



LIFE21-NAT-IT-LIFE
GOPROFOR MED
101074738



PROTOCOLOS PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES CON EL FIN DE APOYAR LA CONSERVACIÓN DE DOS HÁBITATS MEDITERRÁNEOS



www.lifegoproformed.eu

Coordinador



Socios



PROTOCOLOS PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES CON EL FIN DE APOYAR LA CONSERVACIÓN DE DOS HÁBITATS MEDITERRÁNEOS

Esta publicación es un producto de divulgación derivado de las actividades del proyecto LIFE GoProForMED, concretamente del «Paquete de Trabajo 3: Herramientas para la gestión forestal basada en la silvicultura cercana a la naturaleza», en el que se dedicó una tarea específica a identificar intervenciones silvícolas adecuadas para reducir el riesgo de incendios forestales y compatibles con los objetivos de conservación de dos hábitats objetivo.



El contenido de esta publicación se basa en el informe metodológico y técnico-operativo (Deliverable D3.2) elaborado por **DISAFA, Universidad de Turín**, socio responsable de esta acción específica.



Coordinación editorial, redacción de textos, diseño gráfico y maquetación a cargo de **Compagnia delle Foreste**, socio responsable de la comunicación.



Traducción a cargo de: **Consorci Centre de Ciència i Tecnologia Forestal de Catalunya**.

ÍNDICE

El contexto mediterráneo	4
Un reto para GoProForMED	5
Escala de paisaje: identificación de prioridades	6
Mitigación estratégica del riesgo de incendios forestales	7
Escala de rodal: apoyo a la lucha activa contra los incendios y la autorresiliencia	8
Sinergias y posibles conflictos	9
Resultados...	10
Combustibles de escalera	11
Madera muerta	11
Intervenciones silvícolas de prevención	12
Cortafuegos verdes activos	14
Intervenciones de autoprotección	15
Observaciones finales	16

PROTOCOLOS PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES CON EL FIN DE APOYAR LA CONSERVACIÓN DE DOS HÁBITATS MEDITERRÁNEOS

En el marco del proyecto LIFE GoProForMED, se diseñó una acción específica para vincular los criterios y prescripciones basados en la silvicultura cercana a la naturaleza, destinados a conservar y mejorar la biodiversidad, con las necesidades de prevención de incendios forestales, que son cruciales en un contexto tan crítico como el de la cuenca mediterránea.

Esta publicación tiene por objeto ofrecer una visión general de esta acción, centrándose principalmente en sus aspectos operativos para apoyar la gestión forestal y el trabajo del personal técnico. Para más detalles, consulte el informe metodológico y técnico-operativo disponible en la página web oficial del proyecto: www.lifegoproformed.eu/publications/protocols-wildfire-risk-reduction.html



EL CONTEXTO MEDITERRÁNEO

Un laboratorio único para analizar la mitigación del riesgo de incendios forestales

La cuenca mediterránea alberga una **extraordinaria riqueza de especies y hábitats** de interés comunitario, lo que la convierte en uno de los puntos críticos de biodiversidad del mundo.

Aunque solo cubre el 1,6 % de la superficie terrestre, la región contiene entre el 7 % y el 10 % de la flora mundial, con una alta tasa de endemismo (60 %), lo que aumenta su singularidad y valor.

Sin embargo, este capital natural está expuesto a **múltiples perturbaciones naturales y antrópicas**, agravadas aún más por la crisis climática. Entre las más críticas se encuentran los incendios forestales, que cada vez muestran un comportamiento más extremo debido a factores climáticos y socioeconómicos, lo que supone una grave amenaza para las personas, el medio ambiente y la economía.

La presencia generalizada de la interfaz urbano-forestal (WUI) y la **vegetación altamente inflamable**, junto con el abandono de las prácticas rurales tradicionales, aumentan aún más el riesgo a escala territorial.

Esta doble condición, al ser tanto un punto caliente de biodiversidad como un epicentro del riesgo de incendios forestales, convierte al Mediterráneo en un laboratorio único para la investigación y la experimentación de soluciones innovadoras.





