Incendios Forestales en un a plataforma adecuada que permita al planificador analizarla convenientemente, nos hace inclinarnos hacia una plataforma basada en arquitecturas GIS como herramienta central de gestión dentro del Sistema Integrado para la Gestión y Dirección de Incendios Forestales en Andalucía (SIGDIF).

Importante, en este sentido, es la experiencia adquirida durante los últimos años con la incorporación al INFOCA del Sistema BOSQUE que mejora la eficacia del dispositivo mediante la detección automática de incendios en zonas especialmente vulnerables, y su monitorización en tiempo real, tanto en imagen real como en infrarrojo, lo que proporcionan una información inestimable para la dirección de la extinción en el proceso de evaluación y toma de decisiones.

INFOGIS™, como módulo operativo de ayuda a la gestión de la emergencia dentro del SIGDIF, es una herramienta cuyo fin es servir de ayuda en la toma de decisiones en la gestión diaria de la lucha contra los incendios forestales. Ha sido desarrollada recogiendo la experiencia y aportaciones de técnicos responsables de la lucha contra incendios, con el fin de poder responder de manera inmediata a cuestiones como ¿dónde se ha producido el fuego?, ¿cuáles son los medios de extinción más cercanos?, ¿qué riesgo corren bienes de interés?

Estas son preguntas que necesitan ser respondidas de la manera más rápida y fiable posible, objetivo que se consigue plenamente con esta herramienta.

A partir de esta base, se han desarrollado una serie de funcionalidades que amplían la información necesaria en la gestión de estas emergencias, como son la evaluación de áreas quemadas, control de costes de extinción, simulación del comportamiento, cálculo de índices de riesgo, etc. Todo ello particularizado para las necesidades de cada operativo de lucha contra incendios forestales.

INFOGIS™ se construye como una plataforma de integración de funcionalidades en una base SIG con una arquitectura distribuida que permite el trabajo tanto en modo conectado desde los Centros Operativos Provinciales y el Centro Operativo Regional, como en modo desconectado desde el Puesto de Mando Avanzado.

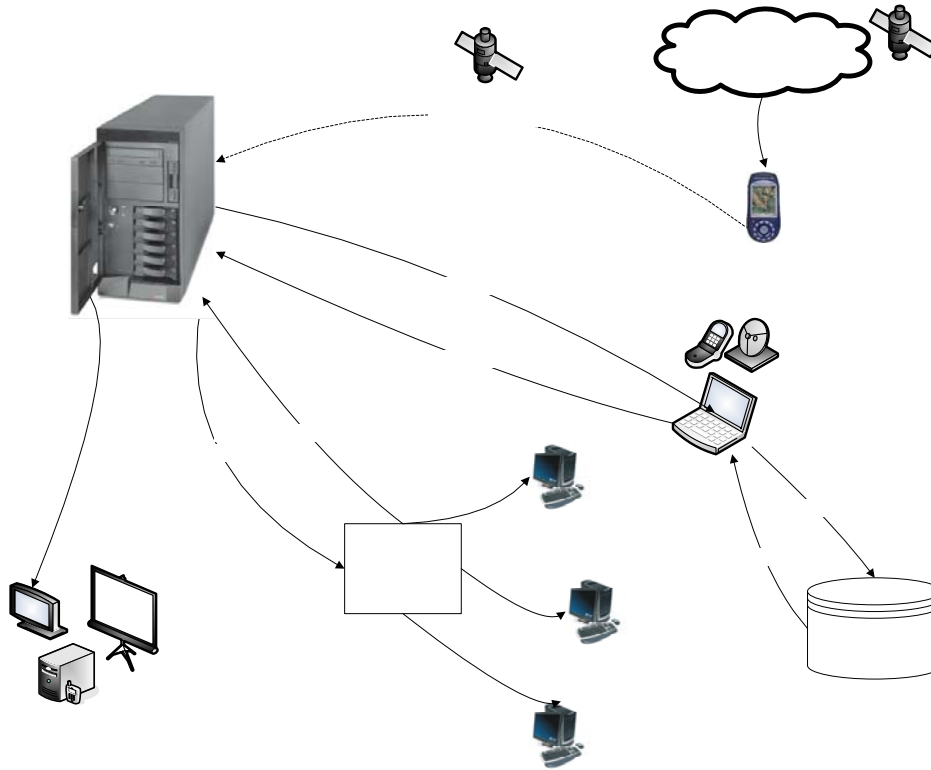


Figura 2—Esquema de arquitectura de INFOGIS.

