



8º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

La **Ciencia forestal** y su contribución a  
los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**



8CFE

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales

**Cataluña | Catalunya - 27 junio | juny - 1 julio | juliol 2022**

**ISBN 978-84-941695-6-4**

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

---

Organiza



## Áreas de gestión de rayos y planes de quemas prescritas. Definición y metodología de cálculo de actuaciones en la provincia de Cuenca

CASTELLANO JARQUE, I.<sup>1</sup>, MATEO FERNÁNDEZ, J.F.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ingeniero de Montes. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Servicio de Medio Natural y Biodiversidad. Técnico Prevención y extinción Incendios Forestales

<sup>2</sup> Ingeniero Forestal. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha. Servicio de Medio Natural y Biodiversidad. Director del COP de Cuenca.

### Resumen

En la provincia de Cuenca los rayos, en el periodo 2005-2017, han producido 528 incendios forestales.

Mediante un análisis de densidad se han determinado las áreas con más igniciones, siendo estos lugares los que, en condiciones naturales, hubiesen sido recorridos con mayor recurrencia por fuego de origen natural, modelando el territorio hacia estructuras más resistentes al paso del fuego.

El resultado han sido ocho **áreas de gestión de rayos (AG\_QP)**, que en su conjunto engloban la reintroducción del papel ecológico del fuego en 41.478,35 ha. Dentro de estas áreas se actuará estratégicamente en partes de ellas. Serán consideradas en su conjunto como grandes áreas estratégicas de acuerdo al Plan director de defensa contra IIFF y se integrarán en los planes de quemas prescritas en las siguientes figuras: mantenimiento de áreas de defensa, áreas de recuperación del fuego (AR\_QP), áreas estratégicas (AE\_QP), parcelas de gestión de rayos (PGR\_QP). Se introduce la denominación de PGR\_QP como microcuencas inferiores a 10 ha, en las que cuando se declare un incendio forestal causado por rayo, y su comportamiento esté dentro de unas condiciones predefinidas en la ventana de prescripción será gestionado por personal del dispositivo hasta alcanzar los límites previamente definidos.

### Palabras clave

Cuenca, rayos, áreas de gestión de rayos, incendios forestales, prevención de incendios, extinción, quemas prescritas, parcelas de gestión de rayos.

### 1. Introducción

El uso de fuego prescrito debe ser concebido como una herramienta de manejo del medio natural, integrada dentro los documentos de gestión y planificación territorial. La ejecución de la quema prescrita requiere de una planificación motivada y elaborada con criterios técnicos. La redacción del primer Plan general de quemas prescritas de la provincia de Cuenca pretende establecer las actuaciones a realizar en base a dos principios:

- El establecimiento de áreas de gestión con actuaciones específicas, usando el fuego prescrito como elemento modelador recurrente y recuperando la función ecológica de los incendios de ignición natural.

- La localización, dentro de cada área de gestión, de las actuaciones específicas para la gestión de incendios forestales de ignición natural, permitiendo reintroducir los efectos ecológicos del fuego, dando lugar a mayor biodiversidad, y estructuras de masa forestal con discontinuidades y menor carga de combustible.

Además, el Servicio de Extinción de Incendios Forestales (SEIF) requiere de actuaciones en lugares estratégicos, que permitan trabajar con seguridad al presentar los incendios un comportamiento del fuego de menor intensidad.

## 2. Objetivos

En coherencia con el carácter técnico de la ejecución de quemas prescritas, unido al requisito legal de justificar y motivar el empleo del fuego en montes, así como la necesidad de contar con autorizaciones excepcionales para ello, las quemas prescritas precisan de un documento técnico de planificación que justifique y motive su ejecución y sirva, al mismo tiempo, de base para su autorización legal. Con el Plan general de quemas prescritas de la provincia de Cuenca se establecen las directrices para la redacción de Planes especiales de quema prescrita en la provincia de Cuenca. Los objetivos son:

### Objetivos principales:

- Recuperar los procesos ecológicos en los que participa el fuego forestal natural, es decir, aquellos que tienen su origen en el rayo.
- Regular la ejecución de quemas prescritas, incluidas en las actuaciones a realizar en los planes de defensa contra incendios forestales.
- Proporcionar la metodología de ejecución de quemas prescritas, definiendo y determinando los procedimientos y documentación a generar, la estructura necesaria para su ejecución, la tipología de equipos intervintentes, las técnicas a emplear y demás conocimientos necesarios.
- Facilitar la gestión y manejo de incendios forestales ocasionados por ignición natural.
- Constituir una herramienta más para la ejecución y mantenimiento de áreas de defensa contra incendios forestales como trabajos de selvicultura preventiva.

### Objetivos secundarios:

- Formar al personal del SEIF en el manejo del fuego técnico.
- Modificar modelos de combustible hacia modelos de menor carga.
- Conocer los efectos ecológicos y selvícolas del fuego en estas estructuras forestales.
- Determinar los costes y la eficacia de las quemas frente a métodos tradicionales de eliminación de restos con herramientas mecánicas.
- Dar a conocer el fuego ante la sociedad como una herramienta de gestión forestal.

## 3. Metodología

En el establecimiento de las áreas de gestión, la localización de las actuaciones específicas y en la selección de parcelas, sea cual sea la finalidad, los objetivos perseguidos o el carácter de la quema, se sigue una serie de criterios, que se pueden dividir en dos grupos principales:

### 3. 1 Criterios empleados

#### ○ Criterios técnicos.

Responden a las características físicas que tiene que cumplir el territorio para poder realizar quemas prescritas y a la mejora de resultados, tanto técnicos como ecológicos, en comparación con los trabajos selvícolas tradicionales.