UN RETO PARA GoProForMED

Prevención de incendios forestales y
conservación de la biodiversidad

El proyecto LIFE GoProForMED propone un enfoque integrado que combina prescripciones silvícolas específicas para cada hábitat con medidas de reducción del riesgo de incendios forestales. La metodología adoptada permite evaluar los posibles conflictos entre los diferentes objetivos de gestión, mejorar la resiliencia de los ecosistemas y reducir los riesgos para las personas, los hábitats y las infraestructuras. El análisis se llevó a cabo en dos niveles:

- **A escala de paisaje**, para evaluar los efectos de la distribución espacial estratégica de las intervenciones.
- **A escala de rodal**, para evaluar el impacto de las prescripciones basadas en la silvicultura cercana a la naturaleza sobre el comportamiento del fuego en los hábitats objetivo.

Para ello, se seleccionaron dos sitios representativos, cada uno de los cuales contiene uno de los hábitats objetivo del proyecto:

- el SIC **Pascoli montani e cespuglieti del Pratomagno** (IT51180011, Italia), con bosques de castaños (hábitat 9260),
- el SIC **Muntanyes de Prades** (ES5140008, España), con pinares de pino laricio (hábitat 9530*).



9260 Bosques de *Castanea sativa*



9530* Pinares (sud-)mediterráneos de pinos negros endémicos



ESCALA DE PAISAJE: IDENTIFICACIÓN DE PRIORIDADES

El análisis a escala de paisaje es esencial para comprender el inicio, la propagación y la interacción de los incendios forestales con la matriz territorial. Se basa en la **evaluación del riesgo de incendios forestales** mediante sistemas de apoyo a la **Toma de decisiones** (DDS) capaces de identificar, a nivel paisaje, **el comportamiento más probable del fuego** (es decir, la intensidad potencial de la línea de fuego, la longitud de las llamas y la velocidad de propagación del fuego) **bajo condiciones meteorológicas sinópticas favorables a la aparición de incendios**.



Dado un **porcentaje fijo del área total inflamable** que se va a tratar, es necesario encontrar la **solución óptima** para proteger eficazmente a las poblaciones de las zonas de la interfaz urbano-forestal, los servicios ecosistémicos clave y los hábitats prioritarios dentro de la red ecológica.

MITIGACIÓN ESTRATÉGICA DEL RIESGO DE INCENDIOS FORESTALES

A partir de los planes de prevención de incendios forestales establecidos para los sitios analizados, y utilizando el DSS **FlamMap**, se simularon varios escenarios para integrar múltiples objetivos de gestión:

- **Sin prevención:** corresponde a un escenario de no intervención.
- **Situación habitual:** corresponde a las medidas de prevención de incendios forestales incluidas actualmente en los planes existentes, basadas en el comportamiento previsto de los grandes incendios forestales.
- **Situación habitual optimizada:** correspondiente a una disposición espacial optimizada de las medidas de los planes actuales;
- **Biodiversidad:** correspondiente a intervenciones destinadas a proteger hábitats específicos, dispuestas espacialmente para limitar la propagación del fuego a través de ellos;
- **Situación intermedia:** correspondiente a intervenciones cuya distribución espacial optimizada logra tanto la prevención de incendios forestales, protegiendo la interfaz entre zonas silvestres y urbanas, como los objetivos de conservación de la biodiversidad.

Utilizando un enfoque multicriterio, el análisis comparó

escenarios alternativos, identificando la configuración espacial más eficaz de las intervenciones que podrían aplicarse con los recursos disponibles (**tratamiento del 1 % de la superficie total inflamable**). El objetivo era alcanzar el mejor compromiso entre la conservación de la biodiversidad y la reducción del riesgo de incendios forestales, teniendo en cuenta al mismo tiempo las necesidades de **protección civil y la salvaguardia de los servicios ecosistémicos clave específicos del lugar** (por ejemplo, infraestructura turística, regulación del agua, estabilidad hidrogeológica).

Resultados....