Se trata de un sistema completo de gestión del operativo centrado en la sencillez y practicidad de su uso, y orientado a la ayuda en la toma de decisiones.

Principales funcionalidades de INFOGIS.

Localización de alarmas y monitorización.

La alarma de incendio se recibe en el Centro Operativo Provincial a través de la red de alerta y comunicaciones de incendios forestales. Con la ayuda de INFOGIS se identifica su localización, paso inicial para que desde el COP se realice una primera valoración del incendio y se pueda adecuar un primer nivel de respuesta del dispositivo a su gravedad potencial.

A través de la red de comunicaciones se confirmará o no la existencia del incendio. Tanto la notificación de un incendio como la de una falsa alarma será registrado y almacenado en INFOGIS, por su interés en el análisis de problemáticas locales relacionadas con incendios forestales.

En este módulo se integrará el Sistema BOSQUE. Este es un sistema de detección automática por infrarrojos y monitorización de incendios forestales, que consiste en una red de observatorios desatendidos y totalmente autónomos que vigilan una superficie de 125.000 hectáreas de gran calidad ecológica.

La monitorización en tiempo real de las labores de extinción supone una gran ayuda a la hora de gestionar la lucha contra el incendio. La posibilidad para los responsables del dispositivo de visualizar el terreno, el frente del incendio, las labores de los distintos medios y su evolución en tiempo real, permite alcanzar los siguientes objetivos:

- Optimización de los recursos.
- Seguridad del personal y los medios.
- Cambios de estrategia.
- Registro de imágenes (acciones legales y adiestramiento).

Evaluación del riesgo y estimación de daños.

INFOGIS analizará la información aportada por el Subsistema de Información de Incendios Forestales y determinará los riesgos potenciales del incendio.

A partir del punto de inicio, INFOGIS analizará el escenario donde se va a desarrollar el incendio mediante el estudio del Modelo Digital del Terreno, la vegetación afectada y su caracterización por modelos de combustible y las condiciones meteorológicas, a través de los datos integrados por el Subsistema Clima.

Con estos datos, INFOGIS realizará la simulación del comportamiento del incendio. Los resultados de la simulación permitirán al sistema evaluar la gravedad potencial del incendio y determinar la vulnerabilidad del escenario, tanto desde el punto de vista de protección civil (núcleos de población, campings, infraestructuras, etc.) como de protección del medio natural.

Los resultados son puestos a disposición del módulo inteligente de ayuda a la dirección SIADEX, que asistirá al Técnico del COP, proporcionándole distintas alternativas de planes de ataque.

Con la información ofrecida por los distintos módulos, el COP adecuará el nivel de respuesta en función de los medios disponibles.

A partir de aquí INFOGIS recogerá información periódica sobre el estado real de la evolución del incendio. La estimación de la superficie afectada se incorporará al sistema utilizando diversas metodologías:

- Croquis realizados por la dirección de la extinción.
- Mediciones realizadas utilizando medios aéreos.
- Análisis de imagen de Satélite MODIS.

Del análisis de esta información se realizará la estimación de la superficie afectada clasificada por propiedad, uso del suelo, vegetación, afectación a espacios protegidos, etc., así como, la estimación inicial de los daños ocasionados por el incendio.

Control y asignación de medios.

INFOGIS recibe información acerca de los medios a través de su interacción con otros dos módulos integrados en el SIGDIF:

- De SILVANO recoge la disponibilidad de los medios en cada momento, tanto presente como futura. Esto nos permitirá, a medida que el incendio se consolida en el tiempo, realizar una planificación adecuada de los medios que hayan de intervenir en el incendio (control de la retirada de los medios por finalización de su jornada laboral, control de relevos, etc.)
- Del módulo de seguimiento de unidades operativas HORUS recibe la información de la posición en tiempo real de los medios operativos.

Del análisis de la información aportada por SILVANO y HORUS, INFOGIS interactúa con el Técnico del COP aportándole la siguiente información:

- Ubicación de los medios más cercanos al incendio y su disponibilidad.
- Ayuda a la toma de decisiones
 - Discriminación inmediata del riesgo.
 - Asignación óptima de medios.
 - Delimitación de zonas de defensa prioritaria.

INFOGIS registrara y realizara el control de los distintos estados por los que pasan los medios desde que son asignados a un incendio hasta su regreso a base.