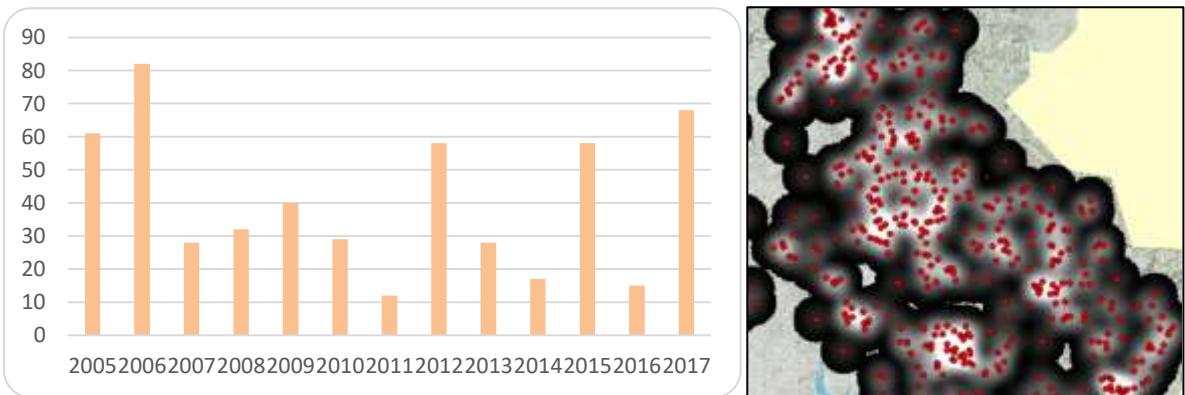
#### ○ Criterios socioeconómicos.

Pueden ser de muy diversa índole, como la aceptación social de las quemas, la conformidad de los gestores del monte o la reducción de los costes de ejecución con respecto a otros métodos.

### 3. 2 Selección de áreas de gestión

De acuerdo con el Sistema de Gestión e Información de Incendios Forestales de Castilla-La Mancha, en la provincia de Cuenca en el periodo 2005 - 2017 se han producido 528 incendios ocasionados por causa natural de rayo. Mediante un análisis de densidad se han determinado las áreas con mayor

número de igniciones; siendo estos lugares los que, en condiciones naturales, hubiesen sido recorridos con mayor recurrencia por fuego de origen natural, modelando la estructura de la masa hacia estructuras más adaptadas y resistentes al paso del fuego.



Las **áreas de gestión** serán consideradas en su conjunto como grandes áreas estratégicas de acuerdo con el Plan director de defensa contra incendios forestales de Castilla-La Mancha

Las zonas donde se actuará estratégicamente dentro de las áreas de gestión se determinarán por medio de análisis de comportamiento del fuego, tipologías de incendio, nodos o puntos críticos de cambio de comportamiento y ejes de propagación, contrastando conocimientos adquiridos de la experiencia operativa con los resultados de la simulación en Flammmap 6.1.

El tratamiento consistirá, en general, en la aplicación de fuego de baja intensidad, o puntualmente de media intensidad, mediante quemas prescritas. La selección de las ventanas de prescripción está supeditada a la consecución de fuegos que emulen las variables de comportamiento de fuego esperado en la época del año cuando se producen las igniciones naturales.

### 3.3 Tipos de actuaciones en las áreas de gestión

- MANTENIMIENTO DE ÁREAS DE DEFENSA

Uso del fuego prescrito como herramienta de gestión para el mantenimiento de la red de áreas de defensa (RAD) contra incendios forestales, seleccionando estas operaciones de forma anual según la necesidad de mantenimiento que requieran e incluyéndose en planes especiales de quemas.

- ÁREAS DE RECUPERACIÓN (AR\_QP)

Son zonas en las que se recupera el papel modelador del incendio forestal. Se establecen relacionando subcuencas de superficie inferior a 50 ha y los puntos de ignición por rayos que han sido extinguidos. Se establece el área y sus parcelas de quema atendiendo a la superficie que el fuego podría haber recorrido en una estructura de menor carga y continuidad.

- ÁREAS ESTRATEGICAS (AE\_QP)

Se establecen mediante el análisis de nodos de subcuencas inferiores a 100 ha dentro de las áreas de gestión. Su ubicación será en aquellos lugares concretos potencialmente multiplicadores de la propagación de frentes, por ejemplo, puntos de cambio de comportamiento del fuego que, por la interacción de la topografía con el movimiento del incendio, amplían el alcance del fuego. Pueden ser nudos de divisoria en incendios conducidos por viento o puntos críticos en nudos de barranco en incendios topográficos, y sus laderas adyacentes.

- PARCELAS DE GESTIÓN DE INCENDIOS NATURALES (PGR\_QIN)

Se establecen mediante el cálculo de subcuencas inferiores a 10 ha, en las que cuando se declare un incendio forestal causado por rayo, y su comportamiento esté dentro de unas condiciones predefinidas en la ventana de prescripción, no será extinguido, aunque sí gestionado por personal del dispositivo como una quema prescrita de ignición natural, o QIN (MOLINA, D.M. 2000).

