

**Metodología aplicada a la determinación
de áreas de defensa y rodales estratégicos de gestión
en los planes de defensa contra incendios forestales
en Aragón**

**Methodology applied to the determination of defense areas
and strategic action stands in the defense plans against forest fires
in Aragon**

López, R.^{1*}; Ortega, G.²; Rodríguez, C.²; Cabrera, J.¹; Hernández, R.¹

¹*EI Dirección General de Medio Natural y Gestión Forestal.*

²*Sociedad Aragonesa de Gestión Agroambiental (SARGA), Zaragoza*

* Autor para correspondencia: rlopezde@aragon.es

Resumen

Los incendios forestales se han convertido en un problema creciente para el medio ambiente y la protección civil en un contexto de cambio global. El potencial de los grandes incendios forestales tiende a crecer por la mayor frecuencia de ventananas meteorológicas y escenarios paisajísticos favorables. Estos incendios forestales son y pueden ser cada vez más importantes en la estructura y configuración del paisaje, así como para bienes y personas, por lo que resulta esencial anticiparnos.

Se propone una metodología centrada en los objetivos de las acciones que identifica de antemano las oportunidades que puede tener la extinción para limitar el alcance de los grandes incendios forestales, ubicando actuaciones y empleando directrices de diseño más eficientes y seguras para las acciones de prevención. Se desarrollan las Áreas de Defensa (AD) y los Rodales de Actuación Estratégica (RAE).

Esta metodología es la que actualmente se está aplicando en los Planes de Defensa contra incendios forestales en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Palabras clave: incendios forestales, prevención de incendios, paisajes, áreas de defensa, rodales de actuación estratégicos, Aragón.

Abstract

Wildfire have become a growing problem for the environment and civil protection in a context of global change. The potential of large forest fires tends to grow due to the higher frequency of weather windows and favourable landscape scenarios. These wildfires are and can be increasingly important in the structure and configuration of the landscape, as well as for goods and people, so it is essential to anticipate.

A methodology focused on the objectives of the actions is proposed that identifies in advance the opportunities that extinction can have to limit the extent of large forest fires, locating the areas and using more efficient and safe design guidelines for prevention actions. The Defense Areas (AD) and the Strategic Action Stands (RAE) are developed.

This methodology is what is currently being applied in the Defense Plans against Wildfire in the Aragon region.

Keywords: Wildfire, fire prevention, landscape, Defense Areas, Strategic Action Stands, Aragon.

1. Introducción

La planificación y ejecución de la ordenación del combustible dentro de la selvicultura preventiva presenta un largo recorrido, comenzando por los Planes de Acciones Prioritarias contra Incendios Forestales (PAPIF) en la década de 1990, que más tarde han evolucionado a los diversos planes financiados en muchos casos con fondos europeos, como son los actuales Planes de Defensa contra Incendios Forestales en Zonas de Alto Riesgo.

La evolución en el diseño es fruto de la experiencia adquirida en la extinción de incendios y del comportamiento de las actuaciones preventivas preexistentes frente a los mismos, actuaciones a las que se ha dedicado una importante inversión económica. Esta evolución que comenzó con la realización de cortafuegos, fajas auxiliares y tratamientos selvícolas, ha derivado en diversos tipos de infraestructuras donde, a menudo, la falta de definición de objetivos claros para cada tipo de actuación y de la consideración de unas directrices en la ejecución de las mismas, ha mermado la eficacia y la eficiencia de las estas infraestructuras cuando no la seguridad del operativo.

El estado de nuestros paisajes, con elevada continuidad y carga de combustible disponible, así como la disponibilidad económica actual y la necesaria conjunción de diversos objetivos propios de la gestión forestal sostenible, hacen inviable generalizar los tratamientos en una amplia proporción de la superficie de nuestros territorios con alto riesgo de incendio forestal. Aragón, por ejemplo, anualmente realiza actuaciones específicas de prevención en un 0.3% de la superficie declarada de Alto Riesgo de Incendio Forestal lo que hace necesaria la priorización de estas actuaciones a fin de maximizar la eficacia y eficiencia de las mismas.