Por ultimo, INFOGIS alimenta el sistema y su información es analizada por el módulo de estadística que elaborará los distintos informes necesarios para la gestión de la emergencia desde los centros de mando y control.

Análisis y manejo de la información en el incendio.

La información generada por el Subsistema IIFA y procesada por INFOGIS y SIADEX, ha de ser accesible a los equipos de dirección de la extinción con el fin de que puedan desarrollar su actividad con garantía.

La Consejería de Medio Ambiente, dentro de su línea de impulso de visores cartográficos 3D, considera que éstos son una herramienta básica de trabajo para la dirección de la extinción.

La visión 3D permite incorporar un elemento básico al análisis de la información geográfica, el relieve, lo que facilita en gran medida la gestión de la emergencia al ser un parámetro fundamental en el comportamiento del fuego, la situación de los medios, las comunicaciones, la seguridad, etc.

Módulo de seguimiento de unidades operativas HORUS

La gestión óptima de las unidades de un dispositivo desplazándose por el territorio requiere de un conocimiento exhaustivo de su posición con una doble finalidad:

- Optimización de recursos.
- Seguridad.

El control de flotas y seguimiento de unidades móviles es una cuestión completamente resuelta en el sector del transporte y ámbitos de emergencias urbanas,

donde la transmisión de la posición de las unidades se realiza por medio de diversas tecnologías, baratas y fácilmente accesibles -telefonía móvil, redes de radiocomunicaciones digitales (trunking)- e incluso vía satélite, aunque esta solución suele ser mucho mas costosa, tanto por la implantación de equipos, como por el coste de las transmisiones de datos a través de este medio.

La Consejería de Medio Ambiente opta por una solución mixta y escalable que se adapta al propio despliegue del dispositivo según el Sistema de Manejo de Emergencias por Incendios Forestales establecido en el Plan de Emergencias ante el riesgo de Incendios Forestales en Andalucía, que combina la transmisión de la posición de las unidades operativas a través de la red de comunicaciones de FM de la propia Consejería con la comunicación, cuando la anterior no es posible, de la posición de las unidades a través del jefe del equipo de intervención mediante una conexión GSM o satélite consiguiendo de esta forma un sistema totalmente operativo y de un coste aceptable.

El sistema, denominado HORUS, es una aplicación para la localización y gestión de medios cuyo objetivo básico es establecer la posición de cualquier medio (tanto vehículos como personas) gracias a un receptor GPS y transmitir esta posición junto a la identificación del medio y una serie de comandos de estado a un GIS de control y gestión. La transferencia de los datos se realiza a través de la propia red de radiocomunicaciones existente actualmente para los medios del Plan INFOCA sin interferir con las comunicaciones de voz y utilizando la vía satélite en aquellos casos en los que no se puede realizar la transferencia por el sistema anterior.

El funcionamiento del sistema HORUS se muestra en el siguiente esquema:

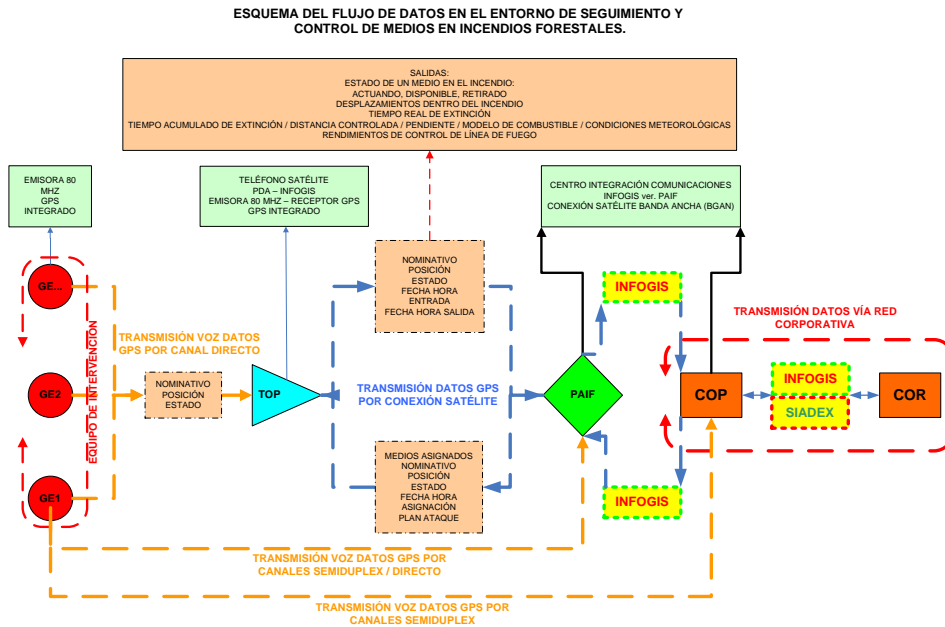


Figura 3—Esquema funcionamiento HORUS.