El escenario de **situación intermedia** resultó ser el más eficaz para reducir la probabilidad de propagación de incendios forestales y minimizar al mismo tiempo los impactos sobre la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, en comparación con los demás escenarios. Por ejemplo, en comparación con la configuración espacial del escenario con una situación habitual optimizada, mostró una reducción del 15 % en el riesgo de incendios forestales dentro del hábitat 9260 (bosques de *Castanea sativa*) y una reducción del 64 % dentro del hábitat 9530* (pinos (sud)mediterráneos de pinos negros endémicos).



Estos resultados de modelización se detallan con más profundidad en el «Informe metodológico y técnico-operativo» disponible en el sitio web del proyecto | [DESCARGAR PDF](#)



ESCALA DE RODAL: APOYO A LA LUCHA ACTIVA CONTRA INCENDIOS Y A LA AUTOPROTECCIÓN

El análisis a esta escala permite evaluar detalladamente la eficacia y el impacto potencial de las prescripciones silvícolas cercanas a la naturaleza propuestas en GoProForMED para conservar y/o mejorar la biodiversidad en los hábitats forestales objetivo, al tiempo que se reduce el riesgo de incendios forestales.

Basándose en la **ecología del fuego de las especies forestales**, el método evalúa las **medidas de conservación** propuestas por el proyecto en relación con las **acciones de mitigación del riesgo de incendios forestales**, sugiriendo prescripciones que aumentan las sinergias y reducen los conflictos.



En los elementos más expuestos al fuego de la Red Ecológica (Core Areas e Islas de Biodiversidad), puede ser necesario intervenir **cerca o dentro de estas áreas**, dependiendo de las condiciones locales. Si se lleva a cabo dentro del hábitat, las características de las infraestructuras de prevención (por ejemplo, cortafuegos) deben evaluarse en coordinación con las medidas de conservación establecidas para esos hábitats.



SINERGIAS Y POSIBLES CONFLICTOS

Todas las prescripciones basadas en la silvicultura cercana a la naturaleza propuestas para los dos hábitats analizados (9260 - Bosques de *Castanea sativa* y 9530* - Pinares (sud-) mediterráneos de pinos negros endémicos) se evaluaron según criterios de prevención de incendios forestales y se clasificaron en tres categorías de interacción, en función de sus diferentes impactos en el riesgo de incendios forestales:

- **Positiva**, cuando las medidas favorecen tanto la conservación de la biodiversidad como la reducción de la inflamabilidad;
- **Neutra**, cuando no tienen un efecto significativo sobre el riesgo de incendios forestales;
- **Negativa**, cuando las acciones aumentan la vulnerabilidad a los incendios forestales.

OBJETIVO: AUMENTAR LA CANTIDAD DE MADERA MUERTA EN EL SUELO Y EN PIE

Prescripciones	Interacción	Aclaraciones
No retirar la madera procedente de cortas	Negativa	Dependiendo de la cantidad, distribución y calidad de la necromasa producida por la intervención
Optimizar la diferenciación, tanto mediante la corta como el anillado, de la madera muerta en términos de:		
• densidad del material (acumulación de árboles y árboles individuales)	Negativa	Dependiendo del crecimiento del diámetro de los árboles, que determina el tipo de combustible liberado al suelo
• iluminación (en madera muerta clara y oscura)	Positiva	
• humedad (en valles o depresiones)	Positiva	
• espacialidad (favoreciendo la concentración sobre la distribución regular)	Positiva	
• tipo (en pie o en el suelo)	Positiva	
Aplicar la técnica de anillado para:		
• exponer gradualmente la copa de un árbol candidato provocando la muerte gradual de su competidor directo, evitando el aislamiento repentino que podría causar problemas de estabilidad	Negativa	Dependiendo de la creación de una condición favorable para la propagación del fuego en la copa debido a la presencia de un árbol muerto en pie mezclado con plantas con follaje vivo inflamable
• promover el declive de los árboles senescentes de gran tamaño	Negativa	Dependiendo de la posibilidad de crear condiciones favorables para la formación de flujo de resina o árboles muertos cerca de los vivos
Promover la diferenciación de los tipos de madera muerta cortando los tocones a una altura de 1 metro para que también puedan servir como puntos de anclaje para la madera muerta colocada en el suelo en zonas con riesgo de erosión del suelo	Neutra	

Tabla. A modo de ejemplo, el siguiente análisis se refiere al Hábitat 9530, en el que se examinan los efectos de las intervenciones destinadas a aumentar la madera muerta (con fines de conservación de la biodiversidad) en los aspectos relacionados con la prevención de incendios forestales.