Los requerimientos para poder desarrollar las PGR\_QIN quedarán establecidos en el Plan especial de quemas. Además, requerirá del siguiente procedimiento:

1. Redacción y aprobación del Plan especial de quemas.
2. Personal capacitado para la toma de decisiones y ejecución.
3. La causa del incendio debe ser de origen natural.
4. La dificultad de la quema prescrita debe ser baja y la estructura organizativa debe ajustarse a tipología de quema nivel 1, conforme a la propuesta de directrices para la redacción de planes de quema prescrita en Castilla-La Mancha.
5. Si se cumplen los puntos anteriores, y una vez obtenida la conformidad del director de extinción, se solicitará al COP el visto bueno para su realización.
6. La quema de ignición natural debe ejecutarse bajo el cumplimiento de la ventana de prescripción, y los resultados deben estar en un rango de resultados aceptable de acuerdo con lo establecido en el Plan especial.

En caso de no autorizarse la quema de ignición natural, se acometerá la extinción de conformidad con la Directriz Técnica del Servicio Operativo de Extinción de Incendios Forestales (SEIF). Posteriormente, y de acuerdo con la ventana de prescripción, se ejecutará como área de recuperación.





Figura 3. De izquierda a derecha y de arriba abajo. Planificación de parcelas de gestión (1). Ignición natural por rayo (2). Comportamiento y consumos; Portilla, 18/08/2018 (3 y 4). Comparativa con 14 enero 2021 (5 y 6).

La ubicación de las parcelas de gestión y áreas estratégicas se realiza atendiendo únicamente a criterios de relieve. Se generan las subcuenca mediante el uso de software libre QGis, con dos procesos diferenciados para la misma área de gestión, un análisis de subcuenca con valores inferiores a 10 ha y otro con valores inferiores a 50 ha.

Las de superficie inferior a 10 ha constituirán las parcelas de gestión, que se emplearán en primera instancia, para la ejecución y gestión de quemas de ignición por rayo.

Las de superficie inferior a 50 ha, constituirán las áreas estratégicas, para ello se transforman los polígonos en polilíneas y a su vez estas en puntos, con ellos se realiza un análisis de densidades mediante la técnica de visualización de datos en mapa de calor (Heatmap), dando lugar a las áreas estratégicas. Posteriormente se identifican los puntos calientes (Hotspots). La concentración de puntos (Clusters) dan lugar a la ubicación de las áreas estratégicas que formarán parte del Plan general, para posteriormente en los Planes Especiales ajustarlos a la realidad del territorio apoyándose también en el trabajo de campo y concretándose en el replanteo de las áreas.

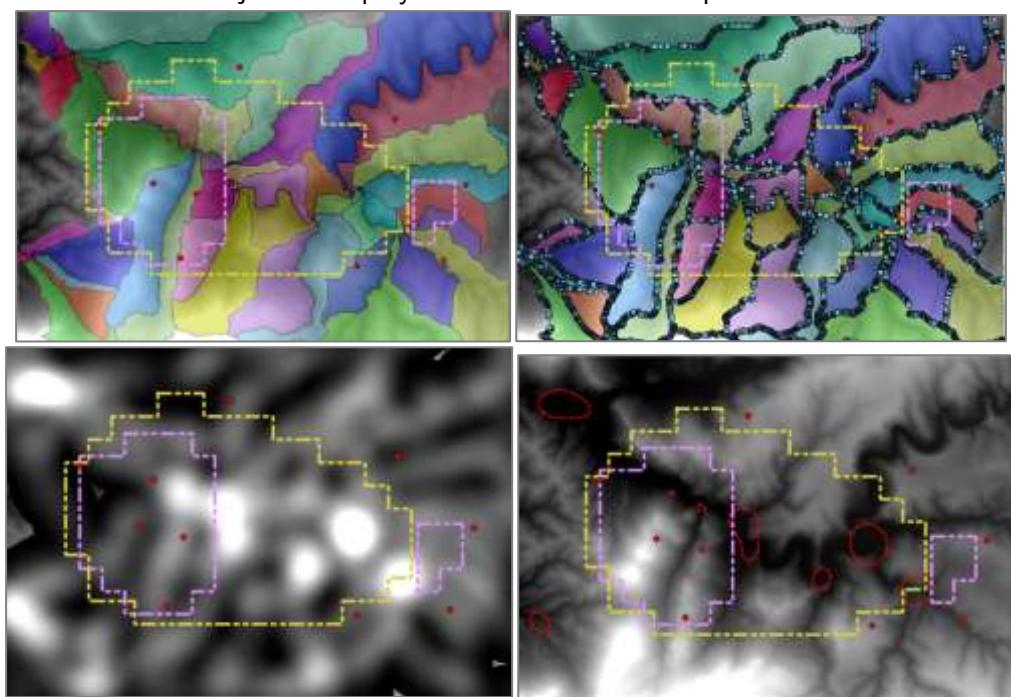


Figura 4. Determinación de áreas estratégicas.

## 4. Resultados

### 4.1 Áreas de gestión de rayos en la provincia de Cuenca

El resultado del trabajo del análisis los puntos de ignición por rayo ha sido la determinación de ocho áreas de gestión, que en su conjunto engloban la reintroducción del papel ecológico del fuego en un total de 41.478,35 ha, aunque se actuará estratégicamente en 2.609,18 ha. De las cuales, 1.750,16 ha en 121 parcelas de áreas de recuperación; y 859,02 ha en 53 áreas estratégicas.