Además de dar servicio de posicionamiento de las unidades operativas del dispositivo, HORUS servirá como integrador de los distintos servicios de posicionamiento que proporcionan las distintas empresas que trabajan en el INFOCA (medios aéreos, TELEMAQ+, etc.) actuando como filtro y enlace de los datos

aportados por estas para su utilización por INFOGIS en su labor de recopilación y análisis de información relevante sobre el escenario del incendio, y de SIADEX (módulo inteligente de ayuda a la dirección de la extinción) que, como veremos, se encargara de proporcionar a la dirección de la extinción diversas alternativas de planes de ataque.

Articulación del sistema HORUS.

Se establecen los siguientes niveles:

Centros Operativos Provinciales y Regional

El Centro Operativo Provincial, como centro de mando y control de los incendios forestales producidos en su provincia, dispondrá de un “Sistema de Gestión de Medios HORUS”, donde se recogerá la posición de todos los medios integrados en el Servicio Operativo de Extinción de Incendios Forestales (SEIF) y que a través de su integración con el módulo operativo (INFOGIS) permitirá la optimización en la gestión de los recursos provinciales, pudiendo visualizar sobre la cartografía elegida las posiciones de todos los medios de la provincia que dispongan de localizadores personales.

El sistema será redundante a INFOGIS, de manera que podrá funcionar en caso de ausencia y/o fallo de éste, de forma que sea posible tanto la visualización de la posición de los medios como la gestión del sistema y configuración de cada uno de los localizadores de los distintos recursos.

Desde los Centros Operativos Provinciales se alimentará el servidor central donde se encuentra toda la información relativa a incendios forestales en Andalucía, quedando, por tanto, la localización de todos los medios a disposición de Centro Operativo Regional.

Unidades de intervención

Los vehículos de las unidades de intervención irán dotados de un “Localizador Básico HORUS” basado en un receptor GPS que transmitirá a través del radioteléfono VHF móvil su posición e identificación. Los jefes de grupo y personal de dirección contarán a su vez con un “Localizador Personal Básico HORUS” basado en un receptor GPS que transmitirá a través del radioteléfono VHF portátil su posición e identificación, cuando el grupo se encuentre trabajando en un incendio alejado de su vehículo.

La comunicación de la posición se realizara de acuerdo al siguiente protocolo:

- Modo normal: La transmisión de estos datos se realizará cada vez que la unidad emplee su radioteléfono para comunicarse por voz, sin interferir con esta comunicación.
- Modo automático: La transmisión de estos datos se realizará automáticamente con la periodicidad con la que haya sido programada sin intervención de la unidad.
- Modo demanda: La transmisión de estos datos se realizará bajo demanda del Centro Operativo o del PAIF en cualquier momento que estos lo soliciten

De forma automática, el “Localizador Personal” mantendrá un registro de su posición cada 15 minutos de las últimas 14 horas. Este registro se transmitirá automáticamente únicamente bajo demanda del Centro Operativo o del PAIF.

Este registro es fundamental para realizar análisis del rendimiento de las distintas unidades y equipos de intervención, y la determinación de la intensidad de ataque en un frente de fuego. Esta intensidad de ataque, almacenada y analizada por INFOGIS, será variable fundamental para SIADEX en su tarea de proporcionar a la dirección de la extinción las diversas alternativas de plan de ataque para la extinción del incendio, en función de los objetivos fijados.

Jefe de equipo de intervención (Técnico de Operaciones)

La organización de la extinción del incendio implica, en numerosas ocasiones, la necesidad de realizar sectorizaciones que permitan una gestión más racional de los medios. Normalmente esto implica el establecimiento de un plan de comunicaciones en el que se asigna un canal de comunicación a cada sector. En muchos casos, esta distribución de canales implica la utilización de canales en modo de explotación simplex, con el fin de no colapsar el canal de mando.