Resultados....

En general, el análisis mostró que la mayoría de las prescripciones propuestas contribuyen simultáneamente a **mejorar la biodiversidad y a reducir el riesgo de incendios forestales**.

Todas las intervenciones destinadas a:

- fomentar la presencia de árboles de gran tamaño;
- aumentar la diversidad de especies;
- crear heterogeneidad estructural y una mayor discontinuidad entre los estratos de combustible;

también refuerzan la **resistencia y la resiliencia del bosque** ante la posible propagación del fuego.

Los **aspectos más críticos**, que pueden entrar en conflicto con los objetivos de prevención de incendios forestales, se refieren a:

- la creación de **combustibles de escalera** (es decir, la continuidad entre los estratos de combustible);
- la gestión de la **madera muerta**.

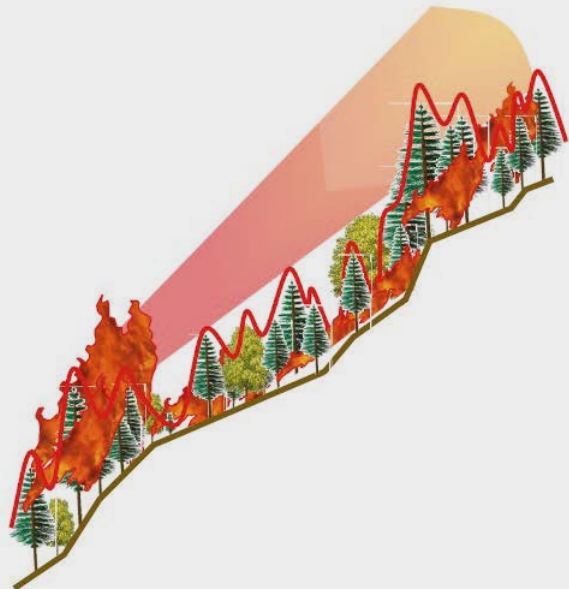
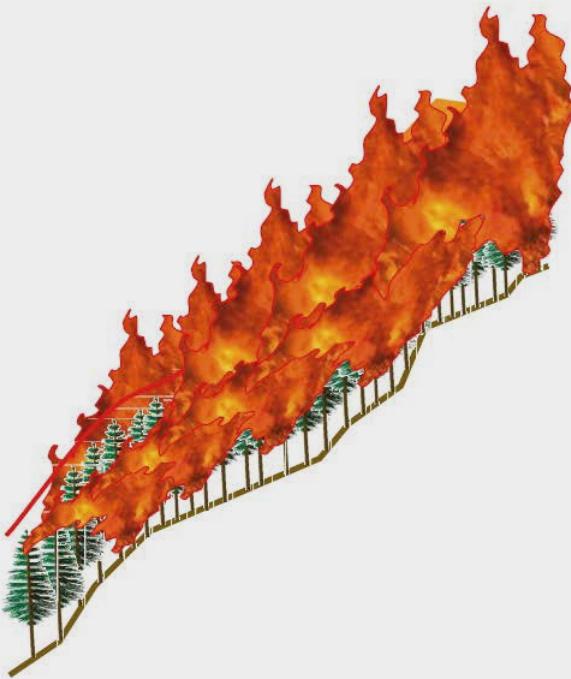


COMBUSTIBLES DE ESCALERA

Especialmente en los bosques de pinos, durante la planificación y ejecución de las intervenciones, es fundamental **evitar crear condiciones de continuidad vertical u horizontal entre los estratos vegetales**, por ejemplo, entre el estrato arbustivo y las copas de los árboles dominados, o entre la regeneración, el estrato dominado y el dosel dominante. Si no se planifican cuidadosamente, ciertas prácticas pueden resultar críticas, como por ejemplo:

- **Claras selectivas** que dejan intactas los estratos inferiores;
- Retener árboles con **copas profundas**;
- Crear **bosquetes densos de regeneración**.