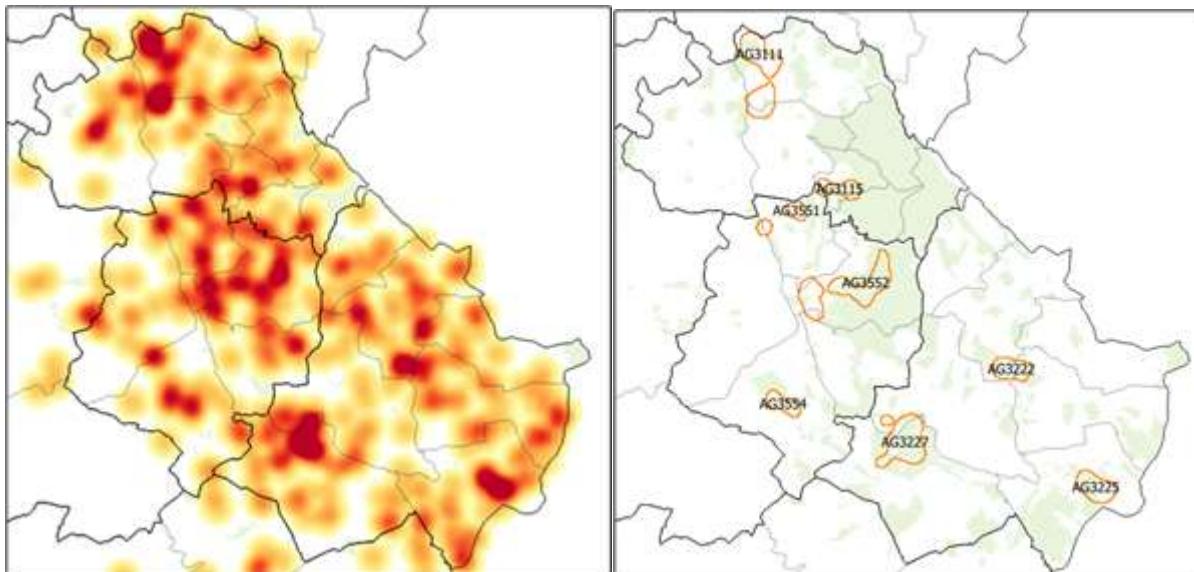


Figura 5. Áreas de gestión de reintroducción del papel ecológico del fuego.

Tabla 1. Superficie planificada por área de gestión, área de recuperación y área estratégica.

Áreas de Gestión	Provincia	Comarca de incendio	Zona de incendio	Superficie Área de gestión (ha)	Áreas de recuperación		Áreas estratégicas	
					Nº parcelas	área (ha)	Nº parcelas	área (ha)
AG3111	3	1	11	8.446,69	26	382,15	15	216,17
AG3115	3	1	15	2.749,91	9	17,17	2	8,91
AG3222	3	2	22	3.317,11	10	117,57	6	63,10
AG3225	3	2	25	4.056,94	13	216,10	3	57,76
AG3227	3	2	26	8.041,45	25	312,89	11	175,90
AG3551	3	5	51	2.293,81	9	135,15	5	58,05
AG3552	3	5	52	10.105,55	21	438,14	7	246,27
AG3554	3	5	54	2.466,89	8	130,99	4	32,86
TOTAL				41.478,35	121	1750,16	53	859,02

## 4.2 Plan Especial de quemas prescritas AG\_3222 MUP 37 Campillos-Paravientos

### 4.2.1 Áreas de contención, parcelas de recuperación y áreas estratégicas

A modo de ejemplo, se muestra a continuación las actuaciones planificadas y ejecutadas en el Plan Especial AG\_3222\_MUP 37 Campillos-Paravientos.