La necesidad de utilización de canales directos o simplex supondrá que, en ocasiones, la comunicación entre el PAIF y la unidad operativa no se establezca, por lo que tampoco podrá actualizar su posición por ninguno de los procedimientos establecidos. Por tanto, si queremos seguir disponiendo de la información de la localización de nuestra unidades, es necesario utilizar métodos alternativos a la comunicación vía radio. Es aquí donde el jefe de equipo actúa como enlace entre el PAIF y todas las unidades dependientes de él.

El jefe de equipo irá dotado de un “Localizador Personal Avanzado HORUS” que, integrado en una PDA con GPS, dispondrá de un software de gestión específico que capturará la posición de las unidades que componen el equipo de intervención, permitiendo visualizar sobre la cartografía integrada en el módulo INFOGIS correspondiente, tanto la posición de los grupos de especialistas a su cargo, de la maquinaria y autobombas, como la posición de otros técnicos en el incendio.

La transmisión de la información de las unidades bajo su cargo se realizará a través del radioteléfono portátil dual que permitirá la conexión GPRS a través de la red corporativa o vía satélite en el caso de que no exista posibilidad de establecer dicha comunicación.

Puesto de Análisis de Incendios Forestales (PAIF)

El Puesto de Análisis de Incendios Forestales (PAIF) es el lugar crítico donde ha de concentrarse toda la información disponible sobre el medio, así como sobre las unidades que participan en la extinción. Es en el PAIF donde la integración de todo el Sistema para la Gestión y Dirección de Incendios Forestales adquiere mayor relevancia, ya que es en el PAIF donde se adoptan las decisiones que contribuirán a minimizar los daños producidos por el incendio, asegurando la integridad y seguridad de los medios que participan en la extinción.

La Unidad Móvil de Meteorología y Transmisiones (UMMT), herramienta básica para la gestión del PAIF, dispondrá, al igual que el COP, de un “Sistema de Gestión de Medios HORUS” donde se recibirá a través del canal de comunicaciones de voz o mediante comunicación satélite, la posición de los medios que intervienen

en el incendio. Esto hará posible, mediante la integración con el módulo operativo INFOGIS, la adecuada gestión de la emergencia.

La transmisión hacia el COP de los datos de posición de todos los medios se realizará por medio del teléfono satélite de banda ancha, GPRS o en caso de no existir otra posibilidad por un canal de radio VHF.

El software de gestión será el mismo que el de un Centro Operativo.

Módulo inteligente de ayuda a la dirección de la extinción SIADEX

En el proceso de elaboración del plan de ataque de un incendio forestal la dirección de la extinción se enfrenta, como ya se ha comentado, al análisis de multitud de variables. Las condiciones que intervienen en la propagación del incendio, la complejidad de las situaciones que como consecuencia de este se puedan derivar, tanto en lo relativo a protección civil como a la propia protección del medio natural, y la dificultad de la gestión de medios durante la extinción, supone para la dirección de la extinción un problema de enorme magnitud. El éxito en la extinción pasa ineludiblemente por realizar una correcta evaluación de la situación, una adecuada planificación de las tácticas elegidas para su control y la correcta determinación de los efectivos necesarios para ejecutar las tareas planificadas.

SIADEX (Sistema Inteligente e AyuDa a la EXTinción) se ha concebido como un sistema basado en técnicas de Planificación Inteligente para asistir a un experto al diseño del plan de operaciones para la extinción de un incendio forestal. Un planificador inteligente⁴ es un programa de ordenador basado en técnicas de Inteligencia Artificial capaz de emular la capacidad de diseño estratégico de una persona en el sentido de que permite diseñar estrategias, de forma autónoma, para cumplir un objetivo. El punto de partida de este sistema de planificación inteligente se construye a partir de los siguientes componentes:

1. Protocolos de actuación. Codifican el conocimiento estratégico, táctico y operativo sobre todas las formas posibles de resolver un problema.
2. Estado inicial. Descripción del estado actual del mundo en el que se quiere resolver un problema.
3. Metas. Descripción del objetivo que se quiere conseguir como una secuencia de tareas.

A partir de estos tres componentes, SIADEX obtiene un plan como una secuencia temporizada de acciones que, ejecutadas en el estado inicial, consigue alcanzar las metas propuestas siguiendo los protocolos establecidos.