Los avances técnicos surgidos en los últimos años, apoyados en el estudio de modelos de combustible, comportamiento de incendios históricos, situaciones meteorológicas y patrones de propagación comunes, han permitido establecer las condiciones más probables de un Gran Incendio Forestal (GIF) tipo para cada zona de Aragón, y por consiguiente, mejorar el diseño de actuaciones futuras.

De este análisis deriva la importancia que supone conocer los objetivos de la planificación. La base de partida ha sido la definición de tipologías de actuaciones preventivas con diferentes criterios para el diseño en función del objetivo establecido para cada una de ellas y según la estrategia, tácticas y maniobras comúnmente utilizadas en el sistema de extinción (*Tabla 1*).

De todos los tipos de actuación tenidos en cuenta en la planificación, dos destacan por su necesidad para hacer frente al reto más complejo a día de hoy, la lucha contra los “megaincendios” forestales. Por un lado, se encuentran las áreas de defensa (AD: ADD y ADI, *ver Tabla 1*), que presentan el mismo objetivo que los puntos estratégicos de gestión (PEG) definidos por Costa *et al.* (2011), oportunidades que sirven como líneas de control para el operativo para acotar la propagación de un incendio compartimentando la masa forestal. Por otro lado, se encuentran los rodales de actuación estratégica (RAE), que son los rodales y parcelas homólogas a las áreas estratégicas de gestión (AEG).

Tabla 1. Resumen de tipos de actuaciones según objetivos.

Objetivo General	Objetivo específico	Tipo de actuación
Reducir la gravedad de los incendios forestales	Generar oportunidades para detener el avance en condiciones de gran incendio tipo, permitiendo la actuación de los medios de extinción con seguridad y eficacia.	Áreas de Defensa con ataque directo (ADD) y Discontinuidades Estratégicas.
		Áreas de Defensa con ataque indirecto (ADI)
	Disminuir la intensidad y el potencial de propagación del incendio tipo.	Rodales de actuación estratégica (RAE)
	Facilitar el acceso, o salida, rápida y segura de medios de extinción y/o evacuaciones.	Pistas
		Fajas de accesibilidad (FA)
		Helisuperficies
	Aumentar la disponibilidad de agua para los medios de extinción.	Puntos de agua
	Reducir la peligrosidad de elementos que puedan generar incendios.	Fajas de protección (FP)
Mejorar la distribución de los medios en función de zonas y épocas de peligro.	Ubicación de medios en épocas y/o días de máximo riesgo	
	Recomendaciones sobre la distribución y despliegue de de medios	
Reducir el riesgo de elementos socioeconómicos, culturales y naturales frente a incendios forestales	Reducir la vulnerabilidad de los elementos de mayor riesgo y mejorar la transitabilidad para su defensa o evacuación.	Fajas de protección (FP)
	Disminuir la intensidad y el potencial de propagación del incendio tipo reduciendo la afección sobre elementos socioeconómicos, culturales y naturales.	Rodales de actuación estratégica (RAE)
Reducir el número de incendios forestales por causa evitable	Disminuir la incidencia de incendios causados por un colectivo determinado	Programas de sensibilización
		Normativa y/o directrices

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es definir el concepto de área de defensa (AD), especialmente las de ataque directo (ADD), y rodal de actuación estratégica (RAE), así como una propuesta metodológica de ubicación de los RAE en el territorio, aplicado a la Comunidad Autónoma de Aragón.

3. Materiales y métodos

3.1. Área de defensa (AD)

Objetivo: Generar oportunidades para detener el avance del incendio tipo, permitiendo la actuación de los medios de extinción con seguridad y eficacia. Estas infraestructuras permiten acotar los flancos del incendio tipo mediante tácticas de ataque directo o indirecto. Se consideran las de mayor complejidad en su diseño por las exigencias de eficacia y seguridad.