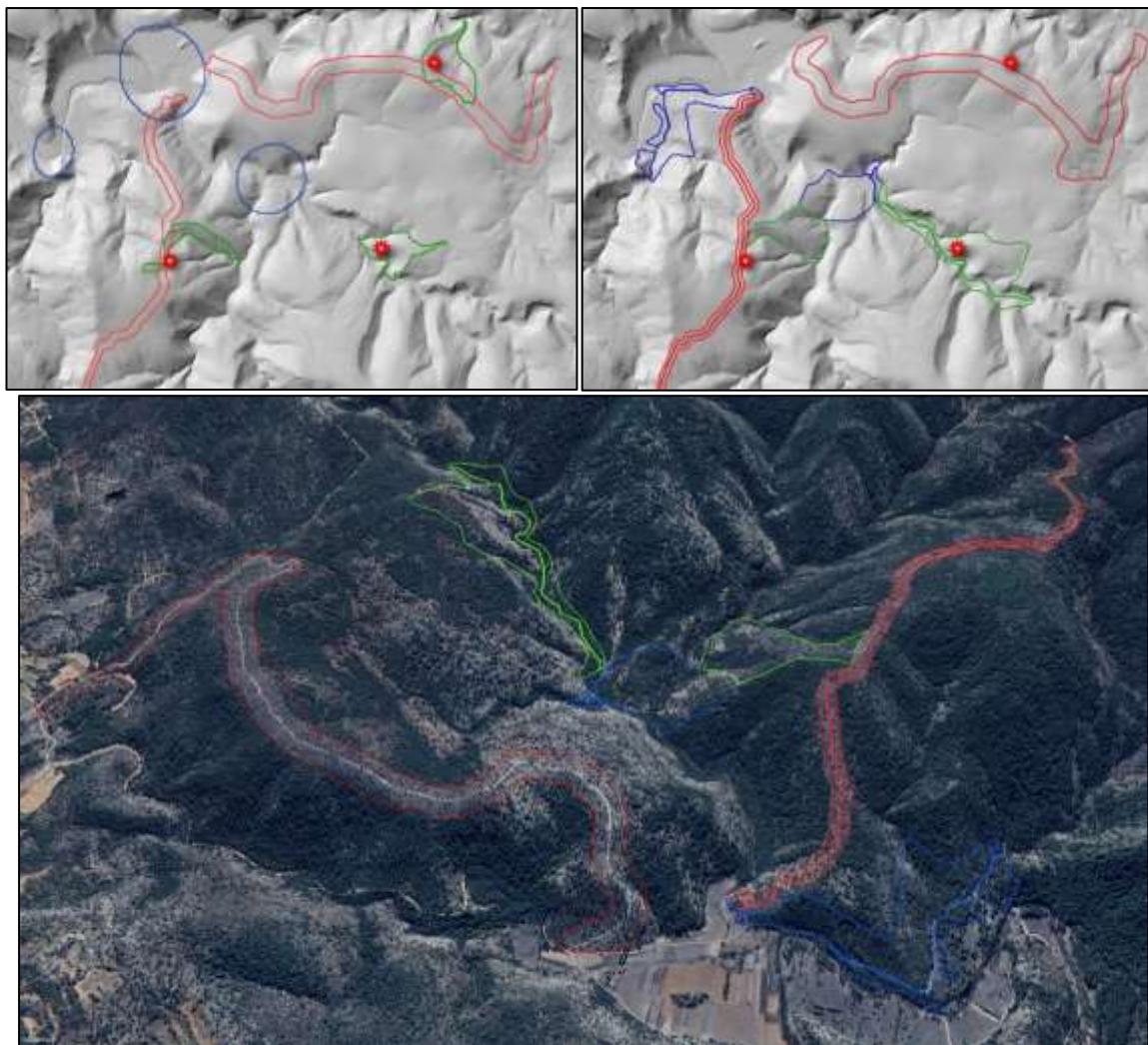


Figura 6. Área de Gestión AG\_3222; MUP 37 Campillos-Paravientos. Igniciones por rayo (estrellas), áreas de contención (rojo), áreas de recuperación (parcelas verdes) y áreas estratégicas (azul).

Tabla 2. Comparativa entre superficies planificadas y ejecutadas.

Actuación	Planificado	Ejecutado total	Ejecutado con quema prescrita
Áreas de contención	49,43	58,49	0
Áreas estratégicas	20,31	29,77	13,96
Áreas de recuperación	31,63	34,38	34,38
TOTAL	101,37	122,64	48,34



Figura 7. Ejecución de quema prescrita en Área de gestión AG3222\_MUP 37 Campillos-Paravientos

#### 4.2.2 Parcelas de gestión de ignición natural

A la hora de tomar la decisión de ejecutar una quema prescrita de ignición natural en un área de gestión habrá que tener en cuenta la estructura y carga de combustible actual, que no es la misma que han tenido nuestros ecosistemas en su periodo de adaptación al fuego en las décadas pasadas, siendo ahora estructuras con mayor continuidad y carga de combustible.

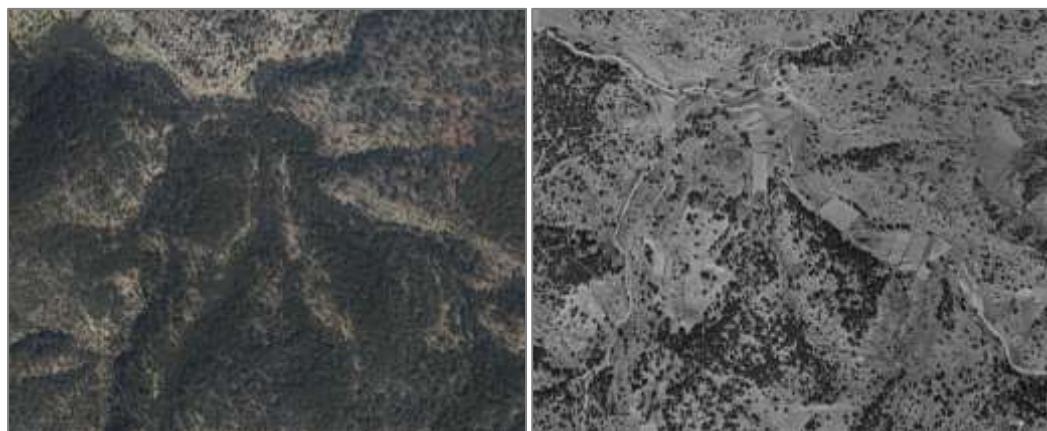


Figura 8. Comparación ortofoto PNOA 2018 con Ortofoto Vuelo Americano Serie B (1956-1957). Áreas de recuperación y estratégicas en AG3222\_MUP 37 Campillos-Paravientos.

Por tanto, considerando la actual estructura forestal, para ejecutar las quemas prescritas de ignición natural, en primera instancia hay que determinar espacial y temporalmente los lugares con comportamiento dentro de capacidad de manejo del fuego y alta fiabilidad de capacidad de extinción.