En el caso concreto del plan INFOCA, los protocolos de actuación recogen todos los aspectos técnicos y operativos relacionados con el diseño de planes de ataque (desde normas organizativas a restricciones legales), el estado inicial representa tanto el escenario de un incendio como la situación actual de los recursos e instalaciones disponibles y las metas se extraen de las tareas de extinción solicitadas en un Parte de Dirección Técnica de Extinción (PDTE). El plan resultado de SIADEX es una secuencia de decisiones operativas que se proponen al Director

⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Computer_planning

Técnico de Extinción (DTE) para ejecutar las tareas solicitadas en el PDTE. En primer lugar, SIADEX propone una serie de medios seleccionados de forma óptima entre los recursos disponibles y, en segundo lugar, elabora un plan temporizado de acciones que sirve para organizar el ataque en un incendio durante las próximas 6, 8 o 12 horas. Este plan se puede visualizar de múltiples formas para facilitar una mejor aceptación por parte de los técnicos

- Como un cronograma (secuencia de acciones ordenadas en el tiempo), directamente importable en una hoja Excel.
- Como un diagrama de Gantt compatible con Microsoft Project.
- Al estilo Infomanta, un dispositivo de coordinación de medios propio del Plan INFOCA.

La tecnología

El criterio más importante que se ha seguido a la hora de diseñar el funcionamiento de SIADEX ha sido el de la facilidad de uso y la integración en las tareas habituales del personal del INFOCA, de forma que se reduzca la curva de aprendizaje del mismo y que no sea necesario conocer las técnicas de inteligencia artificial en las que se basa para trabajar con él. Para ello, todos los componentes del sistema se han organizado en una Arquitectura Orientada a Servicios⁵ (SOA), es decir, un conjunto de programas interconectados a través de Internet, que se pueden ejecutar en distintos ordenadores y distintos Sistemas Operativos y que se comunican entre ellos utilizando en lenguaje XML⁶. La arquitectura de SIADEX se basa en tres subsistemas:

- Un portal web para el acceso ubicuo a la información, desde cualquier dispositivo que disponga de un navegador web como un Tablet PC, una PDA o un Smartphone.
- El planificador inteligente, comentado anteriormente.
- El monitor inteligente, un módulo especializado en el seguimiento automatizado de planes. Una vez aceptado un plan de ataque, el monitor inteligente se encarga de enviar notificaciones a los técnicos en el puesto de mando indicando la secuencia de tareas a realizar e informando de posibles retrasos en el cumplimiento de las mismas. Cada técnico con alguna responsabilidad en el incendio dispone de una agenda de trabajo que puede consultar a través del portal web.

⁵ http://es.wikipedia.org/wiki/Arquitectura_orientada_a_servicios

⁶ <http://es.wikipedia.org/wiki/XML>

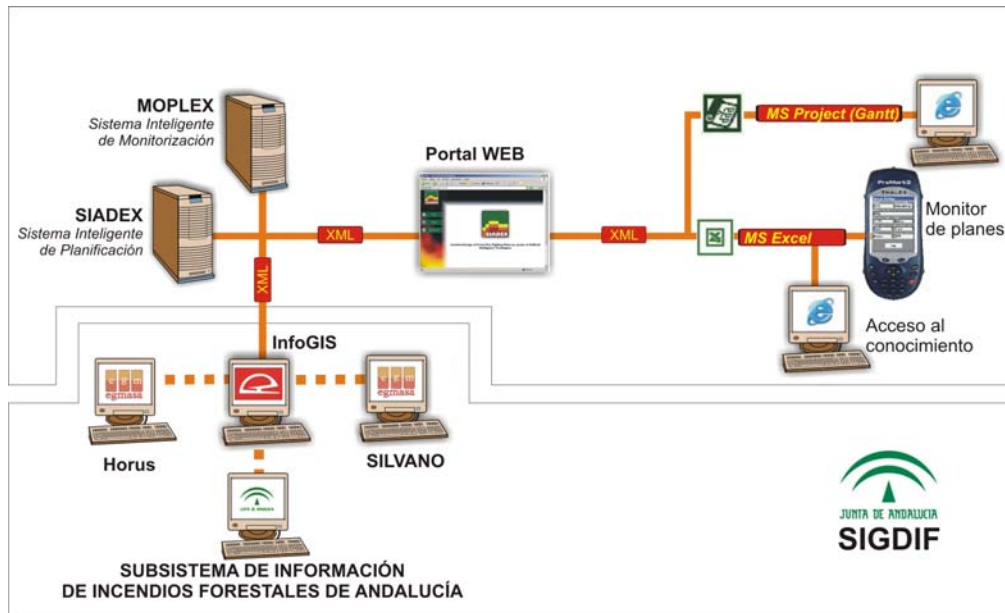


Figura 4—Esquema de funcionamiento de SIADEX y su integración en el SIGDIF.