Para ello, estas infraestructuras deben atender a una serie de directrices:

1. *Ubicación:* zonas de oportunidad caracterizadas por ser en general cambios de alineación donde se prevé un cambio en el comportamiento del incendio (preferiblemente divisorias, zonas llanas o valles amplios). Especialmente se descartarán las infraestructuras a media ladera y fondos de barranco por su peligrosidad en cuanto a posibles atrapamientos.
2. *Alineación respecto de los incendios tipo:* infraestructura paralela al eje de propagación (con una desviación admisible $\pm 30^\circ$) que permita trabajar en flancos reduciendo la afección de la columna de humo y del salto de pavesas. Excepcionalmente se podrán realizar actuaciones en cabeza (acciones prioritariamente reservadas a las ADI) siempre que el comportamiento del incendio tipo ofrezca una baja incidencia de radiación, convección, paveseo y columna de humo. Esta caracterización se ha obtenido en base a simulaciones de incendios tipo considerando el relieve y el viento dominante con el simulador Flammap (Finney, 2006).
3. *Accesibilidad:* el AD debe ser accesible por ambos lados a medios terrestres para contribuir a una mayor seguridad en los trabajos de extinción, y a ser posible, por autobombas, debido a que la técnica de extinción principal del operativo es el ataque directo con línea de agua.
4. *Anclaje:* la infraestructura deberá estar anclada a un lugar seguro en ambos lados. Es una de las características indispensables para favorecer la seguridad y la eficacia de los trabajos de extinción.
5. *Dimensionamiento:* anchura mínima a tratar en la infraestructura para poder trabajar con seguridad. Para el cálculo de la anchura necesaria se ha utilizado una ecuación matemática no publicada desarrollada por el Laboratorio de Defensa contra Incendios Forestales y Manejo del Fuego de la Universidad de Córdoba (LABIF-UCO), para el programa Visual-Fuego (VF). Esta fórmula determina la intensidad del frente de llama en función de la orientación de la infraestructura, obteniendo la distancia a la cual es segura la actuación de un combatiente, teniendo en cuenta el calor emitido por la radiación y la convección.

6. *Modelos de combustible objetivo*: agrícolas, pastos, pastos-matorrales con carga media-baja o modelos de arbolado sin continuidad vertical y baja carga aérea de copas.

El modelo de combustible objetivo en la masa arbolada será de tipo A8 (modelo de combustible de Aragón de tipo arbolado con baja carga de combustible de superficie, sin continuidad vertical) y además con baja densidad aérea de copas. Para determinar la carga aérea crítica, evitando así que un incendio propague por las copas del área de defensa y al mismo tiempo que la densidad de pies se mantenga en unos valores aceptables de cara a la proliferación del matorral en el AD, se ha estimado la densidad aparente de copa límite (DAC) bajo un escenario de viento de 40 km/h, mediante la utilización de la calculadora Nexus (Scott, 1999). Este valor de DAC varía según las condiciones de escenario de incendio y de las características de los pies de cada área de defensa. Se han obtenido resultados en torno a 0.10 kg m⁻³ similar a lo que apunta la bibliografía (Cruz *et al.*, 2005; Fernández-Alonso *et al.*, 2013; Werth *et al.*, 2016).

Áreas de Defensa de Ataque Indirecto (ADI): Las directrices para el diseño son muy diferentes a las ADD dado que las tácticas a desarrollar en este caso están orientadas a un ataque indirecto, principalmente mediante uso de fuego técnico para maniobras de contención de cabezas y flancos. Por ello la ubicación, alineación respecto a incendios tipo y dimensionamiento de estas actuaciones son tan distintas y no se van a incluir en esta publicación.

3.2. *Rodal de Actuación Estratégica (RAE)*

Objetivo: Disminuir la intensidad y el potencial de propagación de un posible incendio, configurando un paisaje en mosaico, heterogéneo, más resistente y resiliente. Se identifican las zonas de actuación más estratégicas evitando la existencia de grandes continuidades fuera de capacidad de extinción de incendios de gran intensidad, y dificultando los comportamientos convectivos de los megaincendios. En algunos casos, determinados rodales pueden tener un objetivo adicional, como apoyar la eficacia de las áreas de defensa en aquellas zonas que no cumplan con todos los criterios de diseño o apoyar a otras oportunidades para la extinción (zonas agrícolas y pastos con baja carga de combustible).

Para ello, estas infraestructuras deben atender a una serie de directrices:

1. *Modelos de combustible objetivo*: agrícolas, pastos, pasto-matorrales con carga media-baja o modelos de arbolado sin continuidad vertical, baja densidad aérea de copas.