Los valores de comportamiento se determinan en la ventana de prescripción. Por ejemplo, longitudes de llama inferiores a 0,5 metros y velocidades de propagación inferiores a 1 metro por minuto.

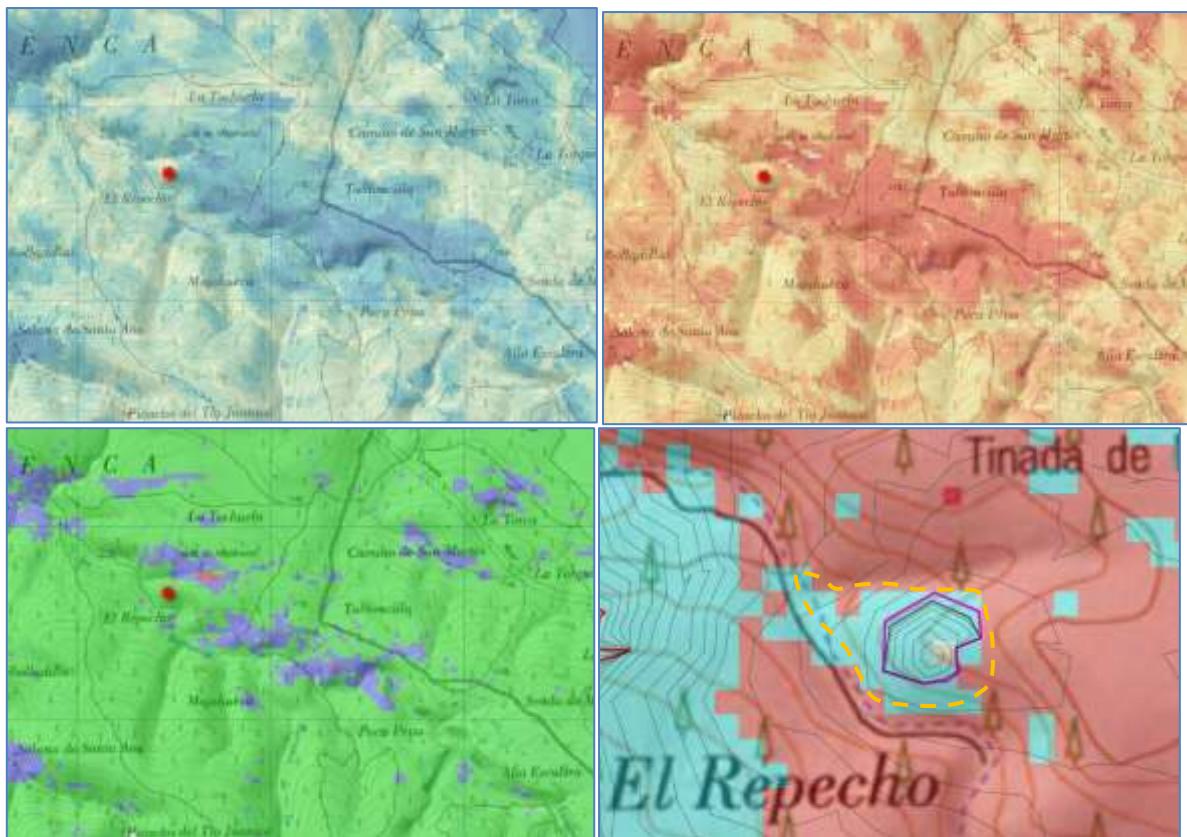


Figura 9. De izq. a dcha. y de arriba abajo. Resultado de simulación de rayo el 24/09/2005. Velocidad de propagación (1). Longitudes de llama (2). Actividad de copas (3). Capacidad de gestión: En azul zonas con longitud de llama inferior a 0,5 metros y propagaciones inferiores a 1 m/min (4). Trazo discontinuo naranja, superficie parcela de quema (2 ha aprox.).

Tabla 3. Isocronas y tasa de crecimiento.

Mes	Día	Hora	Tiempo (min)	ha	Mes	Día	Hora	Tiempo (min)	ha
9	24	18:00	60	0,04	9	25	3:00	600	0,55
9	24	19:00	120	0,14	9	25	4:00	660	0,55
9	24	20:00	180	0,28	9	25	5:00	720	0,55
9	24	21:00	240	0,40	9	25	6:00	780	0,55
9	24	22:00	300	0,49	9	25	7:00	840	0,55
9	24	23:00	360	0,53	9	25	8:00	900	0,55
9	25	0:00	420	0,55	9	25	9:00	960	0,66
9	25	1:00	480	0,55	9	25	10:00	1020	2,38
9	25	2:00	540	0,55	9	25	11:00	1080	8,49

Posteriormente, hay que planificar, dimensionar y ejecutar mediante quema prescrita el área de recuperación; en el diseño se tendrá en consideración las parcelas de gestión prestablecidas, a ser posible se aprovecharán discontinuidades naturales y artificiales para establecer sus límites. Además, en caso necesario se realizan trabajos previos de preparación del área consistentes en desbroces, resalveos, podas y clareos.



Figura 10. Área de recuperación de rayo (24/09/2005) ejecutada en MUP 37 Campillos-Paravientos. Parcelas de gestión planificadas (lila) y área de recuperación ejecutada (verde).