En **terrenos inclinados**, también es importante tener en cuenta la continuidad vertical del combustible, considerando la alineación espacial entre la columna de aire caliente convectivo generada por los árboles situados cuesta abajo y las copas inflamables de los árboles situados cuesta arriba.



MADERA MUERTA

La **madera muerta**, un elemento clave para la biodiversidad, también puede aumentar la inflamabilidad de los bosques. Por lo tanto, la distribución espacial de los diferentes tipos de materia muerta liberada, tanto en pie como al suelo, debe planificarse cuidadosamente. Por ejemplo, deben

evitarse las acumulaciones cerca de Árboles Hábitat u otras zonas sensibles (líneas de drenaje, cambios de pendiente, crestas y cortafuegos), así como la continuidad generalizada de **necromasa fina** (<7 cm), que desempeña un papel importante en la propagación de las llamas.



INTERVENCIONES SILVÍCOLAS DE PREVENCIÓN

Para las prescripciones que mostraban posibles interacciones negativas, se identificaron medidas de mitigación, especificando dónde y cómo debían aplicarse con mayor precaución o modificarse para reducir los riesgos.

Las prescripciones silvícolas de prevención analizadas se dividen en dos categorías principales:

- **Infraestructuras de apoyo a la lucha activa contra incendios:** estructuras diseñadas para mejorar la capacidad y la seguridad de la lucha contra incendios (por ejemplo, cortafuegos verdes activos, puntos de gestión estratégicos);
- **Intervenciones de autoprotección en masas forestales:** tratamientos silvícolas como las claras selectivas, la creación de claros, la corta selectiva por grupos y las quemaduras prescritas.

Estas intervenciones tienen por objeto mitigar los efectos de los posibles incendios forestales permitiendo, cuando sea posible, una extinción activa eficaz y segura de los incendios o reduciendo las tasas de mortalidad de las masas forestales.

Marco de decisión en seis pasos:

1. **Definir el objetivo de prevención y su exposición al fuego:** hábitat, Core Area, Isla de biodiversidad, Árbol Hábitat.
2. **Evaluar el tipo de infraestructura de prevención:** cortafuegos o intervención de autoprotección.
3. **Definir la distribución espacial de las infraestructuras:** externas, perimetrales o internas.
4. **Determinar las dimensiones de la infraestructura:** anchura de la zona de cortafuegos, extensión de la zona de tratamiento.
5. **Definir las prescripciones silvícolas de prevención basadas en la ecología del fuego de las especies forestales dominantes:**
 - Tipo de incendio: de superficie o de copas;
 - Características de resistencia al fuego: intensidad crítica del fuego;
 - Estrategia de regeneración: rebrote (a partir de tocones o brotes) o regeneración a partir de semillas;
6. **Evaluar las posibles sinergias y conflictos** y valorar las compensaciones con las medidas de conservación.