Una vez más el modelo de combustible objetivo en la masa arbolada será de tipo A8. Para el cálculo de la carga aérea crítica en el rodal estratégico, se ha estimado la densidad aparente de copa límite (DAC) de forma similar que para las áreas de defensa, sin embargo en este caso, bajo un escenario de viento de entre 25-30 km h⁻¹,

en función de zonas más o menos expuestas al viento, y según las condiciones meteorológicas del escenario de incendio y de las características de los pies de cada rodal. Se han obtenido resultados en torno a 0.20 kg m^{-3} similar a lo que apunta la bibliografía (Cruz *et al.*, 2005; Fernández-Alonso *et al.*, 2013; Werth *et al.*, 2016).

2. *Ubicación*: se distinguen tres tipologías de rodales o parcelas sobre los que incidiría el incendio tipo:

- Aquellos que se encuentren contiguos a áreas de defensa u otras oportunidades, necesarios para reforzar la eficacia y seguridad del trabajo del operativo.
- Los que se encuentren en zonas de elevada intensidad y velocidad de propagación o zonas donde el potencial del incendio se amplía (puntos críticos), como son barrancos, nudos de barrancos, divisorias, nudos de divisorias, collados, zonas embudos y zonas de alta alineación con los incendios tipo. Se exploraron varios estudios y múltiples simulaciones cuyo objetivo era buscar caminos del fuego que fuesen recurrentes. Este enfoque se descartó finalmente debido a la dificultad de encontrar un lugar determinista, por la multitud de factores estocásticos que intervienen en un incendio (emisión de pavesas, cambios de dirección, ráfagas de viento, topografía abrupta, etc.), y que no es viable de reproducir a través de los parámetros del simulador. Por tanto, se considera que el criterio técnico en la fase final del proceso debe determinar la ubicación definitiva más adecuada.

3. Por último, las zonas de actuación estratégica desde el punto de vista del daño potencial del incendio tipo.

Asimismo, se pone de manifiesto que para trasladar estos conceptos sobre el territorio es necesario definir espacialmente estas localizaciones a la escala de gestión. En el mundo agro-ganadero, la parcela y en el forestal, el rodal.

4. Resultados: Propuesta metodológica para la identificación de Rodales de Actuación Estratégica

Para identificar el emplazamiento o lugar más eficaz y eficiente en el diseño de actuaciones se ha empleado una metodología objetiva, partiendo de los criterios tenidos en cuenta para la determinación del riesgo de incendio y la identificación de las Zonas de Alto Riesgo de Aragón (Boletín Oficial de Aragón, ORDEN DRS/1521/2017).

Para ello, se han tenido en consideración dos factores principales:

- a. *La eficacia*, buscando minimizar el potencial y los efectos de un gran incendio forestal.

Se realiza una simulación dinámica a 3 horas empleando el simulador Flammap en cada punto de una malla con un paso de 200 metros y bajo las condiciones de los grandes incendios tipo de la zona. Para estas condiciones, se estudian e implementan los percentiles de humedad de los combustibles y de los vientos. Teniendo en cuenta los resultados de dichas simulaciones, se asigna a cada punto de origen el potencial de un posible incendio en función del perímetro resultante y, a su vez, se evalúa el impacto que podría ocasionar teniendo en cuenta la importancia de protección de la zona. Para esto último, partiendo de la superficie quemada de cada simulación, se calcula el promedio de las variables de importancia natural, importancia respecto a elementos socioeconómicos y la dificultad de extinción de la zona (Tabla 2), asignando una valoración técnica objetiva de cada una de ellas a cada punto de inicio.

Por último, de cara a evaluar el peligro como la frecuencia estadística de ignición de la zona, se calcula la densidad de incendios forestales del entorno de cada punto de inicio de incendio extraída de la base de datos de incendios forestales, empleando para ello una cobertura ráster que localiza a nivel de detalle las zonas con una mayor ocurrencia de incendios (en este caso se empleó para el testado los datos correspondientes a las dos últimas décadas).

En resumen, a través del análisis espacial del potencial del incendio bajo las condiciones del GIF tipo; la importancia natural, la importancia respecto a elementos socioeconómicos y la dificultad de extinción de la zona a proteger; y por último el peligro de ocurrencia de incendios, se obtiene un ráster por escenario meteorológico de simulación de las zonas consideradas como más estratégicas (Figura 1).