Para poder acceder a toda la información disponible en SIGDIF, todos los módulos de SIADEX están conectados a InfoGIS, con el que intercambian información en XML, el cual pone a disposición del planificador y del monitor toda la información disponible en el propio InfoGIS, así como la que éste recibe de otros sistemas como Horus, Silvano o CLIMA y que son necesarias para el correcto diseño de los planes de extinción (cuadrantes de trabajo de personal, meteorología o posicionamiento de unidades). A partir del punto de inicio de un incendio y de la información contextual proporcionada por estos sistemas, se puede llamar a SIADEX, tanto desde InfoGIS, y solicitarle uno o varios planes de ataque.

Funcionalidad

Para la selección óptima de recursos y la organización del ataque SIADEX sigue un proceso de razonamiento basado en los protocolos estándar definidos por el plan INFOCA y respeta, de forma sistemática y escrupulosa, la normativa vigente, como la normativa de aviación civil para medios aéreos, los convenios de trabajo para el personal de extinción o los períodos de contratación de los medios externos. Es más, todas las decisiones que propone SIADEX quedan reflejadas en el plan de ataque y son transmitidas selectivamente a las agendas web de los técnicos, quienes reciben avisos y alarmas por adelantado de lo que irá ocurriendo. Igualmente, SIADEX tiene en cuenta todos los factores contextuales como la velocidad del viento (y su posible influencia en el uso de medios aéreos), los cuadrantes de trabajo de los trabajadores y la existencia de varios incendios simultáneamente, etc. En definitiva, gracias a la interconexión con InfoGIS, SIADEX dispone de la misma información que el director técnico de extinción y puede asistirle en la toma de decisiones de forma óptima.

Finalmente, al estar centralizada toda la información, incluyendo el plan de ataque, el portal web permite acceder de forma remota a todos los informes como el Parte de Dirección Técnica de Extinción, los informes de operatividad diaria, los informes de seguimiento de incendios o los informes para la prensa, sin más que utilizar cualquier navegador web. Este es un paso hacia adelante muy importante

pues toda la información relativa a cualquier incendio se encuentra, por primera vez, accesible a todo el personal autorizado de forma prácticamente instantánea, incluyendo los planes de ataque y su evolución. Esto permite una nueva y avanzada forma de trabajo colaborativo entre los técnicos y el PAIF que permite tomar decisiones de forma compartida aunque no estén presentes en el puesto de mando. Igualmente, al estar esta información disponible de forma electrónica, supone un paso más hacia la integración de la administración electrónica, distribuyendo todos estos informes en formato PDF, o en otros formatos electrónicos equivalentes, sin necesitar soporte de papel.

Módulo de análisis, estadística y difusión

Los Incendios forestales son considerados por la sociedad actual como un problema de primera magnitud, no solo por los daños que sus devastadores efectos ocasionan sobre el medio natural, sino también por la angustia que en la población ocasionan las situaciones de emergencia de protección civil que a consecuencia de estos se producen con cada vez mayor frecuencia.

Esto provoca en la población una necesidad imperiosa de información, acerca de los acontecimientos, que ha de ser inmediata, detallada y fiable, ya que de esta pueden depender distintas actuaciones que se hayan de llevar a cabo con respecto a la emergencia.

La necesidad, por otro lado, de abordar políticas de prevención que reduzcan el número de incendios y minimicen los daños producidos, y de incrementar la eficacia de los dispositivos de extinción, requiere de un análisis pormenorizado del problema, analizando causas que los provocan, las condiciones meteorológicas que facilitan el desarrollo de grandes incendios, etc. Este análisis únicamente podrá ser afrontado con garantía y fiabilidad mediante la utilización de procedimientos estadísticos.

La sistematización metodológica de tratamiento de la información establecida a través del SIGDIF nos permitirá obtener datos relevantes del incendio, permitiendo abordar dos problemáticas de distinta naturaleza.