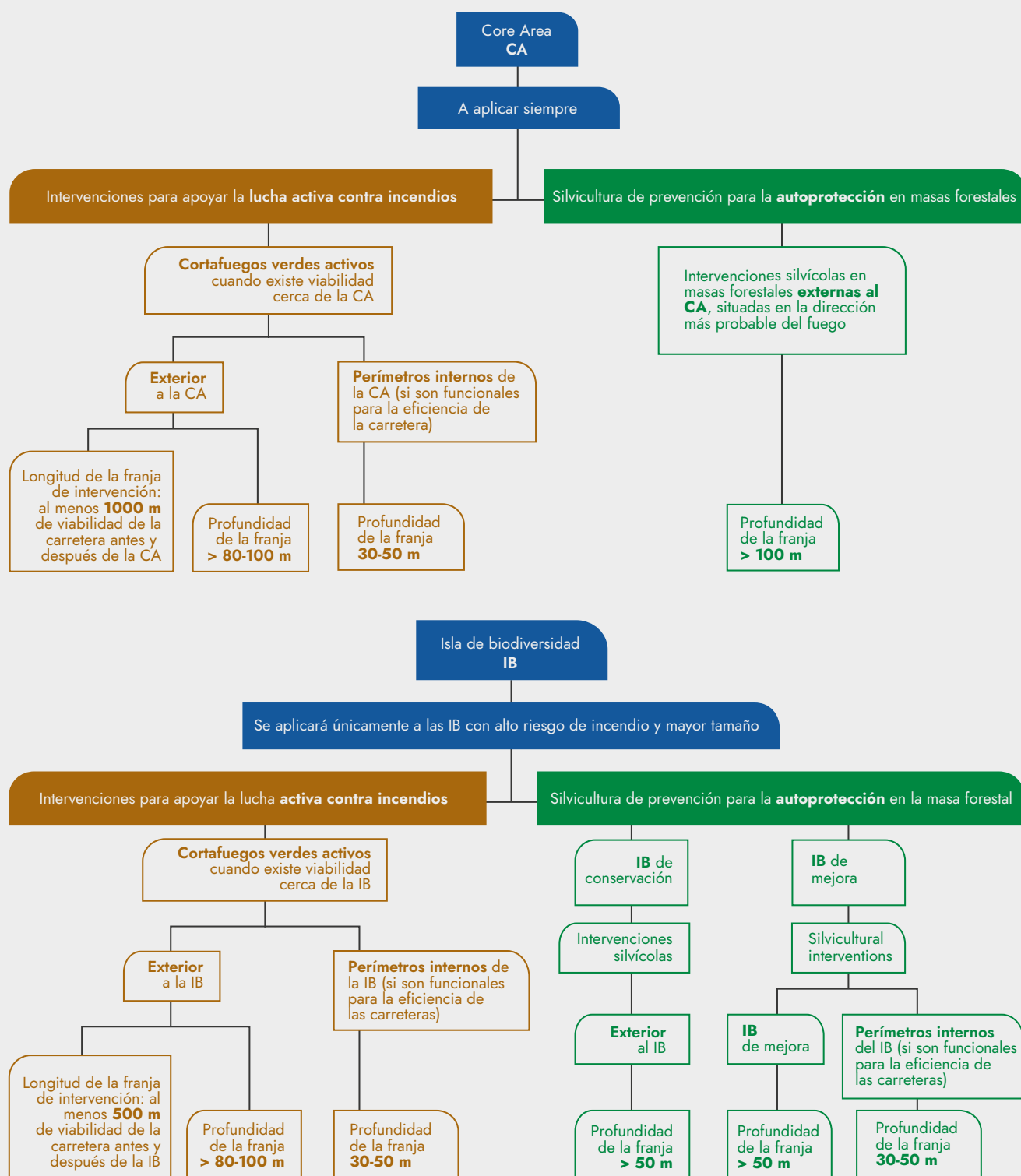


Figura. Ejemplo del marco de decisión para intervenciones de prevención en el Hábitat 9530, para Core Areas e Islas de Biodiversidad.

CORTAFUEGOS VERDES ACTIVOS

Estas infraestructuras consisten **en franjas de anchura variable, situadas en las laderas ascendentes y descendentes de las carreteras existentes**, donde se reduce la continuidad de la vegetación horizontal y vertical para disminuir la intensidad del frente de llama en una distancia suficiente para mejorar tanto la eficacia como la seguridad de la lucha activa contra incendios.

Los cortafuegos se establecen en masas forestales (tanto de coníferas como de frondosas), matorrales y praderas, sin

comprometer la función general de protección del suelo y garantizando al mismo tiempo la prestación continua de otros servicios ecosistémicos clave.

Los cortafuegos deben ser siempre accesibles para los vehículos de extinción de incendios a través de vías de entrada y salida y estar equipados con puntos de agua.

Sus **dimensiones varían en función del tipo de vegetación** (véase la tabla) **y del comportamiento previsto del frente de llama que se aproxima.**



Hábitat	Elemento de la Red	Dimensiones del cortafuegos		
		Anchura (m)		Longitud mínima (m)
		Exterior	Interior	
Bosques de castaños (9260)	CA	50-70	20-30	1.000
	IB	70	20-30	500
Bosques de pino negro (9530*)	CA	80-100	30-50	1.000
	IB	80	30-50	500

Tabla. Directrices para cortafuegos verdes activos diferenciados por tipo de hábitat y elementos de la Red Ecológica que se desea proteger (Core Area - CA; Isla de biodiversidad - IB).