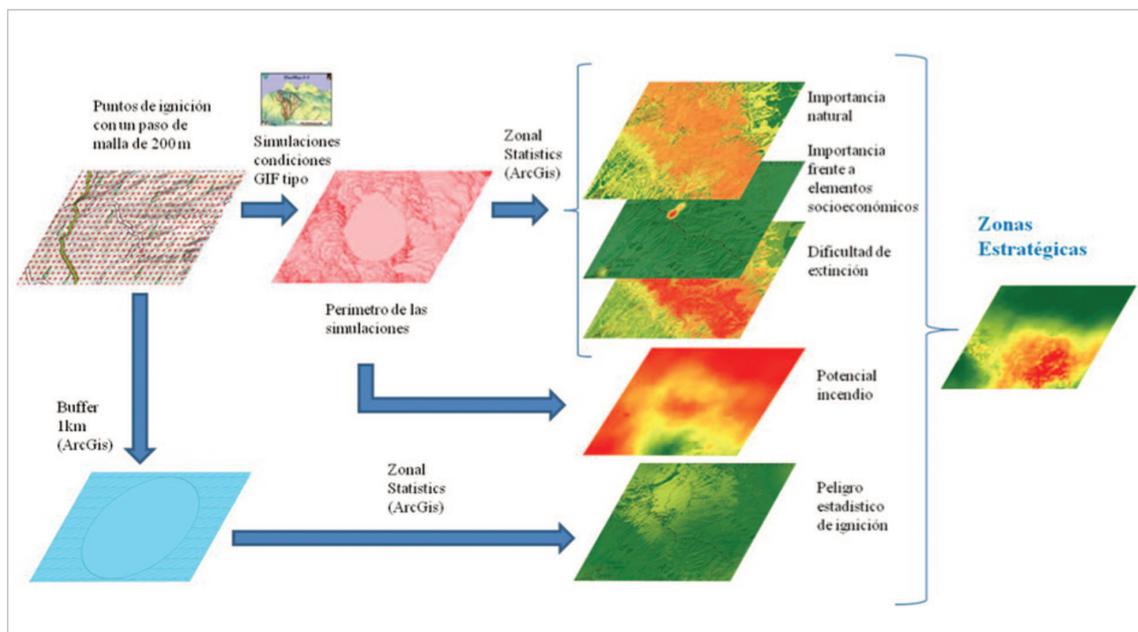


Figura 1. Esquema y flujo de información geográfica de la metodología aplicada para la obtención de zonas estratégicas a nivel de mesoescala.

Tabla 2. Variables que se han considerado en el estudio del impacto de un posible incendio.

Importancia natural	<i>Vulnerabilidad /fragilidad:</i>	<input type="radio"/> Potencial de regeneración de la estación. <input type="radio"/> Potencial de regeneración de la especie. <input type="radio"/> Potencial de erosión.
	<i>Calidad/ valor de la zona:</i>	<input type="radio"/> Presencia de figuras de protección. <input type="radio"/> Volumen de biomasa.
Importancia respecto a elementos socioeconómicos, a partir de la estimación del riesgo	<i>Importancia de protección:</i>	En función de la tipología de cada elemento (tipo, uso, capacidad de personas, etc.).
	<i>Peligrosidad:</i>	<input type="radio"/> Del propio elemento (vegetación combustible en el interior). <input type="radio"/> Del entorno (peligrosidad ZAR). <input type="radio"/> Accesibilidad (tipo de acceso y afección de incendio tipo). <input type="radio"/> Defendibilidad de la zona inmediata (comportamiento del fuego en esta zona). <input type="radio"/> Afección por humo (presencia de combustible con cierta carga).
Dificultad de extinción	<i>Comportamiento del fuego</i> frente a los incendios tipo de la zona.	
	<i>Accesibilidad</i> para cuadrillas terrestres, autobombas, góndola/maquinaria pesada y cuadrillas helitransportadas.	
	<i>Tiempos de llegada</i> de cuadrillas terrestres, autobombas y cuadrillas helitransportadas.	
	<i>Disponibilidad de puntos de agua</i> para medios terrestres, medios aéreos y el volumen de agua disponible en la zona.	
	<i>Elementos de Interfaz Urbano-Forestal.</i>	
	<i>Red de comunicaciones</i> , en función de la cobertura radio y teléfono.	
<i>Estudio de visibilidad</i> de la zona teniendo en cuenta la red de puestos de vigilancia.		