- Necesidad de conocer de inmediato la magnitud del problema al que nos enfrentamos, lo que permitirá:
 - Adecuada valoración del mismo y por tanto adopción de medidas de control acordes con su magnitud.
 - Información instantánea a instancias superiores.
 - Coordinación con otros organismos implicados en la emergencia.
 - Información a la población.
- Necesidad de realizar análisis de resultados post incendio, que repercutirá en:
 - Mejorar el dispositivo de extinción mediante el análisis del comportamiento del incendio, el estudio de las estrategias adoptadas para su extinción y la actuación de los medios.

- Estudio y análisis de las causas que ocasionan los incendios permitirán la adopción de políticas de prevención adecuadas.
- El estudio de los niveles de afectación de las superficies afectadas permitirán una planificación razonable de las tareas de restauración.

Metodología de determinación de la información relativa a un incendio forestal.

Desde el módulo operativo INFOGIS, un vez georeferenciado el incendio, se analizará, mediante el corte de los distintos perímetros de incendio, que se vayan realizando durante la extinción, con la información geográfica centralizada en la geodatabase corporativa de la Consejería de Medio Ambiente, la afectación real del incendio, en cuanto a situación administrativa, o natural de la superficie afectada.

Por otra parte mediante el estudio de los parámetros de comportamiento y evolución del incendio nos permitirá determinar que elementos vulnerables, tanto naturales, como civiles, pueden verse afectados en la evolución del incendio, con el fin de establecer las estrategias de control del incendio necesarias para minimizar los daños y evitar situaciones de riesgo para la población o infraestructuras.

Desde Silvano e INFOGIS se mantiene actualizado en todo momento el estado de todos los medios del dispositivo, tanto de los que se encuentran actuando en el incendio como de los que permanecen disponibles para incorporarse al mismo. El número de medios, su situación, que tareas se encuentran realizando en cada momento esta disponible instantáneamente en todos los niveles de toma de decisiones del dispositivo, tanto a nivel técnico como de dirección política.

Difusión de la información sobre incendios forestales.

La difusión de la información oficial de la Junta de Andalucía sobre incendios forestales se realizará a través de los servicios Web de la Consejería de Medio Ambiente, que estarán adaptados para ofrecer información a distinto nivel, en función del colectivo de usuarios al que esté dirigido. En base a esto se establecerán los siguientes perfiles de usuarios:

- Las Direcciones Regional y Provinciales del Plan INFOCA, así como las correspondientes Direcciones Operativas deben conocer la evolución de los siniestros con el contenido suficiente para permitirle la toma de decisiones asociada a su responsabilidad. Esta información les será facilitada a través de la web, de manera que en todo momento dispongan de la información sobre los incendios forestales activos y el estado del dispositivo.
- Los responsables de Protección Civil deben conocer el inicio y evolución de los siniestros, para establecer los distintos niveles de alerta de sus dispositivos de emergencia.
- Medios de comunicación, que requieren información instantánea sobre los incendios forestales. Esta información será proporcionada mediante los servicios web de la Consejería, proporcionando de los datos básicos de la situación de los siniestros, así como los datos relevantes y contrastados de los incendios de especial interés mediático.

- Población en general a la que el sistema permitirá acceder a la información de los niveles de riesgo, así como consejos preventivos sobre incendios forestales.

Referencias bibliográficas

Consejería de Medio Ambiente, Orden de 31 de mayo de 2000, por la que se regula la Red de Información Ambiental y los Programas Anuales de Información Ambiental de la Consejería.

L. Castillo, J. Fdez.-Olivares, O. García-Pérez, F. Palao. Bringing users and planning technology together. Experiences in SIADEX. 16th International Conference on Automated Planning and Scheduling (ICAPS 2006). Awarded as the "Best Application Paper" of the 2006 edition.

L. Castillo, J. Fdez.-Olivares, O. García-Pérez, F. Palao. SIADEX. Un entorno integral de planificación para el diseño de planes de actuación en situaciones de crisis. VI Jornadas de Transferencia Tecnológica de Inteligencia Artificial, TTIA'2005 (AEPIA). Awarded as the best AI technology transfer application during the 1st Spanish Conference on Computer Science 2005 (CEDI 2005).

Chuvieco, Emilio (2004): Wildland Fire Danger Estimation and Mapping: The Role of Remote Sensing Data (Series in Remote Sensing Vol.4), World Scientific Publishing Company, 264 pags. 2004.

Chuvieco, Emilio (1995): Remote sensing and G.I.S. applications to forest fire management, Universidad de Alcalá de Henares, 1995.