## 5. Discusión

Con los datos actuales de ejecución anual de superficies de quema prescrita y la superficie planificada en áreas estratégicas (859,02 ha) y áreas de recuperación (1.750,16 ha), el tiempo necesario para la ejecución del Plan provincial sería de 43 años. El objetivo en la provincia de Cuenca es aumentar la superficie anual de quemas prescritas de forma que mejore la previsión con la actual incorporación del equipo EPRIF Prado de los Esquiladores, junto a los actuales equipos BIFOR Albendea y BIFOR Campillos-Paravientos, y la superficie anual ejecutada se incremente al doble, reduciéndose la ejecución del Plan provincial a 20 años.

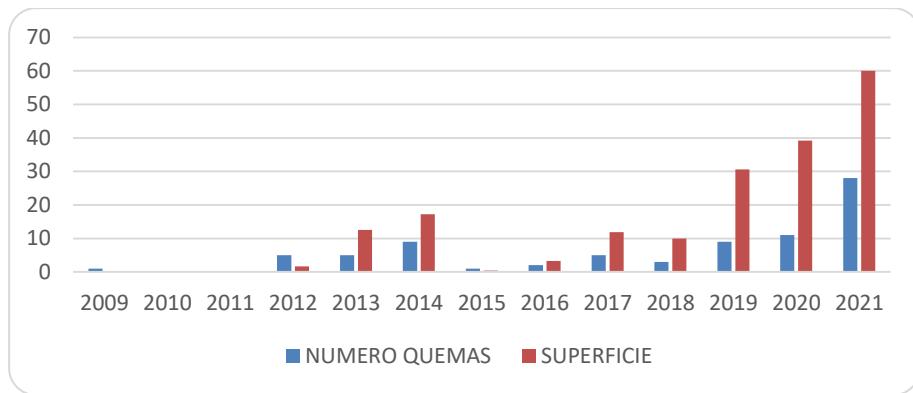


Figura 11. Evolución de ejecución de quemas prescritas en Cuenca.

Tabla 4. Superficies totales planificadas y superficie de ejecución según años de ejecución.

Actuación	Planificado	43 años de ejecución	20 años de ejecución	15 años de ejecución	10 años de ejecución
TOTAL	2609,18	60,67	130,45	173,9	260,9

La actividad tormentosa de la provincia de Cuenca, por meses, destaca claramente junio como el más tormentoso, aunque en las zonas al sureste de la provincia es reemplazado por septiembre, notándose aquí la influencia del mar Mediterráneo. La mínima actividad se da en enero, como es habitual en zonas tan continentales (GONZÁLEZ, 2006). Dicha actividad, es solamente el primer requisito para que se produzca la ignición, que estará condicionada por otros parámetros. En el periodo 2005-2017, las igniciones por rayo se concentran en los meses de verano y principio de otoño.

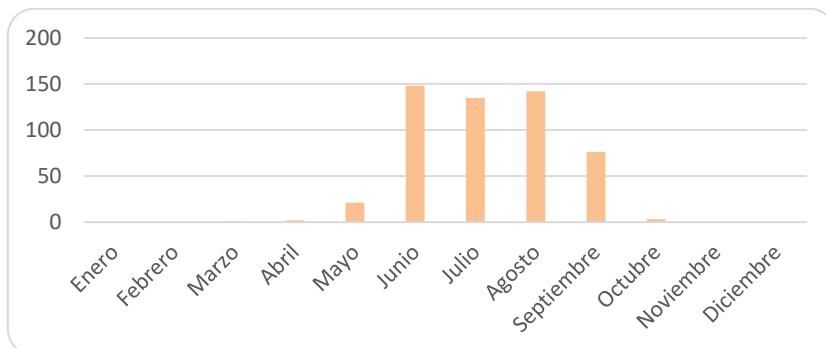


Figura 12. Número de igniciones naturales por mes, periodo 2005-2017.

Teniendo en cuenta la ecología del fuego, parece lógico pensar que nuestros ecosistemas están adaptados de forma natural a los fuegos de verano (adaptaciones pirófitas de la vegetación en la región mediterránea, épocas de cría de las especies de fauna) por lo que debería resultar más beneficioso aplicar el fuego en este periodo.

Por tanto, la temporada de quema debería ser a final de la primavera, verano e inicio de otoño, coincidiendo con los periodos de igniciones naturales, en concreto los meses de mayo, junio, agosto y septiembre, principalmente.

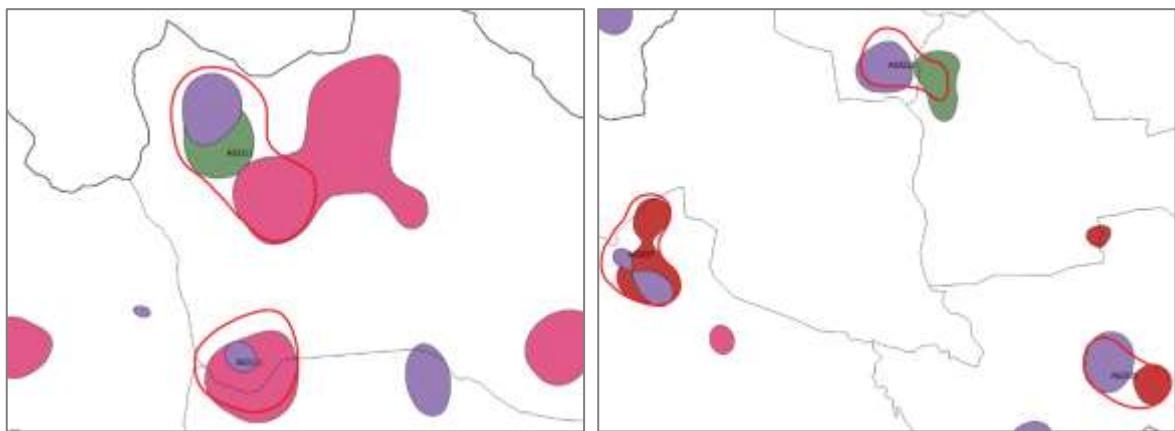


Figura 13. Análisis de las igniciones naturales por meses en cada área de gestión, periodo 2005-2021. Junio (marrón), Julio (rosa), Agosto (lila), Septiembre (verde).