Debido a la dificultad de llevar a la práctica el empleo de una cobertura ráster en la delimitación y ejecución de trabajos de las zonas prioritarias, se traduce la información obtenida a escala de rodal forestal, de tal forma que sirvan de apoyo a los técnicos para la planificación de infraestructuras de defensa contra incendios forestales.

De cara a la elección de los rodales a tratar se deben tener en cuenta una serie de consideraciones:

En primer lugar, dado que se evalúan los diferentes escenarios meteorológicos más desfavorables en el ámbito de estudio, se ha tenido en cuenta un factor corrector que permita ponderar dichos escenarios y que dependerá de la superficie afectada por incendios de más de 50 ha en cada uno de los mismos (Gobierno de Aragón. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, 2015).

Por último, aunque se han desarrollado una serie de herramientas que llevan a identificar cuáles son los rodales más estratégicos, existe una serie de restricciones

que quedarán a criterio del técnico. Se descartan todos aquellos rodales en los no sea posible llevar a cabo los tratamientos correspondientes, ya sea por la propia orografía del terreno, por la mala accesibilidad de la zona o por otros condicionantes ecológicos y/o de cualquier otra índole.

- b. *El Coste/eficiencia*: con ello se pretende identificar de entre los rodales más estratégicos y que no poseen restricciones en la ejecución, aquellos en los que alcanzar modelos de combustible más seguros y sus futuros mantenimientos resulten menos costoso. Se han desarrollado una serie de herramientas con SIG donde se compara el valor asignado a los rodales desde el punto de vista de la eficacia con el coste/ha que supone su ejecución/adecuación. Se obtiene de esta manera la relación coste/beneficio de cada infraestructura, pudiendo asignar una priorización de la forma más eficiente posible. De esta forma, se consigue en muchos casos, identificar zonas en las que con poca inversión, a través de podas, desbroces, ganadería, uso del fuego técnico o en las que se puedan realizar un aprovechamiento autofinanciable, se pueden crear discontinuidades en áreas consideradas clave dentro del territorio.

5. Conclusiones

- Es fundamental hacer la reflexión de cuáles son los objetivos a alcanzar con la planificación para incrementar la eficacia en la extinción y diseñar actuaciones que puedan cumplir esos objetivos plenamente.
- El diseño de las áreas de defensa siempre debe depender del tipo de estrategia adoptada por el sistema de extinción.
- Tras hacer la valoración de otros sistemas de identificación de puntos críticos desde el punto de vista del comportamiento de los incendios, como los “nodos de propagación” que se obtienen automáticamente mediante simulación se llega a la conclusión de que la propagación de los incendios es un proceso estocástico que hace imposible dar con unos caminos de fuego que sean deterministas, no hay dos “caminos” iguales aunque sí hay ejes y patrones de propagación comunes. El comportamiento caótico, efecto de las pavesas, zonas con mayor o menor alineación, cambios en la dirección y módulo de viento con la topografía, rachas de viento, etc. hacen que no sea prudente determinar unos lugares exactos a nivel de microescala de paisaje.
- Los simuladores a nivel de mesoescala aportan unos resultados muy buenos para determinar las zonas más estratégicas por su potencial de GIF dentro del macizo, sin embargo, esta calidad de los resultados se ve mermada a una escala inferior.
- Se han desarrollado herramientas para facilitar la valoración de la eficacia a

escala de rodal y evaluar el coste de ejecución de trabajos selvícolas en los mismos, de forma que permite determinar y priorizar cuáles son los más adecuados.

- Es complejo desarrollar una herramienta que aporte una solución definitiva sobre la ubicación de la actuación, debido a que se considera que siempre entran en juego otra serie de factores de la gestión forestal (biodiversidad, espacios naturales protegidos, propiedad, etc.) para los que va a ser necesaria la valoración concreta del técnico correspondiente en la materia.
- Esta metodología podría tener otras utilidades como son la obtención del Índice de Gravedad Potencial (IGP) de la Directriz Básica de Protección Civil (aprobada por el Real Decreto 893/2013) y el cálculo del Índice de Peligro Meteorológico.