INTERVENCIONES DE AUTOPROTECCIÓN

Estas intervenciones tienen como objetivo mejorar la resistencia y la resiliencia de los bosques ante las perturbaciones causadas por los incendios forestales, **garantizando la persistencia de la cubierta forestal** incluso después de incendios graves, lo que permite que la dinámica de la sucesión forestal después del incendio se reinicie más rápidamente (por ejemplo, a través de fuentes de semillas). Dependiendo de las condiciones del lugar, el tipo de rodal, la función principal y el comportamiento previsto del frente de llama, las prescripciones silvícolas pueden incluir **diversos tratamientos**:

- claras, cortas preparatorias; claras selectivas y claras selectivas por grupos; corta de árboles semilleros, conversión a monte alto; reforestación; actuaciones de gestión del combustible de superficie, como los desbroces, las quemas prescritas o el pastoreo planificado.

En el caso de las infraestructuras de autoprotección, deben tenerse en cuenta varios aspectos:

- **Prioridades de protección civil:** en las zonas protegidas,

los requisitos de seguridad contra incendios tienen prioridad, incluso si ello implica excepciones a las medidas de conservación.

- **Compensaciones de gestión:** la selección de los árboles que se van a conservar debe equilibrar el valor ecológico y productivo con el objetivo de reducir la transmisión del fuego por las copas, adoptando una silvicultura de árbol individual o de grupos.
- **Gestión de la materia orgánica muerta:** el combustible fino (<7 cm) aumenta la propagación y la intensidad de las llamas, mientras que los residuos gruesos tienen menos influencia en la velocidad de propagación del fuego, pero un alto valor para la biodiversidad. Las medidas de prevención pueden consistir en reducir selectivamente las fracciones finas y conservar las más grandes, por ejemplo, mediante quemas controladas. La materia orgánica muerta debe distribuirse espacialmente para evitar acumulaciones cerca de los Árboles Hábitat o de las líneas de drenaje, creando discontinuidades espaciales (por ejemplo, un patrón de tablero de ajedrez).



CONCLUSIONES

Las normas europeas exigen la integración de las **áreas protegidas y los espacios Natura 2000 en el análisis del riesgo de incendios forestales**, reconociendo que incluso los incendios de bajo impacto pueden plantear retos de gestión. No siempre es realista evitar que el fuego entre en un área protegida; por lo tanto, los recursos preventivos deben optimizarse mediante **análisis multicriterio que equilibren la conservación, la protección civil, el desarrollo rural y las actividades agrosilvícolas y ganaderas**.

Desde esta perspectiva, es importante distinguir entre:

- **Hábitats sensibles**, que requieren protección externa;

- **Hábitats menos sensibles**, en los que un solo incendio no compromete la funcionalidad ecológica;
- **Hábitats adaptados** a regímenes de perturbación específicos, que requieren una gestión activa, como las quemadas prescritas.

Dado que es imposible evitar por completo que el fuego entre en un área protegida —o en los elementos de la Red Ecológica incluidos en el Proyecto—, es aconsejable evaluar la necesidad de **intervenciones silvícolas dentro de estas áreas para aumentar la eficacia potencial de la extinción activa y la autoprotección al fuego dentro de las masas forestales**.





Para obtener más información sobre la metodología, los procedimientos analíticos a escala de paisaje y de rodal, y las directrices para las medidas de mitigación y resiliencia, consulte el informe completo titulado: **«Informe técnico operativo metodológico sobre intervenciones silvícolas adecuadas para reducir el riesgo de incendios y compatibles con los objetivos de conservación de dos hábitats del proyecto»** | [DESCARGAR PDF](#)



Improvement of the conservation status
of forest habitats in the Mediterranean
Biogeographical Region applying restoration
and conservation techniques and Close to
Nature practices

Coordinador



Socios



Entidades afiliadas