## 6. Conclusiones

Para garantizar la viabilidad del Plan General de quemas prescritas de la provincia de Cuenca es necesario acometer su revisión, con el fin de adaptarlo a los conceptos tratados en este documento. Algunas de las consideraciones a tener en cuenta son:

- Las áreas de gestión deben ser móviles, espacial y temporalmente, siendo la casuística de ignición la que se determine en cada revisión del Plan, las distintas áreas de gestión y las actuaciones que conlleve.
- Ampliar los datos de análisis provinciales al periodo 2005-2021, pasando de 528 a 620 igniciones por rayo.
- Establecer la superficie mínima de las áreas de gestión en 2.000 ha, permitiendo una planificación realista desde el punto de vista de su ejecución.
- Determinar el régimen de incendios de ignición por rayo, es decir, conocer el patrón espacial y temporal, las características de comportamiento y sus efectos, concretando los turnos y épocas de quema.
- Flexibilizar la época de quema para adecuarla al momento idóneo (según ventana de prescripción y previsión del comportamiento del fuego).

Para realizar quemas prescritas en época estival e inicio de otoño se adoptarán las siguientes medidas:

- Contar con personal formado y conocedor de las áreas de gestión, los planes de quemas y los objetivos fijados para la recuperación de incendios por rayo.
- Modificar previamente las estructuras de vegetación, reduciendo la continuidad del combustible actual, es decir, realizando la preparación previa de las parcelas.
- Identificar previamente, los días y parcelas que cumplen la ventana de prescripción que permitan acometer una quema prescrita con garantías de no generar un incendio forestal.
- Crear en soporte sistema de información geográfica las condiciones de ventana de prescripción para cada parcela. Automatizando la toma de decisión a la hora de decidir qué día se ejecuta una parcela u otra.
- Tanto la continuidad como la carga de combustible, junto con los medios de extinción activados, según la fecha en que se produzca el incendio, serán limitantes a la hora de ejecutar las parcelas de gestión de ignición por rayo y deberá tenerse en cuenta el índice de propagación potencial (IPP) del día y el número de medios necesario para ejecutar la quema versus al riesgo de nuevas igniciones en la comarca y la necesidad de medios que ello conlleva, cuestión que deberá decidirse en el COP.

## 7. Agradecimientos

A todas las personas, que de un modo u otro han participado en la planificación y ejecución de quemas prescritas en la provincia de Cuenca, especialmente a Pepe Almodóvar, Víctor Ubiedo, Jesús Mena y David Pascual; que, de forma altruista y vocacional al principio, han permitido profesionalizar el trabajo que se realiza hoy en día.

Al Jefe de Servicio de Medio Natural y Biodiversidad, a los ingenieros gestores de los montes públicos, a los agentes medioambientales y a los propietarios particulares por la confianza depositada desde el principio, allá en el año 2012, en el Servicio de Prevención y Extinción de Incendios Forestales y en la puesta en marcha de las quemas prescritas en la provincia de Cuenca.

## 8. Bibliografía

ESPINOSA, J., MADRIGAL, J., JIMÉNEZ, E., MOYA, D., ALMODOVAR, J., DE LAS HERAS, J., LUCAS-BORJA, M., VEGA, J.A., DE LA CRUZ, A. C., ALFARO, R., FERRANDIS, P., PLAZA, P.A., SAGRA, J., GUIJARRO, M., DÍEZ, C., CARRILLO, C. y HERNANDO, C. Evaluación de la severidad en suelo y la vegetación de tratamientos de quemas prescritas bajo arbolado en masas puras y mixtas (*Pinus nigra*, *Pinus pinaster*) de la provincia de Cuenca. 7 Congreso Forestal Español. Plasencia. 2017

GONZÁLEZ, J.; 2006. Climatología de tormentas en España. Foro Meteored, p.18.

MOLINA, D.M.; 2000. Planes de quemas controladas. Cuadernos de la S.E.C.F., N.<sup>o</sup> 9 pp. 265 –279.

JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA – LA MANCHA. 2016. Plan Director de Defensa contra Incendios Forestales de Castilla-La Mancha.

JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA – LA MANCHA. 2017. Plan Especial de Emergencias por Incendios Forestales (Plan INFOCAM).

JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA – LA MANCHA. 2021. Plan provincial de defensa contra Incendios Forestales de Cuenca (2021-2025).

NUÑEZ, J.A.; RIESCO, J.; MORA, M.A.; 2019. Climatología de descargas eléctricas y de días de tormenta en España. Agencia Estatal de Meteorología. 140 p. Madrid.

UNIDAD TÉCNICA GRAF; 2021. Campaña de quemas prescritas. Invierno 2020-2021. Bomberos de la Generalidad de Cataluña. Página 10-11.