Agradecimientos

Este trabajo está cofinanciado con Fondos FEADER al amparo del PDR de Aragón 2014-2020 a través de la Medida 08 INVERSIONES EN EL DESARROLLO DE ZONAS FORESTALES Y MEJORA DE LA VIABILIDAD DE LOS BOSQUES. Submedida 8.3: Ayuda para la prevención de los daños causados a los bosques por incendios, desastres naturales y catástrofes y Operación 8.3. d –Planificación preventiva.

6. Bibliografía

- Boletín Oficial de Aragón. ORDEN DRS/1521/2017, de 17 de julio, por la que se clasifica el territorio de la Comunidad Autónoma de Aragón en función del riesgo de incendio forestal y se declaran zonas de alto y de medio riesgo de incendio forestal. Boletín Oficial de Aragón, de 17 de octubre de 2017, núm. 199, pp. 54.
- Costa, P.; Castellnou, M.; Larrañaga, A.; Miralles, M.; Kraus, D.; 2011. La Prevención de los Grandes Incendios Forestales adaptada al Incendio Tipo. https://issuu.com/paucostafoundation/docs/guia_paradox_cast_com Accessed. 17 enero 2019.
- Cruz, M.; Alexander, M.; Wakimoto, R.; 2005. Development and testing of models for predicting crown fire rate of spread in conifer forest stands. *Can. J. For. Res.* 35: 1626-1639. <https://doi.org/10.1139/x05-085>
- Fernández-Alonso, J.M.; Vega, J.A.; Álvarez-González, J.G.; Alberdi, I.; Ruiz-González, A.D.; Cañellas, I.; Jiménez, E.; 2013. Sensibilidad al fuego de copas en las masas de pinares de la provincia de Pontevedra. Actas del 6º Congreso Forestal Español. Vitoria-Gasteiz, 10-14 de junio de 2013. 6CFE01-302. Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- Finney, M.A.; 2006. An Overview of FlamMap Fire Modeling Capabilities. In: Andrews, P.L., Butler, B.W., comps. 2006. Fuels Management-How to Measure Success: Conference Proceedings. 28-30 March 2006; Portland, OR. Proceedings RMRS-P-41. Fort Collins, CO: US

- Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. p. 213-220 (Vol. 41).
- Gobierno de Aragón. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, 2015. Análisis del régimen de incendios y elaboración de escenarios meteorológicos por zona de meteoalerta de la Comunidad Autónoma de Aragón. http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/DesarrolloRuralSostenibilidad/AreasTematicas/MA_MedioForestal/IncendiosForestales/ci.05_PUBLICACIONES_INCENDIOS.detalleDepartamento?channelSelected=0 Accessed. 14 enero 2019.
- Gobierno de Aragón. Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad, 2016. Meteorología sinóptica y comportamiento del fuego en Aragón. http://www.aragon.es/DepartamentosOrganismosPublicos/Departamentos/DesarrolloRuralSostenibilidad/AreasTematicas/MA_MedioForestal/IncendiosForestales/ci.05_PUBLICACIONES_INCENDIOS.detalleDepartamento?channelSelected=0 Accessed. 14 enero 2019.
- LABIF-UCO. Laboratorio de Defensa contra Incendios Forestales y Manejo del Fuego de la Universidad de Córdoba. Programa Visual-Fuego. <http://franciscorodriguezysilva.com/laboratorio/software/> Accessed. 14 enero 2019.
- Scott, J.H.; 1999. Nexus: a system for assessing crown fire hazard. *Fire Management Notes* 59(2): 20-24.
- Werth, P.; Potter, B.; Alexander, M.; Clements, C.; Cruz, M.; Finney, M.; Forthofer, J.; Goodrick, S.; Hoffman, C.; Jolly, W.; McAllister, S.; Ottmar, R.; Parsons, R.; 2016. Synthesis of knowledge of extreme fire behavior: volume 2 for fire behavior specialists, researchers, and meteorologists. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-891. Portland, OR; U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 258 p.